



**Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**  
**PROPUESTA TECNOLÓGICA**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE POZO  
MEDIANTE OSMOSIS INVERSA PARA LA EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS  
“EL GANADERO” DE LA PARROQUIA PUCAYACU CANTÓN LA MANA.**

**Autores:**

Medina Madril Juan Carlos

Vargas Llomitoa Cesar Augusto

**Tutor:**

Ms.C. Gallardo Molina Cristian Fabián

Latacunga – Ecuador

Agosto 2018

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros Medina Madril Juan Carlos y Vargas Llomitoa Cesar Augusto declaramos ser autores (a) del presente proyecto de investigación: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE POZO MEDIANTE OSMOSIS INVERSA PARA LA EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS "EL GANADERO" DE LA PARROQUIA PUCAYACU CANTÓN LA MANA**, siendo Ms.C. Gallardo Molina Cristian Fabián tutor (a) del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Medina Madril Juan Carlos  
C.I. 0503449654



Vargas Llomitoa Cesar Augusto  
C.I. 1724607823

## AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

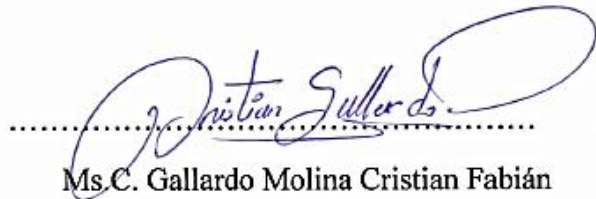
En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE POZO MEDIANTE OSMOSIS INVERSA PARA LA EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS “EL GANADERO” DE LA PARROQUIA PUCAYACU CANTÓN LA MANA”**, Medina Madril Juan Carlos y Vargas Llomitoa Cesar Augusto de la carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la FACULTAD DE CIENCIAS DE LAS INGENIERÍAS Y APLICADAS de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

Latacunga, Julio, 2018



Ms.C. Gallardo Molina Cristian Fabián

C.I. 0502847692

Director del Proyecto de Titulación

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el informe de la presente Propuesta Tecnológica de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD CIENCIAS DE LAS INGENIERÍAS Y APLICADAS por cuanto, el o los postulantes: Medina Madril Juan Carlos y Vargas Llomitoa Cesar Augusto con el título de Proyecto de titulación: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE POZO MEDIANTE OSMOSIS INVERSA PARA LA EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS "EL GANADERO" DE LA PARROQUIA PUCAYACU CANTÓN LA MANA** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Julio, 2018

Para constancia firman:



Lector 1 (Presidente)  
Nombre: PhD Héctor Laurencio  
CC: I712813



Lector 2  
Nombre: Ing. Segundo Cevallos  
CC: 0501782437



Lector 3  
Nombre: Ing. Mauro Albarracín  
CC: 0503113730


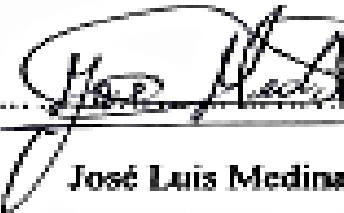

# PRODUCTOS LACTEOS "EL GANADERO"

## AVAL DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

Con el presente documento, hago constar que los estudiantes Madril Juan Carlos y Vargas Llomitos Cesar Augusto, de la carrera Ingeniería Electromecánica de la Universidad técnica de Cotopaxi. Implementaron en mi propiedad un proyecto cuyo título versa: **"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE POZO MEDIANTE OSMOSIS INVERSA PARA LA EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS "EL GANADERO" DE LA PARROQUIA PUCAYACU CANTÓN LA MANA**". Ubicado en el Barrio Unido de la Parroquia Pucayacu en el Cantón La Maná.

Los autorizo para que usen el presente documento para cualquier fin legal pertinente de la Universidad.

Latacunga, de julio del 2018.

Gerente Propietario de Productos Lácteos "El Ganadero"

CC.: D502797327

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco infinitamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi por haberme aceptado como parte de ella y permitirme estudiar la Carrera de Ingeniería Electromecánica, así como también a los diferentes docentes que me brindaron sus conocimientos día a día. Gratifico también a mi asesor de tesis Ing. Cristian Gallardo por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico. Y para finalizar agradezco a mi familia y amigos en especial al Ing. Álvaro Mullo por su apoyo total y amistad desde el inicio de mi carrera ya que su guía y sustento moral han aportado en gran medida a mis ganas de superar obstáculos hasta lograr hoy mi graduación.*

**Juan Carlos**

## **AGRADECIMIENTO**

*A la Universidad Técnica de Cotopaxi por haberme dado la oportunidad de instruirme en sus prestigiosas instalaciones.*

*A los ingenieros que me impartieron en las aulas todos sus conocimientos y mostraron también sus valores permitiéndome así una formación integral.*

*Mi más amplio agradecimiento para el Ing. Cristian Gallardo, Tutor de esta Propuesta Tecnológica, por su valiosa orientación y apoyo para la conclusión de la misma.*

*Igualmente, quisiera expresar mi agradecimiento a todos quienes estuvieron vinculados de alguna manera en este proyecto; a los propietarios de "Productos Lácteos el Ganadero", por proporcionarnos las facilidades necesarias para completar la implementación, a todos aquellos que nos acompañaron y con un granito de arena hicieron un inestimable aporte.*

*De manera muy especial quiero agradecer al Ing. Álvaro Mullo por su valiosa amistad y su aporte con criterios, consejos, conocimientos y tiempo valioso para la culminación de este trabajo. Para usted mi gratitud y respeto.*

*Y desde luego agradezco a la familia Molina, Bautista por el invaluable apoyo y gran amistad que generaron en mí, a todos mis mayores reconocimientos.*

**Cesar**

## **DEDICATORIA**

*El presente proyecto de investigación se lo dedico con todo mi cariño a mis padres: Gilberto, Melaña ya que gracias al gran amor, cariño y educación que ellos me brindaron pude llenarme de valores siendo una persona de bien, a mis hermanos Darwin, José, Liliana y Maribel que son mi motivación, mi ejemplo a seguir para nunca rendirme, luchar por mis sueños y mi meta de graduarme de Ingeniero Electromecánico.*

*De igual forma a Jaqueline por su fortaleza que siempre me ha demostrado, por sus sabios consejos y por ser una persona incondicional en los momentos más importantes de mi vida.*

***Juan Carlos***



## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.*

*A mis Padres César y Rosa, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona.*

*A mis abuelitas Sara e Imelda que son como mi segunda madre, cada una de ellas inculcando valores y los aportes que han hecho en mi vida son invaluableles.*

*A mis hermanos Carolina, Verónica, Anthony y Sebastián y mis sobrinos Abraham y Ángel, por sus palabras de aliento y su compañía en los momentos difíciles.*

*A mi Esposa Valeria Molina por sus palabras y confianza, por su amor incondicional y brindarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente y tener fe en mí.*

**Cesar**

## ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	iv
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA .....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	viii
ÍNDICE .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT .....	xviii
<i>AVAL DE TRADUCCIÓN.....</i>	<i>xix</i>
1 INFORMACIÓN BÁSICA.....	1
1.1 PROPUESTO POR: .....	1
1.2 TEMA APROBADO:.....	1
1.3 CARRERA: .....	1
1.4 DIRECTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA: .....	1
1.5 EQUIPO DE TRABAJO: .....	1
1.6 LUGAR DE EJECUCIÓN: .....	1
1.7 TIEMPO DE DURACIÓN DE LA PROPUESTA: .....	1
1.8 FECHA DE ENTREGA: .....	1
1.9 LÍNEAS Y SUB LINEAS DE INVESTIGACIÓN:.....	2
1.10 TIPO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA:.....	2
2 DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA .....	2
2.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	2
2.2 TIPO DE PROPUESTA ALCANCE .....	2
2.3 ÁREA DEL CONOCIMIENTO.....	2

2.4	SINOPSIS DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	2
2.5	OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN .....	3
2.5.1	Objeto de estudio.....	3
2.5.2	Campo de acción .....	3
2.6	SITUACIÓN PROBLÉMICA Y PROBLEMA .....	3
2.6.1	Problema de la investigación.....	4
2.7	HIPÓTESIS O FORMULACIÓN DE PREGUNTAS DIRECTRICES .....	5
2.8	OBJETIVO(S) .....	5
2.8.1	Objetivo general .....	5
2.8.2	Objetivos específicos.....	5
2.9	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y TAREAS PROPUESTAS CON LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS .....	5
3	MARCO TEÓRICO.....	7
3.1	Métodos de excavación o extracción en agua subterránea .....	7
3.1.1	Excavación de un pozo.....	7
3.1.2	Pozo conducido .....	8
3.1.3	Pozo perforado .....	8
3.1.4	Pozo de tubo .....	8
3.1.5	Electrobombas o compresores.....	8
3.1.6	Pozo mecánico.....	9
3.2	Tubería para circulación del agua.....	9
3.2.1	Tubería de presión o tubería forzada.....	9
3.2.2	Pautas para la selección de la tubería .....	9
	COMPARACIÓN DE LOS DIFERENTES MATERIALES PARA TUBERIAS.....	10
3.3	Tratamiento del agua .....	10
3.3.1	Tratamiento de agua de pozo .....	10
3.3.2	Impurezas del agua de pozo .....	11
3.3.3	¿Cómo sé si mi pozo tiene niveles peligrosos de mercurio?.....	11
3.4	Definiciones.....	11
3.4.1	Soluto de sustancias .....	11
3.4.2	Solución de sustancias.....	11
3.4.3	Solvente de dispersión.....	12

3.4.4	Difusión de partículas.....	12
3.5	Filtros de pre – tratamiento de osmosis inversa .....	12
3.5.1	Filtro de sedimentos. ....	13
3.5.2	Filtro de arena.....	13
3.5.3	Filtro carbón activado.....	13
3.5.4	Suavizador para el agua.....	13
3.6	Osmosis Inversa.....	13
3.6.1	Principio de la osmosis inversa .....	14
3.6.2	Componentes de la osmosis inversa.....	15
3.6.3	Características de la osmosis inversa .....	15
3.6.4	Análisis de las osmosis y osmosis inversa .....	15
3.6.5	Presión osmótica .....	15
3.6.6	Propiedades físico-químicas del agua osmotizada .....	15
3.6.1	Aplicaciones de la osmosis inversa.....	16
3.6.1	Ventajas de la osmosis inversa.....	16
3.6.2	Desventajas de la osmosis inversa .....	16
3.7	Variables para el diseño hidráulico .....	17
3.7.1	Presión del agua .....	17
3.7.2	Presión absoluta.....	17
3.7.3	Presión relativa o manométrica.....	17
3.7.4	Caudal del sistema.....	17
3.7.5	Ecuación de la continuidad .....	17
3.7.6	Presión de vapor .....	17
3.7.7	Energías de un fluido.....	18
3.8	Régimen de circulación .....	18
3.8.1	Flujo laminar .....	18
3.8.2	Flujo turbulento.....	18
3.8.3	Número de Reynolds.....	19
3.8.4	Números críticos de Reynolds.....	19
3.8.5	Ecuación de Darcy .....	19
3.8.6	Pérdida de fricción en el flujo turbulento.....	19
3.8.7	Diagrama de Moody.....	20

3.8.8	Pérdidas menores en la tubería.....	20
3.8.9	Coeficiente de resistencia para válvulas y accesorios.....	20
3.8.10	Estaciones de bombeo.....	20
3.8.11	Elementos de las estaciones de bombeo.....	20
3.8.12	Capacidad de la estación de bombeo.....	21
3.8.13	Periodo de bombeo.....	21
3.9	Bomba hidráulica.....	21
3.9.1	Definición.....	21
3.9.2	Parámetros que intervienen en la selección de una bomba.....	22
3.9.3	Tipos de bombas.....	22
3.9.4	Bombas sumergibles para pozo.....	23
3.9.5	Ventajas y desventajas de una bomba sumergible.....	24
3.9.6	Sensores de nivel.....	25
3.9.7	Precauciones al manipular una bomba sumergible.....	25
3.9.8	Carga de succión positiva neta.....	26
3.10	Cavitación de una bomba.....	26
3.11	NPSH.....	27
3.11.2	Detalles de la línea de descarga.....	28
3.11.3	Curva de resistencia del sistema.....	29
3.11.4	Carga estática total.....	29
3.12	Fundamentación Legal.....	30
4	METODOLOGÍA.....	31
4.1	Métodos.....	31
4.2	Técnicas.....	31
4.3	Operacionalización de las variables.....	31
4.4	Instrumentos.....	32
4.5	Ecuaciones para la selección de elementos.....	34
4.5.1	Volumen del pozo.....	34
4.5.2	Demanda diaria.....	34
4.5.3	Ecuación de la continuidad.....	34
4.5.4	Número de Reynolds.....	35
4.5.5	Factor de fricción.....	35

4.5.6	Resistencia de la superficie.....	35
4.5.7	Altura requerida.....	36
4.5.8	Cargas de presión de vapor de líquido.....	36
4.5.9	Altura Neta Positiva de succión disponible.....	37
4.5.10	Potencia de las bombas.....	37
4.5.11	Corriente de protección en fusibles.....	38
4.5.12	Corriente de protección en los interruptores termomagnéticos.....	38
4.5.13	Corriente de relé.....	38
5	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	39
5.1	Selección de elementos del sistema.....	39
5.1.1	Volumen del pozo.....	39
5.1.2	Tanque de reserva.....	39
5.1.3	Caudal de trabajo.....	40
5.1.4	Selección del diámetro de la tubería.....	40
5.1.5	Selección de la bomba sumergible.....	40
5.1.6	Selección de la bomba periférica.....	42
5.1.7	Filtros de purificación.....	44
5.1.8	Selección de la osmosis Inversa.....	44
5.1.9	Cálculo de las protecciones eléctricas.....	45
5.2	Comprobación de hipótesis.....	46
6	PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS.....	46
	Tabla 6.14 Presupuesto de la implementación.....	48
	Tabla 6.15 Análisis del TIR y VAN.....	49
6.1	Análisis de impactos.....	50
6.1.1	Impacto práctico.....	50
6.1.2	Impacto simbólico.....	50
6.1.3	Impacto tecnológico.....	50
6.1.4	Impacto ambiental.....	50
6.1.5	Impacto ético:.....	51
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	51
7.1	Conclusiones.....	51
7.2	Recomendaciones.....	52

8 REFERENCIAS.....53

9 ANEXOS .....54

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b> Diagrama Causa-Efecto .....	4
<b>Figura 3.2</b> Tipos de pozos .....	9
<b>Figura 3.3</b> Difusión de moléculas .....	12
<b>Figura 3.5</b> Esquema del principio de funcionamiento de la osmosis inversa .....	14
<b>Figura 3.6</b> Clasificación de los tipos de bombas.....	23
<b>Figura 3.7</b> Partes de una bomba sumergible .....	24
<b>Figura 3.8</b> Detalles de la línea de succión.....	28
<b>Figura 5.9</b> Tanque de reserva .....	40
<b>Figura 5.10</b> Curva Característica de la bomba .....	41
<b>Figura 5.11</b> Bomba Sumergible .....	42
<b>Figura 5.12</b> Curva característica de la bomba periférica.....	43
<b>Figura 5.13</b> Bomba periférica .....	43
<b>Figura 5.14</b> Filtros Emauxt .....	44
<b>Figura 5.15</b> Osmosis Inversa.....	45

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2.1</b> Resultados de las actividades a realizarse. ....	6
<b>Tabla 3.2.-</b> Materiales para tuberías de presión.....	10
<b>Tabla 3.3</b> Presión de vapor y carga de la presión de vapor para el agua.....	27
<b>Tabla 4.4</b> Operacionalización de variable independiente.....	32
<b>Tabla 4.5</b> Operacionalización de variable dependiente.....	32
<b>Tabla 4.6</b> Instrumentos de medición utilizados.....	32
<b>Tabla 5.7</b> Análisis físico-químico y microbiológico del agua.....	39
<b>Tabla 5.8</b> Caudales de diseño .....	40
<b>Tabla 5.9</b> Cálculo para selección de la bomba sumergible .....	41
<b>Tabla 5.10</b> Cálculo para selección de la bomba periférica.....	42
<b>Tabla 6.11</b> Protecciones eléctricas .....	45
<b>Tabla 6.12</b> Detalle de costo de elementos electromecánicos .....	46
<b>Tabla 6.13</b> Detalle de costos de elementos de purificación y accesorios.....	47
<b>Tabla 6.14</b> Presupuesto de la implementación .....	48
<b>Tabla 6.15</b> Análisis Del TIR y VAN.....	49



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**TITULO:** Implementación de un sistema de tratamiento de agua de pozo mediante osmosis inversa para la empresa de productos lácteos “EL GANADERO” de la parroquia Pucayacu cantón la Mana.

**Autor/es:** Medina Madril Juan Carlos  
Vargas Llomitoa Cesar Augusto

### RESUMEN

En la actualidad se ha visto la creación de plantas de tratamiento de agua independientes, de manera especial en las empresas de productos lácteos o de procesos de alimentos, lugares que debido a la calidad que requieren sus productos y normas a las que se apegan como es, en el libro TULSMA y la norma INEN 1108. Necesitan estricto cuidado con el recurso hídrico.

El sector de Pucayacu no cuenta con un tratamiento de agua óptimo, por lo que es necesario abastecer de manera independiente este recurso. El presente proyecto destaca el estudio del potencial hídrico de la empresa Productos lácteos “El Ganadero” (Latitud: -0,7S; Longitud: -79,1167 O), dicho estudio arrojó los valores de caudal de  $0.0008 \frac{m^3}{s}$  a una altura aproximada de 5m lo que entrega después de ser purificada un caudal  $12 \frac{lt}{min}$  y en el sistema de osmosis inversa se obtiene  $1 \frac{lt}{min}$  lo cual abastecerá el área de procesado de alimentos. Para dicho proyecto se eligió mediante el procedimiento matemático de diseño y selección una tubería de 32 mm fabricada de polietileno de alta densidad, una bomba sumergible y una bomba periférica de  $\frac{1}{2} hp$ , la primera extrae el agua del pozo hasta una cisterna y la otra trabaja como bomba de recirculación para los filtros de purificación. El sistema de tratamiento de agua se diseñó con el objetivo de abastecer el líquido vital a la empresa durante 8 horas con una cantidad de 1750 litros en ese lapso de tiempo. Así como mantener el agua en un rango de calidad establecido en las normas antes mencionadas.

**Palabras clave:** Bomba sumergible, Purificación, PH, Caudal, Osmosis Inversa

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**Topic: Implementation of a well water treatment system through reverse osmosis for "EL GANADERO" dairy company located in Pucayacu, La Mana.**

**Authors:** Medina Madril Juan Carlos

Vargas Llomitoa Cesar Augusto

## ABSTRACT

Nowadays, the creation of independent water treatment plants has been detected, especially in dairy or food processing companies. It happens because these types of products need to keep a high quality and standards like TULSMA book and INEN 1108 standard. That's why they must take strict care of the water resource. Pucayacu does not have an optimal water treatment so it is necessary to supply this resource independently. This project highlights the study of the water potential of the dairy products company "El Ganadero" (Latitude: -0.7S; Length: -79.1167 W). This study showed the flow values of  $0.0008 \frac{m^3}{s}$  at an approximate height of 5m, which delivers a flow of  $12 \frac{lt}{min}$  after being purified and in the reverse osmosis system  $1 \frac{lt}{min}$  is obtained and supplying the food processing area. For this project, a 32 mm pipe made of high density polyethylene, a submersible pump and a peripheral pump of  $\frac{1}{2} hp$  was chosen through the mathematical design and selection procedure. The first one extracts the water from the well to a cistern and the other works as a recirculation pump for the purification filters. The water treatment system was designed with the aim of supplying the vital liquid to the company during 8 hours with an amount of 1750 liters in that time lapse as well as maintaining the water in a range of quality established in the aforementioned standards.

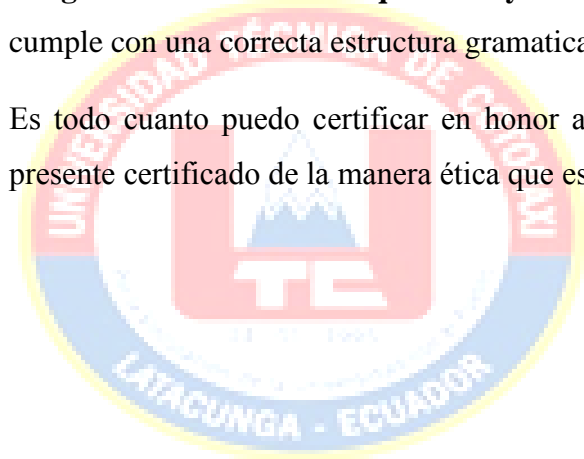
**Key words:** Submersible pump, Purification, PH, Flow, Reverse Osmosis



## ***AVAL DE TRADUCCIÓN***

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de la tesis al Idioma Inglés presentado por los señores estudiantes: MEDINA MADRIL JUAN CARLOS Y VARGAS LLOMITOA CESAR AUGUSTO, cuyo título versa “**Implementación de un sistema de tratamiento de agua de pozo mediante osmosis inversa para la empresa de productos lácteos “el ganadero” de la Parroquia Pucayacu Cantón La Maná.**”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

Latacunga, julio del 2018

Atentamente,

.....  
Msc. Alison Mena Barthelotty  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS**  
**C.C. 0501801252**

## 1 INFORMACIÓN BÁSICA

### 1.1 PROPUESTO POR:

Sr. Medina Madril Juan Carlos

Sr. Vargas Llomitoa César Augusto

### 1.2 TEMA APROBADO:

Implementación de un sistema de tratamiento de agua de pozo mediante osmosis inversa para la empresa de productos lácteos "EL GANADERO" de la parroquia Pucayacu cantón la Mana.

### 1.3 CARRERA:

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, Carrera de Ingeniería en Electromecánica

### 1.4 DIRECTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA:

Ms.C. Cristian Fabián Gallardo Molina

### 1.5 EQUIPO DE TRABAJO:

Sr. Medina Madril Juan Carlos

Sr. Vargas Llomitoa Cesar Augusto

Ms.C. Gallardo Molina Cristian Fabián

### 1.6 LUGAR DE EJECUCIÓN:

La implementación del proyecto tendrá lugar en la Cotopaxi Zona 3, La Maná, Parroquia Pucayacu, Barrio Unido, Empresa Productos lácteos "EL GANADERO".

### 1.7 TIEMPO DE DURACIÓN DE LA PROPUESTA:

El proyecto empezó a realizarse el día miércoles 05 de abril del año 2018.

### 1.8 FECHA DE ENTREGA:

Agosto 2018.

## **1.9 LÍNEAS Y SUB LINEAS DE INVESTIGACIÓN:**

**Línea de investigación:** Esta investigación se rigió a los Procesos Industriales para así cumplir con el lineamiento de nuestra Carrera.

**Sub líneas de investigación de la carrera:** Dentro de las líneas investigativas secundarias se tuteló por medio del Diseño, Construcción y Mantenimiento de Elementos, Prototipos y Sistemas Electromecánicos.

## **1.10 TIPO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA:**

Productivo.

## **2 DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA**

### **2.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA**

Implementación de un sistema de tratamiento de agua de pozo mediante osmosis inversa para la Empresa de productos lácteos ‘EL GANADERO’ de la parroquia Pucayacu cantón la Mana

### **2.2 TIPO DE PROPUESTA ALCANCE**

Productivo: la propuesta a realizarse es de origen productivo ya que se utilizará los recursos hídricos existentes en el sector, para obtener agua osmotizada y utilizarla en los procesos industriales satisfaciendo así la demanda del líquido vital dentro de la empresa, de productos lácteos ‘EL GANADERO’

### **2.3 ÁREA DEL CONOCIMIENTO**

Carrera de Electromecánica, Química, Mecánica de fluidos, Instalaciones eléctricas, Control Industrial, Protecciones eléctricas y construcción.

### **2.4 SINOPSIS DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA**

En la empresa de lácteos “EL GANADERO” se realizó la implementación de una planta de tratamiento de agua por medio de osmosis inversa, en donde se aprovechó los recursos hídricos obtenidos en la excavación y extracción de agua de pozo y por medio de procesos de separación se obtuvo agua apta para el consumo humano y para procesos industriales.

Para este proyecto se debió analizar las características físico-químicas del agua, análisis bacteriológico además su demanda máxima y mínima de líquido vital.

Este sistema es recomendable porque se usó una fuente propia de agua de pozo y de esta manera se proporcionó agua a todos los sistemas necesarios dentro de dicha empresa.

## **2.5 OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN**

### **2.5.1 Objeto de estudio**

Planta de tratamiento de agua por medio de osmosis inversa

### **2.5.2 Campo de acción**

Satisfacer la demanda hídrica, mejorar la calidad del agua para el uso industrial y proceso de alimentos por medio de tratamiento del agua por osmosis inversa.

## **2.6 SITUACIÓN PROBLÉMICA Y PROBLEMA**

El agua potable sin lugar a dudas, es un servicio básico. Muchas de las actividades diarias de los seres humanos necesitan de este servicio que debe brindar una calidad excelente y flujo de manera continua.

Los cortes de agua son una constante en la Parroquia Pucayacu especialmente en los meses de invierno debido a que se taponan los sistemas por exceso del líquido vital y en verano en raras ocasiones por la ausencia del mismo, por ende las condiciones en los procesos de producción se complican generando pérdidas en distintos aspectos, a esto se suma que el PH del agua no es el adecuado como lo establecen las entidades de control de potabilización del agua, todos estos factores provocaron dificultad en el tratamiento del producto y una falta de abastecimiento de agua dentro de la empresa.

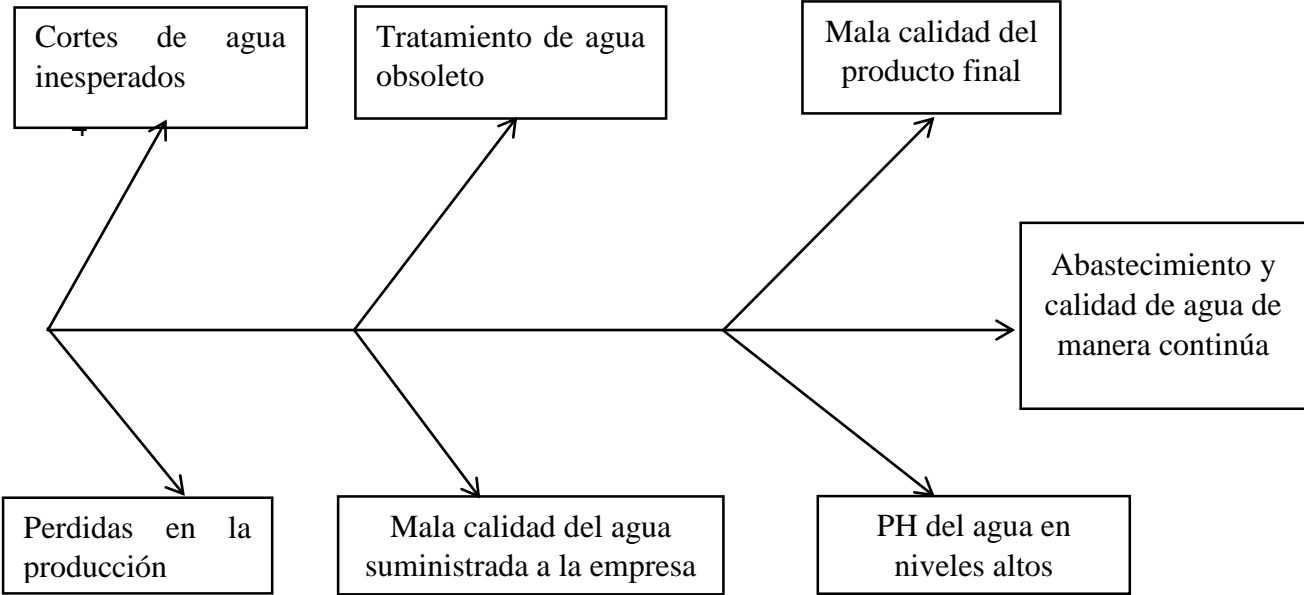
Al adquirir agua de otros sectores se desconoce de la calidad de la misma, al mismo tiempo que genera gastos adicionales y en el caso de no tener el agua en las condiciones adecuadas ocurren pérdidas por un producto en malas condiciones.

En la empresa de lácteos “EL GANADERO” del barrio Unido, de la parroquia Pucyacu, de la ciudad de La Maná se implementará un sistema de tratamiento de agua de pozo mediante osmosis inversa para satisfacer las necesidades hídricas de la empresa. En algunos sectores de la provincia se han implementado varios de estos sistemas los cuales cuentan con los componentes básicos para tratar el agua de manera adecuada.

Con la implementación de este sistema de tratamiento de agua para garantizar la calidad de suministro hídrico tanto en el aspecto Físico-químico como en el bacteriológico, se busca solucionar las deficiencias de diferentes aprovechamientos hídricos aislados asentados en nuestra provincia y futuros proyectos que satisfacen la demanda de agua a través de una planta de tratamiento de agua, de bajo costo y de buena calidad de servicio.

**2.6.1 Problema de la investigación**

¿De no existir un sistema de potabilización de agua mediante osmosis inversa seguirá existiendo perdidas de la producción y falta de abastecimiento en la empresa, productos lácteos “EL GANADERO”?



**Figura 2.1** Diagrama Causa-Efecto

## **2.7 HIPÓTESIS O FORMULACIÓN DE PREGUNTAS DIRECTRICES**

Mediante la implementación de una planta de tratamiento de agua por medio de osmosis inversa se solventará la demanda hídrica de la empresa productos lácteos "EL GANADERO".

## **2.8 OBJETIVO(S)**

### **2.8.1 Objetivo general**

Implementar un sistema de tratamiento de agua de pozo mediante aplicación de un sistema osmosis inversa para abastecer la demanda de agua en la empresa productos lácteos "EL GANADERO" de la parroquia Pucayacu cantón la Maná.

### **2.8.2 Objetivos específicos**

- Realizar el estudio de la incorporación del sistema de bombeo hidráulico mediante una investigación bibliográfica para determinar la problemática y la factibilidad de la implementación.
- Realizar el estudio meteorológico del recurso hídrico del lugar.
- Diseñar el sistema hidráulico mediante la selección de los componentes eléctricos, mecánicos y electrónicos de acuerdo a la investigación realizada.
- Analizar la operatividad del sistema y la calidad del agua.

## **2.9 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y TAREAS PROPUESTAS CON LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS**

El objetivo de esta tabla fue el análisis de cada una de las actividades, en la cual se representará los resultados de una parte de la actividad realizada.



**Tabla 2.1** Resultados de las actividades a realizarse.

<b>Objetivo</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Técnicas e instrumentos</b>
Realizar el estudio de la incorporación del sistema a instalarse mediante una investigación bibliográfica para determinar la problemática y la factibilidad de la implementación.	Recopilación de información.  Estudio de Campo.	Determinar los principales parámetros de diseño.	Fichas Bibliográficas Investigación Experimental.
<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar el estudio meteorológico del recurso hídrico del lugar.</li> </ul>	Toma de datos Mediciones	Determinar las medidas del recurso hídrico.	Fichas Bibliográficas Instrumentos de medición
Diseñar el sistema hidráulico mediante la selección de los componentes eléctricos, mecánicos y electrónicos de acuerdo a la investigación realizada.	Diseño mecánico y eléctrico del sistema. Implantación del sistema de osmosis.	Dimensionamiento los equipos de , mecánicos, eléctricos, de purificación y selección de materiales	Investigación Experimental.
Analizar la operatividad del sistema y la calidad del agua.	Análisis del suministro y calidad de agua.	Obtención el agua cruda y purificarla con excelente calidad	Análisis físico-químico del agua obtenida

### **3 MARCO TEÓRICO**

El agua, en su estado natural, no es pura. En la naturaleza, las aguas de ríos, embalses, lagos, depósitos subterráneos, mares y lluvias, presentan diferentes contenidos de sales, minerales y partículas que están presentes en aquellos medios en las que se halla el recurso hídrico y que son arrastrados por este.

Las aguas superficiales son, evidentemente, más susceptibles de ser alteradas que las subterráneas, las cuales están protegidas por el mismo suelo, en mayor o menor grado dependiendo de las características de este y particularmente de su porosidad. No obstante, las aguas de pozo, aunque generalmente más claras, tiene altas cargas de minerales como hierro y manganeso, así como altos contenidos de anhídrido carbónico proveniente del lavado del CO<sub>2</sub> atmosférico, lo que además le hace presentar valores bajos de PH por la conversión de este gas en ácido carbónico.

#### **3.1 Métodos de excavación o extracción en agua subterránea**

Los primeros pozos de explotación de las aguas subterráneas se perforaban a mano, con pico y pala, en aquellos terrenos donde el nivel freático del acuífero se situaba muy cerca de la superficie del terreno. El agua se extraía mediante poleas y posteriormente mediante impulsión [1].

El agua para consumo humano proviene de dos fuentes. Las primeras son las fuentes de agua sobre la tierra. De este grupo forman parte los arroyos, manantiales y embalses modernos para recoger agua de lluvia. Sin embargo, mucha del agua encuentra su camino por debajo de la tierra. El agua subterránea es la segunda de las fuentes, y es sobre todo valiosa cuando el agua en la superficie es escasa. La manera tradicional de extraer el agua subterránea era cavando un pozo, pero los métodos modernos de excavación o extracción subterráneos lo han cambiado [2].

##### **3.1.1 Excavación de un pozo**

Históricamente, los hombres cavaban los pozos con una pala de mano hasta que llegaban al manto freático: la superficie superior del agua subterránea. De acuerdo con el Servicio Geológico de EE.UU., durante la excavación de pozos, el excavador tenía que seguir adelante hasta llegar debajo del manto freático y el agua que sube exceda los parámetros de su cauce como se observa en la Figura 3.2. El excavador entonces trazaba el pozo con un forro de piedras o cualquier otro material que evitaba el colapso, y lo cubría con una tapa de madera o piedra. Los excavadores usaban sus manos y cuerdas para sacar el agua con un balde [2].

### **3.1.2 Pozo conducido**

En los pozos conducidos, debes conducir una tubería de diámetro pequeño a través de la tierra blanda, tal como arena o grava hasta que llegues a las aguas subterráneas. Después, cubre la parte inferior de la tubería con una pantalla que filtra la arena y partículas pequeñas. Una desventaja de este método de excavación es que el manto freático debe estar bastante cerca de la superficie del suelo para que pueda ser utilizado. También, debido a que el agua está cerca de la superficie, es más susceptible a la contaminación.

### **3.1.3 Pozo perforado**

Los pozos de agua modernos suelen ser perforados. Los trabajadores utilizan perforación manual, así como métodos de máquina de perforación. Una de las ventajas de la perforación es que se puede extraer agua subterránea desde niveles más profundos. Una operación de taladro mecánico implica un equipo de perforación montado sobre un camión. La plataforma utiliza diferentes tipos de brocas para pasar por las distintas capas de tierra y roca. Las brocas rotadoras de perforación muelen la roca, mientras que las brocas de percusión rompen las rocas cuando es necesario. Los pozos perforados pueden ser de hasta (204,8 m) de profundidad, y la mayoría tienen una bomba instalada en la parte inferior para empujar el agua hacia arriba.

### **3.1.4 Pozo de tubo**

En muchas partes del mundo, los suministros de agua son inadecuados para la población, y la gente queda sedienta o bebe agua contaminada lo que causa una enfermedad fatal. Los pozos excavados a mano no resuelven el problema, porque no puede ir lo suficientemente profundo para eliminar los contaminantes. Un pozo de tubo es un tipo de pozo de agua que funciona eficazmente en estas condiciones. Se trata de un tubo de acero inoxidable que perfora el suelo con una bomba eléctrica fuerte en la parte superior y un filtro en la punta. Se utiliza con frecuencia en zonas de Bangladesh, Pakistán y la India, donde el agua potable es difícil de obtener.

### **3.1.5 Electrobombas o compresores**

El método más común para extraer agua es el pozo, un agujero taladrado en la zona de saturación. Los pozos sirven a modo de pequeños depósitos a los cuales migra el agua subterránea y de los cuales puede bombearse a la superficie. Se realiza mediante hincados de tubería o perforación con taladros y se dota de sistemas de extracción (electrobombas compresoras).

### 3.1.6 Pozo mecánico

Obra hidrogeológica de acceso a uno o más acuíferos para la captación de agua subterránea, ejecutada con sonda perforadora en forma vertical con diámetro mínimo de 8". En función de la necesidad de extracción y de la geología local. Son todos aquellos pozos para cuya perforación se emplean maquinas o equipos especialmente diseñados, para alcanzar las formaciones acuíferas. [3]

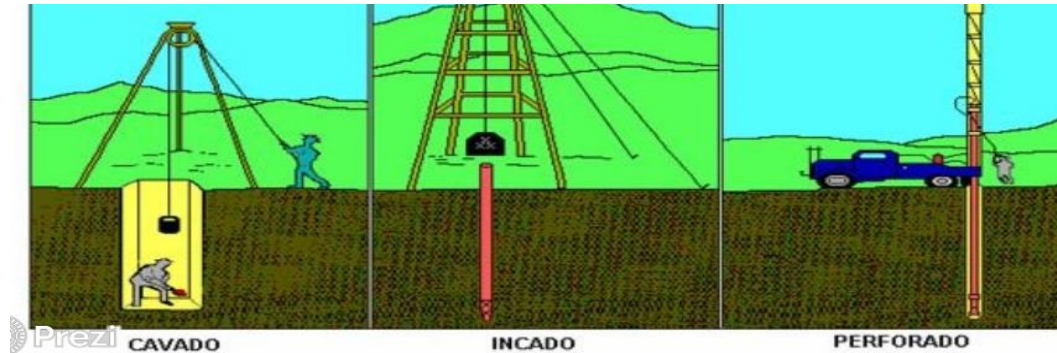


Figura 3.2 Tipos de pozos

Fuente: [3]

## 3.2 Tubería para circulación del agua

### 3.2.1 Tubería de presión o tubería forzada

Es un sistema de tuberías que transporta el agua bajo presión desde la bomba hasta el tanque de reserva.

### 3.2.2 Pautas para la selección de la tubería

- La clase de material: cemento, PVC (poli cloruro de vinilo), acero, polietileno de alta densidad, hierro dúctil, resina poliéster con fibra de vidrio reforzado.
- La pérdida de altura por fricción según el material utilizado
- Considerar el golpe de ariete en el caso de un cierre brusco del distribuidor
- Diseñar soportes y uniones adecuados a la presión máxima considerada
- Seleccionar el diámetro adecuado obteniendo el menor costo y las menores pérdidas
- Dificultad de instalación y mantenimiento

Para dimensionar la tubería se debe tomar en cuenta los materiales existentes en el mercado como se observa en la Tabla 3.2:

**Tabla 3.2.-Materiales para tuberías de presión**

<b>COMPARACIÓN DE LOS DIFERENTES MATERIALES PARA TUBERIAS</b>					
<b>Material</b>	<b>Perdida por fricción</b>	<b>Peso</b>	<b>Corrosión</b>	<b>Costo</b>	<b>Presión de trabajo</b>
<b>Hierro Dúctil</b>	4	3	2	1	5
<b>Asbesto Cemento</b>	3	3	4	4	4
<b>PVC</b>	5	5	4	4	4
<b>Acero Comercial</b>	3	3	2	2	5
<b>Polietileno</b>	5	5	3	2	4

*Nota:* Los valores descritos en la tabla son adimensionales. Los cuales comparan las características de cada material en un rango de: 1 como Malo y 5 como Excelente

**Fuente:** [4]

### **3.3 Tratamiento del agua**

Las plantas de tratamiento de agua son un conjunto de sistemas y operaciones unitarias de tipo físico, químico o biológico cuya finalidad es que a través de los equipamientos elimina o reduce la contaminación o las características no deseables de las aguas, bien sean naturales o de abastecimiento.

La finalidad de estas operaciones es obtener unas aguas con las características adecuadas al uso que se les vaya a dar, por lo que la combinación y naturaleza exacta de los procesos varía en función tanto de las propiedades de las aguas de partida como de su destino final. [5].

#### **3.3.1 Tratamiento de agua de pozo**

El agua de pozo debe de cumplir una serie de características para poder ser consumida por ello es necesario un previo análisis y el tratamiento necesario.

Es posible que el agua de pozo no se mantenga todo el tiempo limpio y pura. Esto debido a que sustancias químicas y microorganismos en la tierra pueden filtrarse en el pozo. Fertilizantes, pesticidas y herbicidas (sustancias químicas que se usan para matar insectos y malas hierbas), químicos industriales y aguas negras de origen humano o animal, también pueden filtrarse en el abastecimiento de agua y hacer que el agua de pozo sea peligrosa para beber. Algunas de estas sustancias pueden causar graves problemas de salud [6] .

### **3.3.2 Impurezas del agua de pozo**

Debido a las diferentes propiedades que poseen el suelo y otras que va adquiriendo con el pasar del tiempo son importantes los análisis físico-químicos del agua para tratarla de manera adecuada.

Es muy común encontrar sustancias como el plomo, mercurio y algunas bacterias que pueden ser peligrosas para la salud.

### **3.3.3 ¿Cómo sé si mi pozo tiene niveles peligrosos de mercurio?**

Es preciso hacer una prueba al agua. Podemos acudir a unos laboratorios o a una empresa especializada. El coste de la prueba puede variar. Lo más recomendable es hacer una prueba para detectar químicos peligrosos cada 2 o 3 años [6].

## **3.4 Definiciones**

Para comprender detalladamente el proceso de osmosis inversa, es necesario entender principios físico-químicos básicos y cada una de las etapas de pre tratamiento del agua.

### **3.4.1 Solute de sustancias**

Es la sustancia presente en menor cantidad de la solución (aunque existen excepciones), esta sustancia se encuentra disuelta en un determinado disolvente.

### **3.4.2 Solución de sustancias**

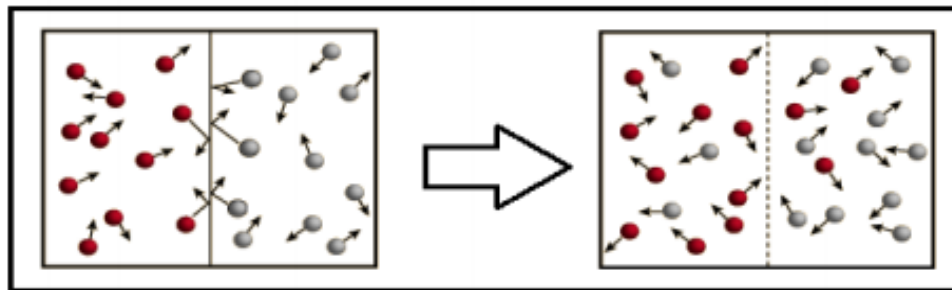
Es la mezcla normalmente homogénea de dos o más sustancias. La solución expresa la relación de la cantidad de soluto a la cantidad de solvente.

### 3.4.3 Solvente de dispersión

Sustancia que permite la dispersión de otra en su seno, es la sustancia presente en mayor cantidad de la solución, el solvente más comúnmente usado es el agua.

### 3.4.4 Difusión de partículas

La difusión se refiere al proceso mediante el cual las moléculas se mezclan, como resultado de su energía cinética del movimiento aleatorio. Considere la posibilidad de dos contenedores de gas o líquido A y B separados por un tabique. Las moléculas de ambos gases o líquidos están en constante movimiento y hacen numerosas colisiones con la partición. Si la partición se ha eliminado como en la Figura 3.3, los gases o líquidos se mezclan debido a las velocidades al azar de sus moléculas [7]



**Figura 3.3** Difusión de moléculas

**Fuente:** [7]

### 3.5 Filtros de pre – tratamiento de osmosis inversa

Generalmente el proceso de osmosis inversa va acompañado de un pre tratamiento que tiene como objetivo filtrar el solvente antes de entrar al proceso de osmosis inversa, con el fin de lograr obtener los mejores resultados posibles y garantizar el mejor funcionamiento de las membranas semipermeables [8].

Los principales filtros de pre-tratamiento son:

### **3.5.1 Filtro de sedimentos.**

Los sedimentos son cualquier partícula que puede ser transportada por un fluido y que se deposita como una capa de partículas sólidas en fondo del agua o líquido, Un filtro de sedimentos actúa como pantalla para remover estas partículas.

### **3.5.2 Filtro de arena.**

Son muy efectivos para retener sustancias orgánicas, pues pueden filtrar a través de todo el espesor de arena, acumulando grandes cantidades de contaminantes antes de que sea necesaria su limpieza.

### **3.5.3 Filtro carbón activado.**

El filtro de carbón funciona por el mismo principio que el filtro de arena, la diferencia radica en los elementos filtrantes y su finalidad. El carbón activado es un material natural que con millones de agujeros 31 microscópicos que atrae, captura y rompe moléculas de contaminantes presentes. Se diseña normalmente para remover cloro, sabores, olores y demás químicos orgánicos.

### **3.5.4 Suavizador para el agua**

También llamado descalcificadora o ablandador de agua, es un aparato que por medios mecánicos, químicos y/o electrónicos tratan el agua para evitar, minimizar o reducir, los contenidos de sales minerales y sus incrustaciones en las tuberías y depósitos de agua potable.

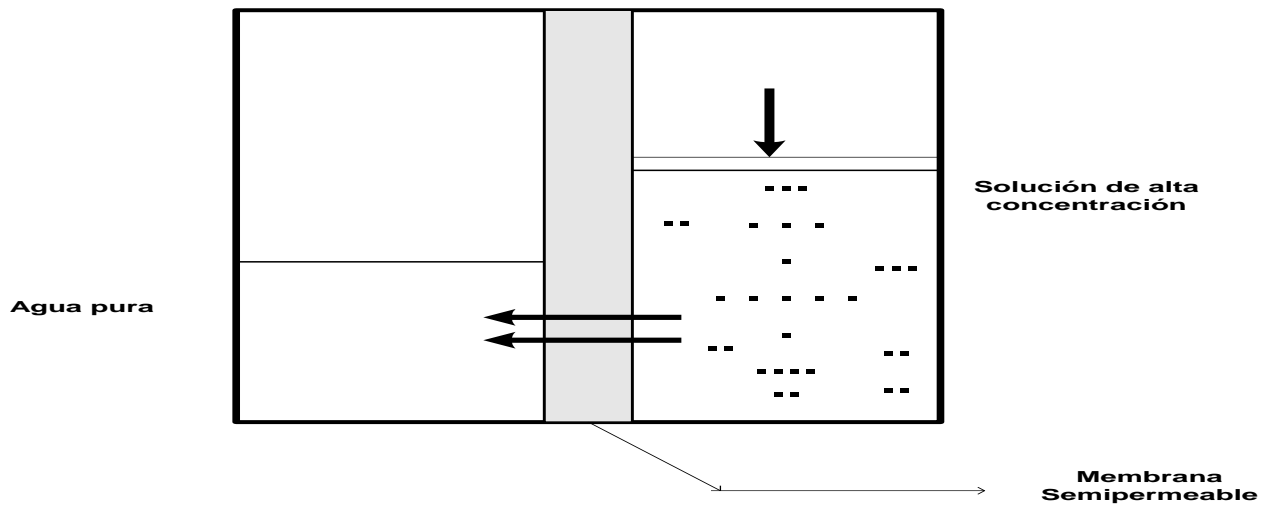
## **3.6 Osmosis Inversa**

Es claro que existen muchas formas de purificar el agua, pero para nuestro intereses utilizaremos el método de la osmosis inversa.

La osmosis inversa es un proceso que se usa con frecuencia para purificar y desalar agua. El agua líquida como se observa en la Figura 3.4. Se introduce a presión y atraviesa una membrana no porosa, en dirección contraria a la de la osmosis, la mayor parte de las sales y de las moléculas sin carga son retenidas por la membrana. Así, el permeado es una agua mucho más pura y el retentado se vuelve bastante más concentrado [9].

Las membranas más utilizadas son: una formulación de acetato y triacetato de celulosa, poliamidas aromáticas, poliamidas aromáticas de enlace crudo.



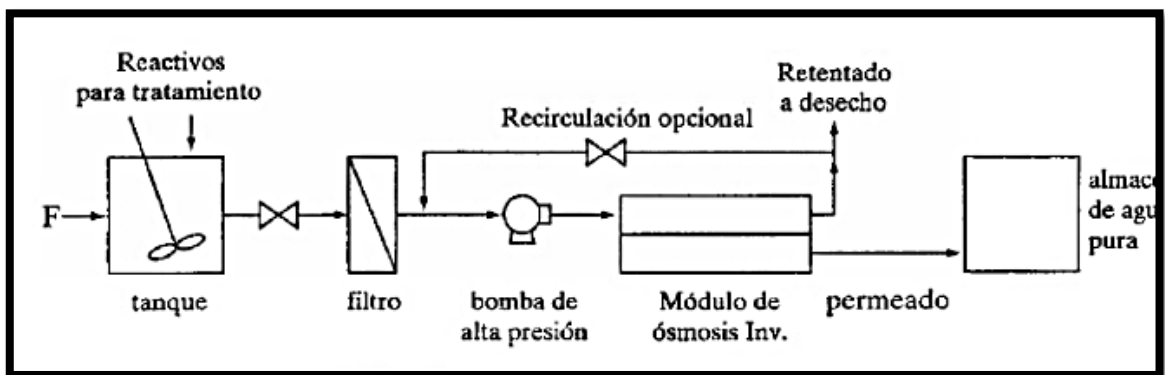


**Figura 3.4** Esquema de un sistema de osmosis inversa

Fuente: [8]

### 3.6.1 Principio de la osmosis inversa

Se usan módulos de fibra hueca y de membrana en espiral. Como se ve en la Figura 3.5. Los tubos delgados resisten alta presión en el lado del envoltorio (fuera de las fibras). En un sistema de osmosis inversa se requiere, en el caso normal, un tratamiento previo para eliminar todas las partículas que puedan obstruir la membrana. Si hay iones o solutos en solución que tengan poca solubilidad en el diseño debe haber un cálculo de solubilidad para determinar si van a precipitar sobre la membrana cuando se concentre el retentado [9].



**Figura 3.5** Esquema del principio de funcionamiento de la osmosis inversa

Fuente: [9]

### **3.6.2 Componentes de la osmosis inversa**

- Membrana Semi-permeable
- Tubos de Presión conteniendo la membrana
- Bomba generadora presión - Válvulas reguladoras de control
- Contenedores del permeado

### **3.6.3 Características de la osmosis inversa**

- Permite remover la mayoría de los sólidos (inorgánicos u orgánicos) disueltos en el agua (99%)
- Remueve los materiales suspendidos y micro-organismos
- Proceso de purificación.
- Tecnología simple, que no requiere de mucho mantenimiento
- Es modular y necesita poco espacio, de acuerdo a los caudales deseados.

### **3.6.4 Análisis de las osmosis y osmosis inversa**

La fuerza impulsadora de flujo en la osmosis es la diferencia entre la caída de presión a través de la membrana, y la diferencia de presiones osmóticas a través de la membrana [9].

### **3.6.5 Presión osmótica**

Es la presión que se produce para poder igualar concentraciones a través de una membrana, se puede considerar que se requiere de 6,89 KPa por cada 100 ppm de SDT [10].

### **3.6.6 Propiedades físico-químicas del agua osmotizada**

La ósmosis es un fenómeno físico-químico que hace referencia al paso de disolvente, pero no de soluto, entre dos disoluciones de distinta concentración separadas por una membrana semipermeable. El tamaño de los poros es minúsculo, por lo que dejan pasar las moléculas pequeñas, pero no las grandes. Si una de estas membranas separa un líquido en dos particiones, por ejemplo una de agua pura y otra de agua con azúcar, suceden distintos fenómenos que son explicados con los conceptos de potencial electroquímico y difusión simple [11].

### **3.6.1 Aplicaciones de la osmosis inversa**

Todo proceso donde se requiera eliminar / reducir eficientemente el contenido de sólidos disueltos, impurezas y carga bacteriana presentes en el agua o líquido disponible.

- Alimentación de agua para Calderas y Generadores de Vapor
- Procesos Industriales / Circuitos de Enfriamiento.
- Agua Ultra Pura para Aplicaciones Específicas
- Agua como insumo (Bebidas / Farmacéutica / Alimentos)
- Potabilización para consumo humano / Desalinización de agua de mar.
- Micro filtración, Ultrafiltración y Nano filtración.
- Reciclaje / Obtención de insumos (Concentrador)

### **3.6.1 Ventajas de la osmosis inversa**

Estos tipos de sistemas cada vez toman más fuerza en su uso debido a la eficiencia que el mismo proporciona. Se obtiene las ventajas que se resaltan el propósito de esta implementación [12].

- Proporciona un agua de excelente calidad y magnífico sabor tanto para consumo humano, riego y usos industriales.
- Se consigue un elevadísimo porcentaje (99 %) de retención de los contaminantes del agua tanto disueltos como no disueltos.
- Es un sistema totalmente respetuoso con el medio ambiente, puesto que no utiliza ni tampoco produce ni expulsa ningún tipo de producto químico nocivo.
- Se alarga la vida útil tanto de la maquinaria como de las tuberías, ya que la extracción de los minerales disueltos libra al agua de cualquier sustancia que pueda corroer las partes metálicas.
- Evita la acumulación de sedimentos.

### **3.6.2 Desventajas de la osmosis inversa**

- Sistema costoso (\$/m<sup>3</sup>)
- Costo de Capital
- Amplio espectro de Remoción
- Pérdida de Agua

- Regulaciones Ambientales

### **3.7 Variables para el diseño hidráulico**

#### **3.7.1 Presión del agua**

Es una fuerza sobre un cuerpo deformable los efectos que provoca dependen no solo de su intensidad, sino también de como este repartida sobre la superficie del cuerpo. La presión representa la intensidad de la fuerza que se ejerce sobre cada unidad de área de la superficie considerada. Cuanto mayor sea la fuerza que actúa sobre una superficie dada, mayor será la presión, y cuanto menor es la superficie para una fuerza dada, mayor será entonces la presión resultante [13].

#### **3.7.2 Presión absoluta**

Se llama presión absoluta la medida a partir del cero absoluto [14].

#### **3.7.3 Presión relativa o manométrica**

Es aquella que se mide a partir de la presión atmosférica local. Cualquier presión inferior a la atmosférica será una presión manométrica negativa, llamándose entonces depresión [14].

#### **3.7.4 Caudal del sistema**

El caudal volumétrico, o simplemente caudal  $Q$ , que circula por un determinado sistema es el volumen de líquido trasegado en la unidad de tiempo[14].

#### **3.7.5 Ecuación de la continuidad**

Un fluido que fluye desde la sección 1 hasta la sección 2 a una velocidad constante. Es decir, la cantidad de fluido a lo largo de cualquier sección en una cantidad de tiempo dada es constante. Esto se conoce como flujo estable. La masa de fluido que fluye por la sección 1 debe ser igual a la misma que fluye por la sección 2. Se establece que, para un flujo estable la rapidez de flujo de volumen es la misma en cualquier sección [15].

#### **3.7.6 Presión de vapor**

La propiedad de un fluido que determina las condiciones en que se forman burbujas de vapor es su presión de vapor  $p_{vp}$ , la cual suele reportarse como una presión absoluta en unidades de

*kPa o psia*. Cuando las formas de vapor y líquido de una sustancia están en equilibrio, hay una compensación entre el vapor que se expulsa fuera del líquido por acción de la energía térmica y la condensación del vapor debida a las fuerzas de atracción entre las moléculas [15].

### **3.7.7 Energías de un fluido**

Hay una variedad de formas de energía tales como:

- La energía perdida en un sistema debido a la fricción generada mientras el fluido fluye por las tuberías.
- La energía perdida mientras el fluido fluye por válvulas o accesorios donde tiene que recorrer trayectorias complejas, acelerar, desacelerar o cambiar de dirección.
- La energía añadida al sistema por una bomba mientras proporciona impulso para que el fluido se desplace y aumente su presión.
- La energía eliminada del sistema por medio de motores o turbinas que utilizan energía para conducir otros sistemas mecánicos. [15]

## **3.8 Régimen de circulación**

En cualquier sistema de tuberías hay pérdida de energía debido a la fricción que se produce dentro del fluido que fluye, dicha pérdida se ve afectada por el tipo de fluido, la velocidad del flujo y la naturaleza de la superficie de la pared de la tubería estacionaria [15]. Las pérdidas por fricción pueden ser bastantes significativas.

### **3.8.1 Flujo laminar**

Es aquel en el que el movimiento de las partículas tiene solamente el sentido y la dirección del movimiento principal del fluido. Se puede presentar en un conducto cerrado trabajando a presión (tubería), en un conducto abierto (canal) o en conducto definido por el medio estudiado (chorros de líquido o volúmenes de gases, no miscibles en el medio circundante, etc.) [16].

### **3.8.2 Flujo turbulento**

Es aquel en el que las partículas del fluido tienen desplazamiento en sentidos diferentes al del movimiento principal del fluido. Se pueden presentar en el mismo tipo de conductos referidos al régimen laminar. En este tipo de flujo al moverse las partículas con movimiento errático tiene como

consecuencia el que se presenten colisiones entre ellas, y esto genera cambios en la cantidad de movimiento (al ser choques inelásticos), que se manifiestan como pérdida de energía [16].

### **3.8.3 Número de Reynolds**

El comportamiento de un fluido, particularmente con respecto a las pérdidas de energía, resulta ser bastante dependiente de si es flujo laminar o turbulento. Por esta razón se requiere un medio adecuado para predecir el tipo de flujo sin tener que observarlo [15].

El número de Reynolds es uno de los varios números adimensionales que son útiles en el estudio de la mecánica de fluidos y la transferencia de calor. Es la relación de la fuerza de inercia presente en un elemento de fluido sobre la fuerza viscosa [15].

### **3.8.4 Números críticos de Reynolds**

Para las aplicaciones prácticas en cuanto al flujo en tuberías, se encuentra que el número de Reynolds para el flujo es menor que 2000, el flujo es laminar. Si el número de Reynolds es mayor que 4000, se puede suponer que el flujo es turbulento, resulta imposible predecir qué tipo de flujo existe; por lo tanto, a este rango se lo llama región crítica [15].

### **3.8.5 Ecuación de Darcy**

Un componente de la pérdida de energía se debe a la fricción en el fluido que fluye. Para el caso del flujo en tuberías y tubos, la fricción es proporcional a la carga de velocidad del flujo y a la relación de la longitud sobre el diámetro de la corriente de flujo [15].

La ecuación de Darcy puede utilizarse para calcular la pérdida de energía debida a la fricción en las secciones rectas y largas de tubería redonda, tanto para el flujo laminar como para el turbulento.

### **3.8.6 Pérdida de fricción en el flujo turbulento**

Para un flujo turbulento en tuberías circulares, se recomienda usar la ecuación de Darcy para calcular la pérdida de energía debida a la fricción. El flujo turbulento es bastante caótico y varía en forma constante [15]. Las pruebas han mostrado que el número adimensional  $\lambda$  depende de otros dos números adimensionales, que son el número de Reynolds y la rugosidad relativa de la tubería. La rugosidad relativa es la relación que hay entre el diámetro de la tubería  $D$  y la rugosidad promedio  $\varepsilon$  de la pared de la tubería.

### **3.8.7 Diagrama de Moody**

Es uno de los métodos más utilizados para evaluar el factor de fricción. Este diagrama presenta el factor de fricción  $\lambda$  graficado contra el número de Reynolds  $Re$  con una serie de curvas paramétricas relacionadas con la rugosidad relativa  $\frac{D}{\varepsilon}$  [15]. El diagrama de Moody se observa en el anexo III.

### **3.8.8 Pérdidas menores en la tubería**

Las pérdidas menores son las producidas por cualquier obstáculo colocado en la tubería que se suponga una mayor o menor obstáculo al paso del flujo, entradas y salidas de las tuberías, codos, válvulas, cambios de sección, etc. Normalmente son pequeñas comparadas con las pérdidas primarias, salvo que se trate de válvulas casi completamente cerradas [13].

### **3.8.9 Coeficiente de resistencia para válvulas y accesorios**

La pérdida de energía experimentada a medida que el fluido a través de una válvula o un accesorio se calculan con un método para determinar el coeficiente de resistencia  $\xi$ . El valor de  $\xi$  se pueden encontrar en tablas q tiene valores promedios[15].

### **3.8.10 Estaciones de bombeo**

Las estaciones de bombeo son un conjunto de estructuras civiles, equipos, tuberías y accesorios, que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la impulsan a un reservorio de almacenamiento o directamente a la red de distribución [18].

Si el punto de descarga está relativamente cerca a la fuente, los equipos de bombeo y sus conexiones eléctricas e hidráulicas conforman un conjunto de instalaciones que denomina impulsión (si la distancia fuente-descarga es relativamente grande, se prefiere darles tratamiento por separado al equipamiento y a la aducción por bombeo) [17].

### **3.8.11 Elementos de las estaciones de bombeo**

Los componentes básicos de una estación de bombeo de agua osmotizada son los siguientes:

- Caseta de bombeo.
- Cisterna de bombeo.
- Equipo de bombeo.

- Grupo generador de energía y fuerza motriz.
- Tubería de succión.
- Tubería de impulsión.
- Válvulas de regulación y control.
- Equipos de filtrado.
- Interruptores de máximo y mínimo nivel.
- Tableros de protección y control eléctrico.
- Sistema de ventilación, natural o mediante equipos.
- Área para el personal de operación.
- Cerco de protección para la caseta de bombeo.

### **3.8.12 Capacidad de la estación de bombeo**

La determinación del caudal de bombeo debe realizarse sobre la base de la concepción básica del sistema de abastecimiento, de las etapas para la implementación de las obras y del régimen de operación previsto para la estación de bombeo [17]. Los factores a considerar son los siguientes:

### **3.8.13 Periodo de bombeo**

El número de horas de bombeo y el número de arranques en un día, depende del rendimiento de la fuente, el consumo de agua, la disponibilidad de energía y el costo de operación.

Por razones económicas y operativas, es conveniente adoptar un periodo de bombeo de 6 horas diarias, que serán distribuidas en un horario ventajoso para la empresa. En situaciones excepcionales se adoptara un periodo mayor, pero considerando un máximo de 8 horas.

## **3.9 Bomba hidráulica**

### **3.9.1 Definición**

Una máquina de fluido es un sistema mecánico que intercambia energía con el fluido que está contenido o que circula a través de ella. En el sentido más amplio del término, una bomba hidráulica es una máquina generadora que trabaja con un fluido incompresible en la que se produce una transformación de energía mecánica en hidráulica [19].



### 3.9.2 Parámetros que intervienen en la selección de una bomba

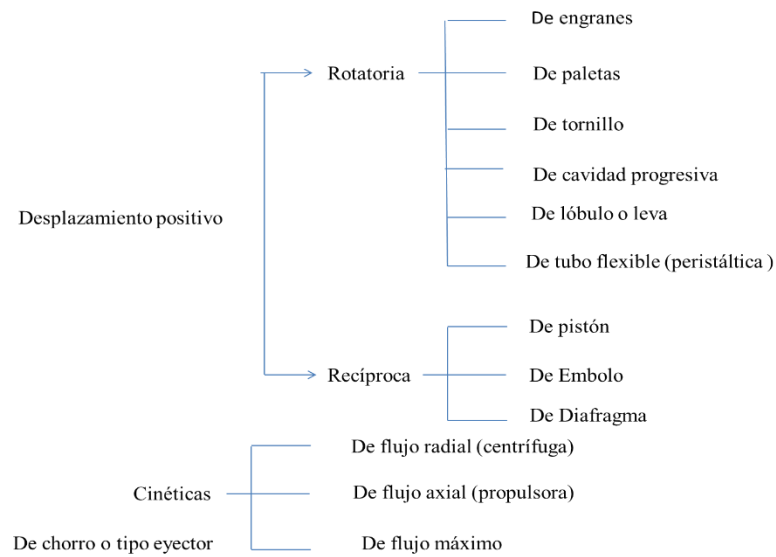
Al seleccionar una bomba para una aplicación particular, se deben considerar los siguientes factores:

- La naturaleza del líquido a bombear
- La capacidad requerida (rapidez del flujo volumétrico)
- Las condiciones presentes en el lado de succión (entrada) de la bomba
- Las condiciones presentes en el lado de descarga (salida) de la bomba
- La carga total de la bomba (el término  $h_a$  de la ecuación de la energía)
- El tipo del sistema al que la bomba le entrega el fluido
- El tipo de fuente de energía (motor eléctrico, motor diésel, turbina de vapor etcétera)
- Las limitaciones del espacio, peso y posición
- Las condiciones ambientales, códigos de gobierno y normas
- Los costos operativos de la bomba
- El costo del ciclo de vida total para el sistema de bombeo [15].

### 3.9.3 Tipos de bombas

Por lo general, las bombas se clasifican como de desplazamiento positivo o bombas cinéticas. En la Figura 3.6 se listan varios tipos de cada una. Las bombas de desplazamiento positivo entregan un volumen determinado de fluido por cada revolución del eje de la bomba o por cada ciclo de movimiento de los elementos de bombeo activos. Con frecuencia, producen presiones muy altas con caudales moderados [15].

Las bombas cinéticas operan mediante la transferencia de energía cinética desde un elemento giratorio, llamado impulsor, hasta un fluido mientras este se desplaza hacia y a través de la bomba. Después, una parte de esta energía se convierte en energía de presión tanto estática como dinámica a la salida de la bomba. El tipo de bomba cinética más frecuentemente utilizado es la bomba centrífuga.



**Figura 3.6** Clasificación de los tipos de bombas

**Fuente:** [15]

### 3.9.4 Bombas sumergibles para pozo

Las bombas sumergibles están diseñadas de manera que todo el conjunto de la bomba centrífuga, el motor de accionamiento y el aparato de succión y descarga puedan sumergirse en el fluido a bombear. Estas bombas son útiles para eliminar el agua no deseada en obras de construcción, minas, pozos de registro de servicios públicos, tanques industriales, instalación de aguas residuales y depósitos de carga a bordo de barcos [15].

Por lo general, la bomba se sostiene sobre una estructura que permite un libre flujo del fluido en la bomba. La succión de la bomba tiene lugar en la parte de abrasi3n y dise1ado especialmente para manejar grandes solidos mezclados con agua. La descarga fluye hacia afuera por el puerto de descarga situado a la izquierda.

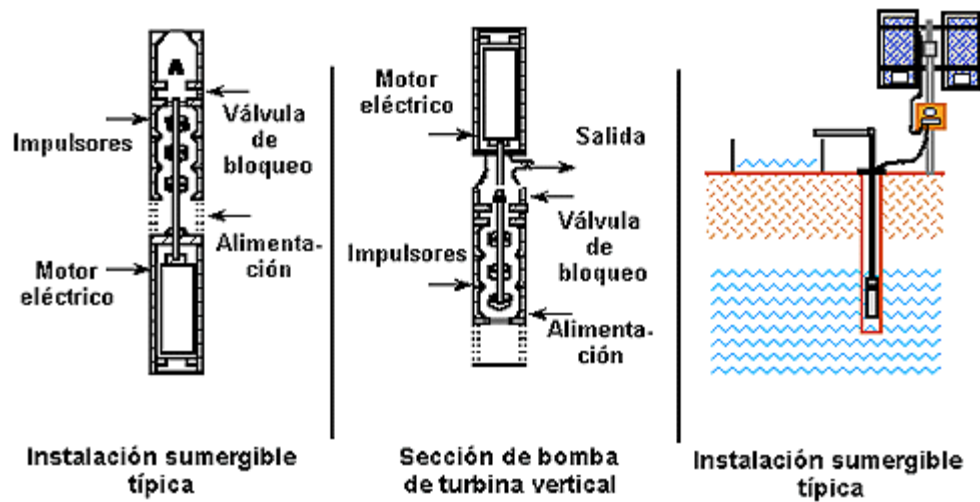


Figura 3.7 Partes de una bomba sumergible

Fuente: [20]

### 3.9.5 Ventajas y desventajas de una bomba sumergible

#### Ventajas

- La ventaja sobre otras bombas es su importante fuerza de elevación ya que no depende de la presión de aire exterior para hacer ascender el líquido.
- Se usan para el drenaje o agotamiento de aguas residuales, el bombeo industrial general y el bombeo de la mezcla.
- Las bombas sumergibles pueden trabajar también con tubería de aspiración, colocando la bomba por encima del nivel del depósito.
- Su rendimiento es mayor y trabaja de forma totalmente silenciosa en condiciones normales, siendo a largo plazo la mejor opción.

#### Desventajas

- Tiene un mayor costo de adquisición.
- Eficiencia relativamente baja frente al uso de bombas de eje vertical.
- El costo de operación es elevado.

### **3.9.6 Sensores de nivel**

El Sensor de nivel es un dispositivo electrónico que mide la altura del material, generalmente líquido, dentro de un tanque u otro recipiente.

Integral para el control de procesos en muchas industrias, los Sensores de nivel se dividen en dos tipos principales. Los Sensores de nivel de punto se utilizan para marcar una altura de un líquido en un determinado nivel preestablecido. Generalmente, este tipo de sensor funciona como alarma, indicando un sobre llenado cuando el nivel determinado ha sido adquirido, o al contrario una alarma de nivel bajo.

### **3.9.7 Precauciones al manipular una bomba sumergible**

Las precauciones que se debe tener al momento de manipular la bomba sumergible [21]. Son las siguientes:

- La bomba debe funcionar completamente sumergida en el líquido. Se permite la utilización de la bomba con bajo nivel de agua por un periodo no superior a 10 minutos.
- La bomba se pone en funcionamiento conectando el enchufe a la toma de corriente. El cable de conexión no debe usarse para alzar o transportar la bomba, para el transporte usar el asa incorporada.
- Al sumergir la bomba, para bajarla utilizar si fuera necesario una cuerda o similar, atándola al asa. Si el subsuelo fuera fangoso, arenoso o pedregoso es preciso hacer funcionar la bomba sumergida colgándola con una cuerda o cadena o situándola sobre una lastra de fondo adecuadamente amplia.
- Arena y otras sustancias abrasivas reducen la duración de la parte hidráulica y las juntas estancas de la bomba, deben por tanto evitarse.
- Si la temperatura desciende a niveles de hielo, la bomba debe sacarse del líquido que bombea. No debe exponerse jamás la bomba a congelación.
- La bomba debe vaciarse y llevarse a un sitio resguardado del hielo. Para facilitar el encendido de la bomba se aconseja hacer salir el aire sumergiendo la bomba con la boca de impulsión dirigida hacia lo alto.

Existen pérdidas de energía inevitables en la bomba debido a la fricción mecánica y a la turbulencia creada en el fluido a medida que pasa por la bomba. Por lo tanto, se requiere más potencia para accionar la bomba de la cantidad que finalmente se suministra al fluido [15].

### **3.9.8 Carga de succión positiva neta**

Las descripciones de los diferentes aspectos del desempeño de las bombas centrífugas se pone en relieve la importancia de la carga de succión positiva neta, *NPSH*. Los aspectos básicos son:

1. Evitar una condición llamada cavitación, debido a sus extremos efectos perjudiciales en la bomba.
2. El efecto de presión de vapor del fluido que se bombea sobre el establecimiento de la cavitación.
3. Las consideraciones de diseño de los sistemas de tuberías que afectan al *NPSH*.
4. Se debe satisfacer la  $NPHS_R$  de la bomba seleccionada.

Resulta esencial que el diseño del sistema de tuberías que conduce la bomba, llamado línea de succión, permita el flujo completo de líquido a través de la bomba y en la línea de descarga. El factor principal es la presión del fluido en la entrada de succión de la bomba. El diseño del sistema de tuberías de succión debe proporcionar una presión lo suficientemente alta como para evitar el desarrollo de la cavitación, en la cual se forman burbujas de vapor dentro del fluido que fluye [15].

### **3.10 Cavitación de una bomba**

Cuando a la entrada de la bomba la presión de succión es demasiada baja, se forma burbujas de aire en el fluido de una manera similar a la ebullición. Como una ayuda para comprender la formación de burbujas de vapor, vierta el agua en un recipiente abierto, colóquelo en una unidad de cocción y observe su comportamiento a medida que aumenta la temperatura, los valores se detallan en la Tabla 3.3. En cierto momento, se formaran algunas pequeñas burbujas de vapor de agua en la parte inferior del recipiente [15].

Si el calentamiento continuo, se formaran más burbujas que ascenderán hasta la superficie del líquido para escapar de este y difundirse en el aire circundante. Finalmente, el agua llegará a plena ebullición presentando entonces una vaporización continua y rápida. De haberse formado burbujas

de vapor en el puerto de succión debido a una presión excesivamente baja en ese punto, estas colapsaran puesto que fluyen hacia zonas de mayor presión [15].

El colapso de las burbujas libera grandes cantidades de energía, lo cual ejerce fuerzas de impacto efectivas sobre las paletas o alabes del impulsor y causa una erosión rápida de su superficie. Cuando se produce la cavitación, el desempeño de la bomba resulta gravemente degradado conforme disminuye el caudal volumétrico entregado [15].

**Tabla 3.3** Presión de vapor y carga de la presión de vapor para el agua.

<b>Temperatura</b> °C	<b>Presión de vapor</b> <i>kPa (abs)</i>	<b>Peso específico</b> $\left(\frac{kN}{m^3}\right)$	<b>Carga de la</b> <b>presión de vapor</b> ( <i>m</i> )
0	0,6105	9,806	0,06226
5	0,8722	9,807	0,08894
10	1,228	9,804	0,1253
20	2,338	9,789	0,2388
30	4,243	9,765	0,4345
40	7,376	9,731	0,7580
50	12,33	9,690	1,272
60	19,92	9,642	2,066
70	31,16	9,589	3,250
80	47,34	9,530	4,967
90	70,10	9,467	7,405
100	101,3	9,399	10,78

Fuente: [15]

### 3.11 NPSH

Los fabricantes de bombas prueban cada año cada diseño de bomba para determinar el nivel de presión de succión necesario para evitar la cavitación, reportando el resultado como la carga de succión positiva requerida,  $NPSH_R$  para la bomba en cada condición operativa de capacidad (caudal) y carga total sobre la bomba [15]. El diseño de un sistema de bombeo tiene la

responsabilidad de asegurar que la carga de succión positiva neta disponible,  $NPSH_D$ , sea significativamente superior a la  $NPSH_R$ .

El American National Standards Institute (ANSI) y el Hydraulic Institute (HI) han establecido normas en conjunto donde exigen que exista una diferencia mínima del 10 por ciento de la  $NPSH_D$  sobre la  $NPSH_R$ .

$$NPSH_D > 1.10NPSH_R$$

### 3.11.1 $NPSH_D$

El valor de  $NPSH_D$  depende de la presión del vapor del fluido que está siendo bombeado, tal como se aprecia en la Figura 3.8, de las pérdidas de energía en la tubería de succión, de la elevación del depósito de fluido y de la presión aplicada al fluido en el depósito [15]. Se aprecia en la ecuación 9.

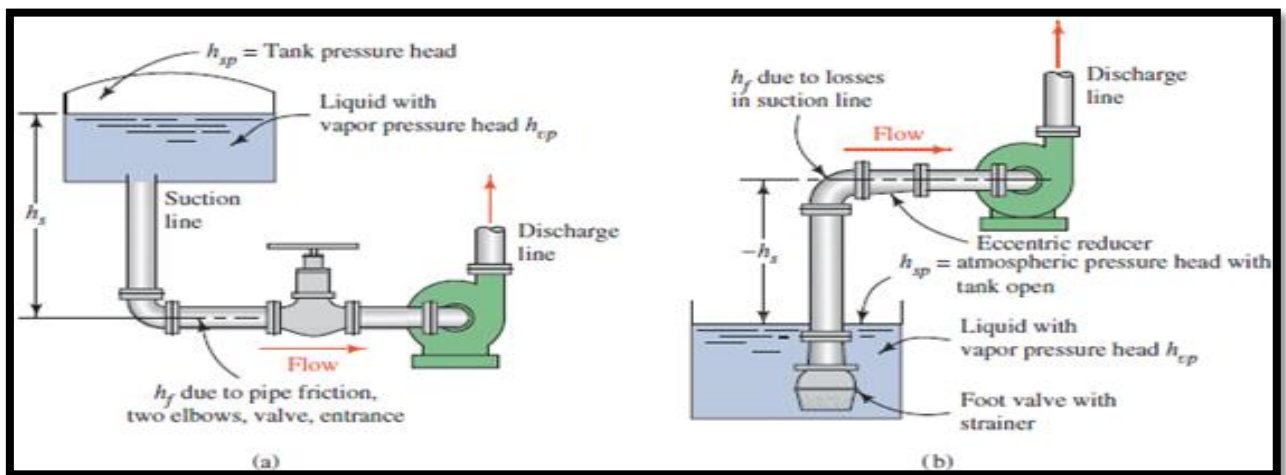


Figura 3.8 Detalles de la línea de succión

Fuente: [15]

### 3.11.2 Detalles de la línea de descarga

La línea de descarga debe ser tan corta y directa como sea posible para minimizar la carga sobre la bomba. Los codos deber ser del tipo estándar o de radio largo si es posible. El tamaño del tubo debe elegirse de acuerdo con la velocidad o las pérdidas por fricción permisibles [15].

La línea de descarga debe contener una válvula cerca de la bomba para permitir el servicio o reemplazo de la bomba. Esta válvula actúa con la válvula en el extremo de la línea de succión para aislar la bomba. Con objeto de obtener baja resistencia se prefiere una válvula de compuerta o de mariposa. Una válvula de alivio de presión protegerá a la bomba y a otros equipos en caso que ocurra un bloqueo del flujo o se cierre accidentalmente una válvula. Una válvula de retención evita que el flujo se regrese a través de la bomba cuando no esté operando y debe colocarse entre la válvula de cierre y la bomba.

### **3.11.3 Curva de resistencia del sistema**

El punto de operación de una bomba se define como el caudal que entregara la bomba cuando se instale en un sistema dado y este trabajando contra una carga total particular. Por lo general, el sistema de tuberías incluye varios de los elementos descritos sobre el diseño de las líneas de succión y descarga; válvulas, codos elementos del proceso y tramos rectos de tubería conectados [15]. La bomba debe realizar las siguientes tareas:

- Elevar el fluido desde un depósito u otra fuente inferior hasta un punto de destino o tanque superior.
- Aumentar la presión del fluido desde el punto de origen hasta el punto de destino.
- Superar la resistencia causada por la fricción en la tubería, las válvulas y los accesorios.
- Superar la resistencia causada por los elementos del proceso.
- Suministrar la energía relacionada con la operación de las válvulas de control del flujo que causan cambios inherentes a la carga del sistema para lograr los caudales deseados.

### **3.11.4 Carga estática total**

Se espera que la bomba trabaje contra una carga superior y, de hecho, que suministre fluido al sistema con una rapidez de flujo volumétrico especificada. Tan pronto como el fluido comienza a fluir por las tuberías válvulas, los accesorios y elementos del proceso incluidos en el sistema, se desarrolla más carga debido a las pérdidas de energía que se producen. Las pérdidas de energía son proporcionales a la carga de velocidad presente en las tuberías  $\left(\frac{v^2}{2 \cdot g}\right)$  y, por tanto aumentan de acuerdo con el cuadrado de la rapidez del fluido. Esto hace que se forme una curva característica



de resistencia del sistema sea parabólica (SRC, por sus siglas en ingles), a veces llamada curva de segundo grado.

### **3.12 Fundamentación Legal**

Los resultados obtenidos de los análisis del agua se basaron en el TULSMA que contiene los límites máximos permisibles, indicados en el libro VI- Tabla 2 que correspondes a Límites Máximos Permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieren desinfección, así como en la norma NTE INEN 1108 Agua Potable.

## **4 METODOLOGÍA**

### **4.1 Métodos**

En el presente proyecto de investigación se aplicó el método científico experimental el cual aplica métodos definatorios y clasificatorios, métodos estadísticos, procedimientos de medición, entre otros.

Se utilizó también el método hipotético-deductivo que consistió en primera instancia en la medición del caudal y el análisis de la calidad del agua, debido a ello se creó una hipótesis para explicar la falta de un buen suministro hídrico en este sector, con ello se llegó a la deducción de las consecuencias si se procediera a la instalación de una planta de tratamiento de agua como posible solución del problema, luego de ello se pensó las efectos fundamentales planteadas en la hipótesis y se logró comprobar la verdad de los enunciados concluidos comparándolos con la experiencia conseguida.

Para el análisis físico-químico y microbiológico del agua se utilizó el método del Colilert. Medios de cultivos selectivos. Los mismos que corresponden al Standart Method.

### **4.2 Técnicas**

Como principal técnica se utilizó la observación científica con lo cual se determinó el caudal máximo que el proyecto podría generar de acuerdo a los parámetros de altura y tiempo de recuperación del recurso hídrico, esta técnica se utilizó a la par con la técnica de medición con lo cual se pudo establecer la bomba sumergible y tubería adecuada.

Para la determinación de la demanda de agua de la empresa se aplicó la técnica la observación (Anexo IV) al consumo diario de la empresa, para lo cual se tomó datos y posteriormente se analizaron y estableciéndolos mediante un promedio.

### **4.3 Operacionalización de las variables**

En la planta de tratamiento de agua se definió cuál es la variable independiente y dependiente para el análisis del mismo como se especifica en la tabla 4.4

**Tabla 4.4** Operacionalización de variable independiente.

<b>Definición conceptual</b>	<b>Variable</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Instrumentos de medición</b>
Implementación de una planta de tratamiento de agua por medio de osmosis inversa.	NPHS (Carga de succión neta) Ha (carga neta de la bomba)	m.c.a. m.c.a.	Cálculos

**Tabla 4.5** Operacionalización de variable dependiente.

<b>Definición conceptual</b>	<b>Variable</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Instrumentos de medición</b>
Solventar la demanda hídrica de la empresa	Caudal Calidad del agua	(Litros/min) PH	Caudalímetro Análisis físico-químicos

#### **4.4 Instrumentos**

Los instrumentos de medición en la tabla 4.6 fueron los utilizados en esta investigación.

**Tabla 4.6** Instrumentos de medición utilizados

Instrumentos de medición		
Instrumento	Descripción	Unidades de medida
	<b>Caudalímetro.</b> - Instrumento usado para medir lineal, no lineal, la masa o caudal volumétrico de un líquido o un gas.	(Litros/min)
	<b>Flexómetro.</b> - Es un instrumento de medición que se utiliza para calcular la distancia.	Metros
	<b>Pirómetro.</b> - dispositivo capaz de medir la temperatura de una sustancia sin necesidad de estar en contacto con ella.	°C
	<b>Multímetro.</b> - Un multímetro es un instrumento que permite medir directamente magnitudes eléctricas	Voltio

Estos instrumentos se utilizaron para realizar las diferentes mediciones y proceder a realizar los cálculos y selecciones de los elementos que se ocuparon en la implementación.

## 4.5 Ecuaciones para la selección de elementos

### 4.5.1 Volumen del pozo

Para determinar el volumen del pozo se utilizó la siguiente ecuación:

$$V = A_{\theta} \cdot h \quad (4.1)$$

Dónde:

$V$ : Volumen; ( $m^3$ )

$A_{\theta}$ : Sección del área transversal; ( $m^2$ )

$h$ : Altura ; ( $m$ )

### 4.5.2 Demanda diaria

Se utilizó la siguiente expresión matemática para determinar el caudal diario que requiere la empresa.

$$Q = \frac{V}{t} \quad (4.2)$$

Dónde:

$V$ : Volumen ;( $m^3$ )

$Q$ :Caudal; ( $\frac{m^3}{seg}$ )

$t$ :Tiempo; ( $seg$ )

### 4.5.3 Ecuación de la continuidad

Sirvió para calcular la velocidad del fluido necesario en el sistema hidráulico.

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} \quad (4.3)$$

Dónde:

$v$ : Velocidad del fluido ;( $\frac{m}{s}$ )

$Q$ : Caudal;  $\left(\frac{m^3}{seg}\right)$

$D$ : Diámetro;  $(m)$

#### 4.5.4 Número de Reynolds

Con esta ecuación se determinó si el fluido es laminar o turbulento.

$$R_e = \frac{v \cdot D \cdot \rho}{\mu} \quad (4.4)$$

Dónde:

$R_e$ : Numero de Reynolds; *(adimensional)*

$v$ : Velocidad del fluido;  $\left(\frac{m}{s}\right)$

$D$ : Diámetro de la tubería;  $(m)$

$\rho$ : Densidad del fluido;  $\left(\frac{kg}{m^3}\right)$

$\mu$ : Viscosidad dinámica del fluido;  $\left(\frac{kg}{m \cdot s}\right)$

#### 4.5.5 Factor de fricción

Esta ecuación se utilizó para determinar la rugosidad de la tubería.

$$\lambda = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{R_e}} \quad (4.5)$$

Dónde:

$\lambda$ : Factor de fricción; *(adimensional)*

$R_e$ : Numero de Reynolds; *(adimensional)*

#### 4.5.6 Resistencia de la superficie.

Se utilizó para calcular las pérdidas por fricción de tubería y pérdidas por accesorios.

$$R = \left( \sum \xi + \lambda \cdot \frac{L}{D} \right) \cdot \frac{8}{g \cdot \pi^2 \cdot D^4} \quad (4.6)$$

Dónde:

R: Resistencia de la superficie;  $\left(\frac{s^2}{m^5}\right)$

$\xi$ : Coeficiente de resistencia; (*adimensional*)

$\lambda$ : Factor de fricción; (*adimensional*)

L: Longitud de la tubería; (*m*)

D: Diámetro de la tubería; (*m*)

g: Gravedad;  $\left(\frac{m}{s^2}\right)$

#### 4.5.7 Altura requerida

Con esta fórmula se determinó la pérdida por altura.

$$H_R = \Delta Z + R \cdot Q^2 \quad (4.7)$$

Dónde:

$H_R$ : Altura requerida; (*m*)

$\Delta Z$ : Diferencia de altura; (*m*)

R: Resistencia de la superficie;  $\left(\frac{s^2}{m^5}\right)$

Q: Caudal;  $\left(\frac{m^3}{seg}\right)$

#### 4.5.8 Cargas de presión de vapor de líquido

Esta ecuación se utilizó para determinar la formación de burbujas de aire a una temperatura dada.

$$H_v = \frac{P_v}{\rho \cdot g} \quad (4.8)$$

Dónde:

$H_v$ : Carga de presión de vapor de líquido; (m. c. a.)

$P_v$ : Presión de vapor;  $\left(\frac{N}{m^2}\right)$

$\rho$ : Densidad del fluido; ( $\frac{kg}{m^3}$ )

$g$ : Gravedad; ( $\frac{m}{s^2}$ )

#### 4.5.9 Altura Neta Positiva de succión disponible

Esta fórmula se ocupó para determinar el nivel de presión de succión necesario para evitar la cavitación.

$$NPSH_D = \frac{P_{atm}}{\rho \cdot g} + H_s - R \cdot Q^2 - H_v \quad (4.9)$$

Dónde:

$NPSH_D$ : Altura Neta Positiva de succión disponible; (m. c. a.)

$P_{atm}$ : Presión Atmosférica; ( $\frac{N}{m^2}$ )

$\rho$ : Densidad del fluido; ( $\frac{Kg}{m^3}$ )

$g$ : Gravedad; ( $\frac{m}{s^2}$ )

$H_s$ : Altura de succión; (m. c. a.)

$R$ : Resistencia de la superficie; ( $\frac{s^2}{m^5}$ )

$Q$ : Caudal; ( $\frac{m^3}{seg}$ )

$H_v$ : Carga de presión de vapor de líquido; (m. c. a.)

#### 4.5.10 Potencia de las bombas

Se utilizó para obtener la corriente nominal de la bomba sumergible y periférica.

$$P = V \cdot I_N \quad (4.10)$$

Dónde:

$P$ : Potencia nominal; ( $W$ )



$V$ : Voltaje de línea; ( $V$ )

$I_N$ : Corriente nominal; ( $A$ )

#### 4.5.11 Corriente de protección en fusibles

Se utilizó esta expresión para obtener la corriente de protección de los fusibles.

$$I_F = K \cdot I_N \quad (4.11)$$

Dónde:

$I_F$ : Corriente de protección de los fusibles; ( $A$ )

$K$ : Constante de protección; (1.8 a 2.1)

$I_N$ : Corriente nominal a plena carga; ( $A$ )

#### 4.5.12 Corriente de protección en los interruptores termomagnéticos

$$I_P = C \cdot I_N \quad (4.12)$$

Dónde:

$I_P$ : Corriente de protección; ( $A$ )

$C$ : Constante de protección al arranque de la bomba; (3 a 7)

$I_N$ : Corriente nominal a plena carga; ( $A$ )

#### 4.5.13 Corriente de relé

$$I_{rele} = 1,15 \cdot I_N \quad (4.13)$$

Dónde:

$I_{rele}$ : Corriente de relé; ( $A$ )

$I_N$ : Corriente nominal a plena carga; ( $A$ )

## 5 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los parámetros más relevantes que arrojaron los resultados físico-químicos de agua se detallan en la tabla 5.7.

**Tabla 5.7** Análisis físico-químico y microbiológico del agua

<b>Parámetros de purificación</b>		
<b>Paramentos</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultados</b>
Potencial de hidrógeno	U.pH	7,36
Color Aparente	Pt-Co	5
Turbiedad	NTU	1.4
Índice de Langelier	I.L.	-1,7
Índice Agresividad	mg/L	9,7
Solidos totales	----	844
Solidos disueltos	----	818

Con los parámetros de la tabla 5.7 se procedió a tomar datos y mediciones para la selección adecuada de elementos tanto hidráulicos, mecánicos y de purificación para esta implementación.

### 5.1 Selección de elementos del sistema

#### 5.1.1 Volumen del pozo

Utilizando la ecuación 4.1 el volumen del pozo es de  $0,8 m^3$  debido que el área circular del pozo es de  $0,79m^2$  y altura de  $1m$ . Al vaciar el pozo su tiempo de recuperación del volumen inicial fue de  $20 min$ .

#### 5.1.2 Tanque de reserva

Según el Anexo V. El volumen más alto de consumo en el día de trabajo de la empresa es de  $375 lt$ , por lo que se eligió un tanque de  $500 lt$  de denominación Plastigama, el cual tiene un recubrimiento de polietileno 100% virgen exclusivo para almacenar productos de consumo humano.



**Figura 5.9** Tanque de reserva

**Fuente:** [22]

### 5.1.3 Caudal de trabajo

Los caudales de diseño con los cuales se trabajó son los siguientes:

**Tabla 5.8** Caudales de diseño

$Q(\frac{m^3}{h})$	0	1,5	2,88	3,50	Bomba sumergible
	0	1	2	3	Bomba periférica

### 5.1.4 Selección del diámetro de la tubería

Con los caudales de diseño en el Anexo VI se pudo tomar un diámetro de 32 mm promedio con los cuales se utilizó en la selección de la bomba sumergible y de 25mm para la selección de la bomba periférica.

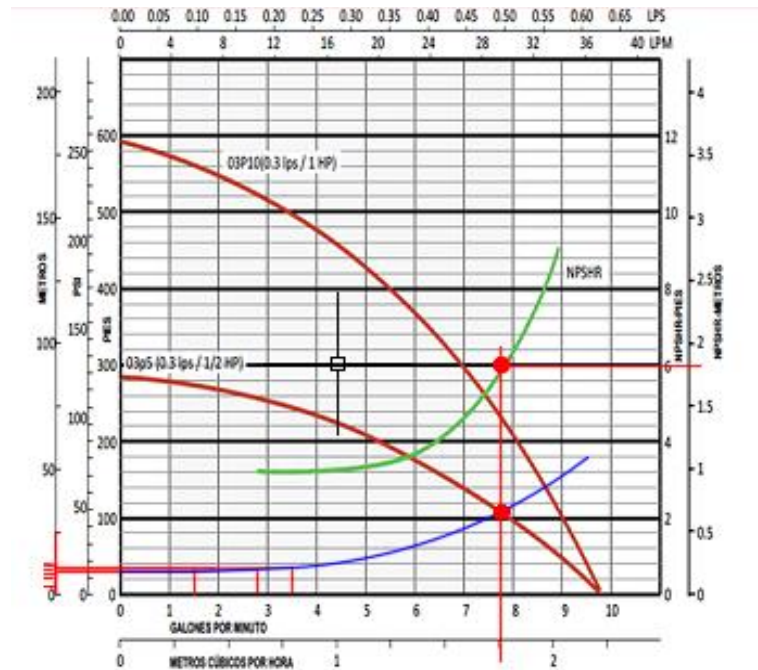
### 5.1.5 Selección de la bomba sumergible

Se tomó en cuenta los valores de temperatura del agua del pozo  $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , la densidad del fluido  $\rho: 998 \frac{kg}{m^3}$ , la viscosidad dinámica  $\mu = 1,02 \cdot 10^{-3} (\frac{kg}{m \cdot s})$ , la presión de vapor  $P_v = 2338 \frac{N}{m^2}$  tomados del Anexo VII, la presión atmosférica de la parroquia Pucayacu  $P_{atm} = 101100 \frac{N}{m^2}$ , y la sumatoria de los coeficientes de resistencia 4,50 tomados del Anexo V, lo que permitió obtener los resultados para determinar la curva característica de la bomba y se detallan en la Tabla 5.9.

**Tabla 5.9** Cálculo para selección de la bomba sumergible

		Ecu. [4.3]	Ecu. [4.4]	Ecu. [4.5]	Ecu. [4.6]	Ecu. [4.7]	Ecu. [4.7]
$Q(\frac{m^3}{h})$	$Q(\frac{m^3}{s})$	$(\frac{m}{s})$	( <i>adim</i> )	( <i>adim</i> )	$(\frac{s^2}{m^5})$	( <i>m</i> )	( <i>m. c. a.</i> )
0	0	0	0	0	354957,79	4,70	10,1
1,5	$4,176 \cdot 10^{-4}$	0.51	156640	0,015	613682,65	4,80	10
2,88	$8 \cdot 10^{-4}$	1	307137,25	0,013	578975,60	5,07	9,73
3,50	$9 \cdot 10^{-4}$	1.20	368564,70	0,012	561622,11	5,23	9,57

Por medio de los datos obtenidos en la Tabla 5.9 se realizó la curva característica de la bomba sumergible que se muestra a continuación:



**Figura 5.10** Curva Característica de la bomba

La bomba sumergible no cavita, de esta manera se aseguró el funcionamiento correcto de la misma. De acuerdo a la curva de Caudal vs Altura requerida y la curva de la bomba se eligió una bomba sumergible de  $\frac{1}{2}hp$  , 110v. El caudal de operación con la tubería de diámetro de 32 mm es de  $1.75 \frac{m^3}{h}$ .



**Figura 5.11** Bomba Sumergible

Fuente [14]

### 5.1.6 Selección de la bomba periférica

Se tomó los datos del agua de pozo que se utilizó para selección de la bomba sumergible y se observa en la tabla 5.10

**Tabla 5.10** Cálculo para selección de la bomba periférica

		Ecu. [4.3]	Ecu. [4.4]	Ecu. [4.5]	Ecu. [4.6]	Ecu. [4.7]	Ecu. [4.7]
$Q(\frac{m^3}{h})$	$Q(\frac{m^3}{s})$	$(\frac{m}{s})$	( <i>adim</i> )	( <i>adim</i> )	$(\frac{s^2}{m^5})$	( <i>m</i> )	( <i>m. c. a.</i> )
0	0	0	0	0	354957,79	1,40	10,1
1	$2,77 \cdot 10^{-4}$	0,56	134372,54	0,016	16731741,42	2,68	8,82
2	$5,55 \cdot 10^{-4}$	1,13	271144,60	0,013	6182825,22	3,30	8,20
3	$8,33 \cdot 10^{-4}$	1,69	405517,15	0,012	4340682,09	4,41	7,09

Por medio de los datos obtenidos en la Tabla 5.11 se realizó la curva característica de la bomba sumergible que se muestra a continuación:

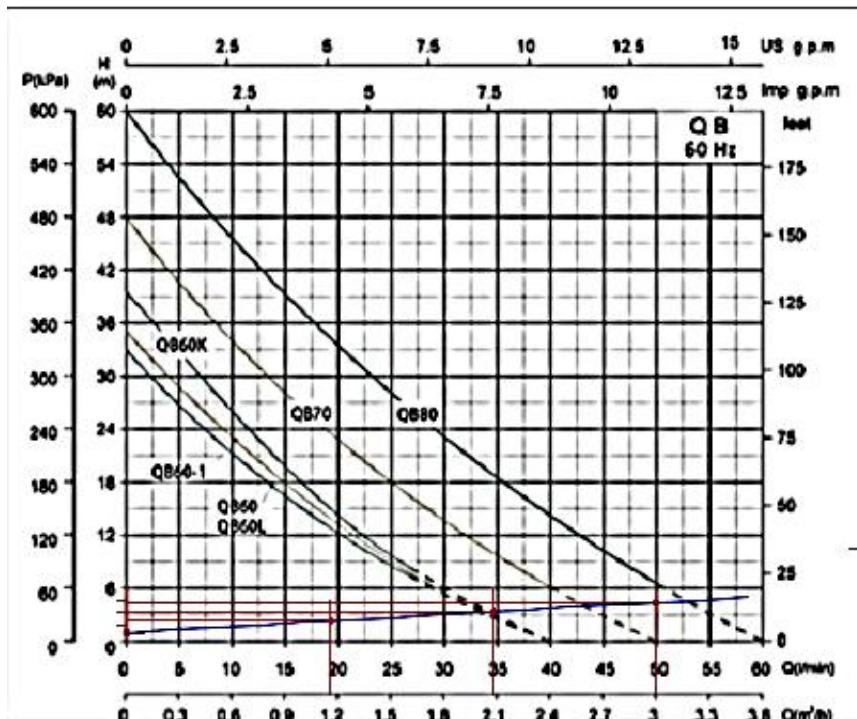


Figura 5.12 Curva característica de la bomba periférica

La bomba periférica no tuvo problemas en su funcionamiento en cuanto a la cavitación. De acuerdo a la curva de Caudal vs Altura requerida y la curva de la bomba, se eligió una bomba periférica de  $\frac{1}{2}hp$  , 110v. El caudal de operación con la tubería de diámetro 25 mm es de  $2 \frac{m^3}{h}$ .



Figura 5.13 Bomba periférica

Fuente [14]

### 5.1.7 Filtros de purificación

En el catálogo Emauxt elegimos dos filtros que soportan un caudal máximo de  $4.32 \frac{m^3}{h}$ , y se tomó en cuenta el caudal de trabajo de la bomba periférica que arrojó  $2 \frac{m^3}{h}$  que no sobrepasa el límite máximo de los filtros antes mencionados que permitió un filtrado adecuado.

El primer filtro se llenó con Zeolita para la sedimentación del agua y el otro con carbón activado para las sales e impurezas que se encuentran en la misma.



**Figura 5.14** Filtros Emauxt

**Fuente:** [23]

### 5.1.8 Selección de la osmosis Inversa

Para mejorar los parámetros dados en la tabla 5.7 se seleccionó una osmosis inversa de 7 etapas la cual cambio el agua acida por una naturalmente alcalina como se observa en el Anexo IX , así como también redujo las bacterias dañinas en el agua.



**Figura 5.15** Osmosis Inversa

Fuente: [23]

### 5.1.9 Cálculo de las protecciones eléctricas

La tabla 6.11 nos permitió tabular los valores de corriente para seleccionar las protecciones adecuadas para las bombas.

**Tabla 6.11** Protecciones eléctricas

	Ecu (4.10)	Ecu (4.13)	Ecu (4.11)	Ecu (4.12)
	$I_N (A)$	$I_{Rele} (A)$	$I_{Fusible} (A)$	$I_T (A)$
Bomba Sumergible	3,39	(2,5-4)	10	15
Bomba Periférica	3,39	(2,5-4)	10	15

De acuerdo con la bomba seleccionada de  $\frac{1}{2} hp$  se obtuvo la corriente nominal  $I_N$  con los valores que se detallan en la tabla 6.11 y se determinaron las protecciones que constan para el relé térmico basándonos en el anexo XIII que nos da un valor del rango (2,5 - 4) A. Así también un fusible térmico de 10 A de valor comercial como se observa en el en el Anexo XV.



Y por último un interruptor termomagnético de 15 A de valor comercial como se aprecia en el Anexo XIV, así mismo con estos valores de corriente, por defecto el cable que se usó para la instalación eléctrica es el AWG TW N° 14.

## 5.2 Comprobación de hipótesis

Mediante la implementación de una planta de tratamiento de agua por medio de osmosis inversa se solventará la demanda hídrica de la empresa productos lácteos ‘EL GANADERO’.

- Planta de tratamiento de agua
- Sistema de osmosis Inversa
- Demanda hídrica de la empresa

Mediante la implementación de una planta de tratamiento de agua se pudo suplir la necesidad de la empresa ya que lo requerido es  $3.65 \frac{lt}{min}$  en la empresa en general y con este proyecto se obtiene un caudal de  $12 \frac{lt}{min}$  para la utilización, después de pasar por todo los filtros de purificación, es decir una cantidad que sobre pasa lo demandado.

Para el proceso de alimentos que es una nueva implementación dentro de esta empresa se requiere 250 lt en un lapso de 2 horas y el proceso de osmosis inversa nos da  $1 \frac{lt}{min}$  lo que es más que suficiente para complementar esta área ya que tiene 6 horas para su recuperación de volumen en la reserva del agua osmotizada.

## 6 PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS

Se analizó la inversión de este proyecto mediante el cálculo del TIR y el VAN que se detallan a continuación, así como los impactos que este provoca.

**Tabla 6.12** Detalle de costo de elementos electromecánicos

ELEMENTOS ELECTROMECAÑICOS				
Cantidad	Unidad	Elemento	Costo p/u (\$)	Costo total (\$)
1	U	Bomba Sumergible	300,00	300,00
1	U	Bomba Periferia	90	90

1	U	Caja de capacitores	65	65
1	U	Caja de control	250	250
1	U	Taipe	1,00	1,00
50	m	Cable	0.40	20,00
20	U	Tornillos	0,10	2,00
			<b>Subtotal</b>	\$640,00
			<b>IVA 12%</b>	\$ 87,36
			<b>TOTAL</b>	\$ 728,00

En la tabla 6.12 se puede apreciar los elementos electromecánicos y algunos adicionales que se utilizaron para la implementación de la parte hidráulica de este proyecto. Obteniendo un gasto directo total de \$728,00 en este aspecto del proyecto.

**Tabla 6.13** Detalle de costos de elementos de purificación y accesorios

<b>ELEMENTOS DE PURIFICACION Y ACCESORIOS</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Elemento</b>	<b>Costo p/u (\$)</b>	<b>Costo total (\$)</b>
3	U	Cisternas	80	240
1	U	Regulador de presión	150	150
2	U	Filtro Emauxt 17"	210	420
1	U	Carbón Activado	47	47
1	U	Tubería y accesorios	100	100
1	U	Sistema de osmosis inversa	350	350
			<b>Subtotal</b>	\$1150,16
			<b>IVA 12%</b>	\$156,84
			<b>TOTAL</b>	\$ 1307,00

En la tabla 6.13 se puede apreciar los elementos de purificación y accesorios que se utilizaron para la purificación del agua. Obteniendo un gasto directo total de \$ 1307,00 en este aspecto del proyecto

**Tabla 6.14** Presupuesto de la implementación

<b>GASTOS DIRECTOS</b>	
<b>Componente del gasto</b>	<b>Costo total (\$)</b>
Elementos electromecánicos	\$ 728,00
Elementos de purificación y accesorios	\$ 1307,00
<b>TOTAL GASTOS DIRECTOS</b>	<b>\$ 2035,00</b>
<b>GASTOS INDIRECTOS</b>	
Transporte	50,00
Material bibliográfico	100,00
Imprevistos	50,00
Asesoría externa	200,00
Alquiler de equipos de medición	100,00
Análisis de muestras	312,00
Servicios solicitados a terceros	100,00
Otros	50,00
<b>TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>	<b>\$962,00</b>
<b>TOTAL GASTOS</b>	<b>\$2997,00</b>

Se obtuvo el resultado de la inversión de los gastos directos e indirectos como se observa en la tabla 6.14 que intervinieron en esta implementación para realizar en análisis respectivo y se muestra en la tabla 6.15.

**Tabla 6.15** Análisis del TIR y VAN

<b>FLUJO CAJA ANUAL</b>						
<b>AÑOS</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Inversión</b>	<b>(7.331,80)</b>					
<b>Capital de Trabajo</b>	<b>(2.997,00)</b>					
<b>Gastos Legales</b>	<b>(175,00)</b>					
<b>INGRESOS</b>		<b>3.300,00</b>	<b>3.300,00</b>	<b>3.300,00</b>	<b>3.300,00</b>	<b>3.300,00</b>
<b>(-) COSTOS OPERACIONALES</b>		<b>(1.000,00)</b>	<b>(1.001,00)</b>	<b>(1.002,00)</b>	<b>(1.003,00)</b>	<b>(1.004,00)</b>
<b>(-) Depreciación y Amortización</b>		<b>-</b>	<b>-</b>	<b>(35,00)</b>	<b>(35,00)</b>	<b>(35,00)</b>
<b>UTILIDAD OPERACIONAL</b>		<b>2.300,00</b>	<b>2.299,00</b>	<b>2.263,00</b>	<b>2.262,00</b>	<b>2.261,00</b>
<b>(-) Intereses</b>		<b>(252,09)</b>	<b>(252,09)</b>	<b>(252,09)</b>	<b>(252,09)</b>	<b>(252,09)</b>
<b>Utilidad antes de Obligaciones</b>		<b>2.047,91</b>	<b>2.046,91</b>	<b>2.010,91</b>	<b>2.009,91</b>	<b>2.008,91</b>
<b>(-) Participación Trabajadores</b>		<b>(127,19)</b>	<b>(127,19)</b>	<b>1.537,96</b>	<b>1.537,96</b>	<b>1.537,96</b>
<b>(-) Impuesto a la Renta</b>		<b>(180,18)</b>	<b>(180,18)</b>	<b>2.178,78</b>	<b>2.178,78</b>	<b>2.178,78</b>
<b>FLUJO DESPUÉS DE OBLIGACIONES</b>		<b>1.740,54</b>	<b>1.739,54</b>	<b>5.727,65</b>	<b>5.726,65</b>	<b>5.725,65</b>
<b>(-) Pago de Capital Prestado</b>		<b>(500,00)</b>	<b>(500,00)</b>	<b>(500,00)</b>	<b>(500,00)</b>	<b>(500,00)</b>
<b>(+) Depreciación y Amortización</b>		<b>-</b>	<b>-</b>	<b>35,00</b>	<b>35,00</b>	<b>35,00</b>
<b>(=) FLUJO NETO</b>	<b>(10.503,80)</b>	<b>1.240,54</b>	<b>1.239,54</b>	<b>5.262,65</b>	<b>5.261,65</b>	<b>5.260,65</b>
					<b>VAN</b>	<b>\$4.052,20</b>
					<b>TIR</b>	<b>16,85%</b>

Tomando en cuenta la cantidad que se va a invertir en la planta de tratamiento de agua como se observa en la Tabla 6.14, más los valores que la empresa proporciona sobre toda la construcción civil, mano de obra entre otros que se detalla en la Tabla 6.15 obtenemos el valor actual neto (VAN) que es mayor a los ingresos lo que permite que se recupere la inversión en un tiempo estimado de 5 años.

También se observa la tasa interna de retorno (TIR) es de 16.85% lo cual es mayor que la tasa de retorno que ofertan los bancos en la actualidad generando un beneficio considerable a la empresa.

## **6.1 Análisis de impactos**

### **6.1.1 Impacto práctico**

La implementación de este sistema que implicó la extracción de agua de pozo por medio de una bomba sumergible y los distintos procesos de tratamientos seleccionados en este proyecto se ha realizado con la finalidad de abastecer el sistema de producción de la empresa en mención con una cantidad de 1750 litros al día y así de esta manera evitar pérdidas y tener una mejor calidad de productos.

### **6.1.2 Impacto simbólico**

La extracción de agua de pozo y el tratamiento por medio de osmosis inversa regulando el PH de la misma de 7.3 a 8.2, permite tener un recurso de calidad e independiente para que la empresa pueda desarrollar sus actividades de producción con normalidad evitando pérdidas y la opción de ampliar sus procesos.

### **6.1.3 Impacto tecnológico**

La implementación de esta planta de tratamiento de agua por medio de osmosis inversa hace posible la correcta selección de elementos tanto para la extracción como para la purificación con una eficacia excelente, incluso superando la calidad del sistema de agua potable de este sector, con lo cual la empresa disminuye pérdidas y trabajos extras que genera los cortes de agua y por lo cual pueden efectuar nuevos procesos de producción.

### **6.1.4 Impacto ambiental**

En este proyecto según los análisis físico-químicos del agua las condiciones de la misma son normales y están dentro de un rango controlable, además debemos tomar en cuenta que un 70.1 % de los ecuatorianos utiliza como suministro para beber agua una fuente como tubería, pozo o manantial protegido, o agua embotellada en la vivienda o cerca de ella, de manera suficiente y libre de contaminación fecal.

### 6.1.5 Impacto ético:

Este proyecto representa una mejora de calidad en el agua de la empresa, así como también un aporte para la vida diaria de las personas que laboran en este lugar, además se pretende que el mismo sea una base para que este servicio mejore en el sector y las personas tengan una mejor calidad de vida.

## 7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1 Conclusiones

- Se realizó una investigación bibliográfica y de campo que permitió la implementación de la planta de tratamiento de agua, obteniendo un caudal de  $0,8 \frac{m^3}{h}$  lo que permite a la empresa no solo trabajar con normalidad, sino que también generar nuevos procesos ya que el caudal sobrepasa a la demanda diaria de la misma.
- Mediante selección se determinó el uso de 1 bomba sumergible de  $\frac{1}{2} hp$  para la extracción de agua del pozo hacia una cisterna.
- Se estableció mediante selección y cálculo el uso de una bomba periférica de  $\frac{1}{2} hp$  para enviar el caudal a los filtros de zeolita y carbón activado así como también al sistema de osmosis inversa.
- Estableciendo la necesidad de la empresa se seleccionó un sistema de osmosis inversa de 7 etapas que arroja un caudal de  $1 \frac{lt}{min}$  que cubre de manera satisfactorio la necesidad para el área de proceso de alimentos.
- Mediante el tiempo de recuperación del pozo y la necesidad de la empresa se seleccionó cisternas de 500 litros para el almacenamiento del agua.
- Mediante catálogo se determinó una tubería de 32mm para la bomba sumergible y de 25 mm para la bomba periférica.
- Realizando un análisis físico-químico y bacteriológico se obtuvo un PH del agua filtrada y osmotizada de 8,2 que se encuentra en los rangos permitidos dentro de la norma INEN 11008 y el libro de TULSMA que avalan la utilización de dicho recurso.

### **Recomendaciones**

- De acuerdo con los datos obtenidos el caudal que brinda el pozo es abundante, por lo tanto, si hay el deseo de ampliar la planta de tratamiento, se debe realizar estudios para la nueva implementación hidráulica.
- Realizar estudios más profundos sobre la calidad del agua para darle un uso adecuado según la necesidad.
- En vista que el agua es un derecho para las personas y que en este sector existen muchos problemas con este recurso, se podría tomar como referencia esta implementación para un futuro proyecto macro dentro de esta parroquia.
- Para mejorar la purificación del agua se puede usar un sistema de cloración para potabilizarla.

## 8 REFERENCIAS

- [1] J. M. L. y. A. Galmé, «LAS AGUAS SUBTERRANEAS,» 2006. [En línea].
- [2] E. McKenzie, «Métodos de extracción de agua,» Febrero 2018. [En línea]. Available: [www.geniolandia.com](http://www.geniolandia.com).
- [3] O. Gonzalez, «sistemas de agua potable,» 2015.
- [4] F. L. Coz, « Manual de Mini y Microcentrales Hidráulicas,» 1995, p. 108.
- [5] A. SISCTEC, «Productos de Tratamiento de Agua y Aguas Residuales,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.aguasistec.com>.
- [6] EUROFONTANILLA, «AGUA Y CALOR,» 2016. [En línea]. Available: [www.eurofontanilla.es](http://www.eurofontanilla.es).
- [7] J. A. M. BENAVIDES, «PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE OSMOSIS INVERSA,» Cali, 2009.
- [8] D. Amb, «Tecnología de Materiales,» 2005.
- [9] P. C. WANKAT, «Ingeniería de procesos de separación,» de *Ingeniería de procesos de separación*, 2008, pp. 558-559.
- [10] P. POLO, «MANUAL IO,» 2006. [En línea]. Available: [http://www.productospolo.com/sitebuildercontent/sitebuilderfiles/PP\\_Manual\\_2007\\_01.PDF](http://www.productospolo.com/sitebuildercontent/sitebuilderfiles/PP_Manual_2007_01.PDF).
- [11] I. Puig, «ECURED,» 2015. [En línea]. Available: <https://www.ecured.cu/%C3%93smosis>.
- [12] EDEN, «Agua bienestar y salud,» 14 abril 2015. [En línea]. Available: [www.aguaeden.es](http://www.aguaeden.es).
- [13] N. Espinoza, septiembre 2012. [En línea]. Available: <file:///C:/Users/dafecompu.v/Downloads/24.pdf>.
- [14] S. Bombas Ideal, «Bombas Ideal, S.A.,» Julio 2014. [En línea]. Available: [http://www.bombasideal.com/wp-content/uploads/catalogos/25-LIBRO%20HIDRAULICA%20\[D-020714\].pdf](http://www.bombasideal.com/wp-content/uploads/catalogos/25-LIBRO%20HIDRAULICA%20[D-020714].pdf).
- [15] R. L. MOTT, *Mecanica de fluidos*, México, D.F: Progreso, S.A., 2015.
- [16] D. d. fluidos, «Tesis.uson,» [En línea]. Available: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/2496/Capitulo3.pdf>.



- [17] PROSABAR, Manual de operacion y mantenimiento de sistemas de agua por bombeo, La Paz: ABBASE LTDA., 2007.
- [18] UNATSABAR, 2005. [En línea]. Available: <http://www.bvsde.paho.org/tecapro/documentos/agua/161esp-diseno-estbombeo.pdf>.
- [19] J. Soldevilla, «UPCGRAU (Fluidos,bombas e instalaciones hidraulicas),» mayo 2011. [En línea]. Available: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.3/36653/9788476538937.pdf>.
- [20] GRUNDFOS, «Manual de bombeo de aguas residuales,» 2017. [En línea]. Available: [file:///C:/Users/dafecompu.v/Downloads/libro\\_-\\_manual-de-bombeo-de-aguas-residuales-i%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/dafecompu.v/Downloads/libro_-_manual-de-bombeo-de-aguas-residuales-i%20(1).pdf).
- [21] R. MV, «scribd,» 14 08 2013. [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/document/160242977/VENTAJAS-DESVENTAJAS>.
- [22] Plastigama, «Catálogo de sisternas,» 2018. [En línea]. Available: [www.Plastigama.com](http://www.Plastigama.com).
- [23] E. water, «Bombas Filtros y riegos,» 2017. [En línea]. Available: [www.emauxgroup.com](http://www.emauxgroup.com).

## 9 ANEXOS

Nombres: Juan Carlos



Apellidos: Medina Madril

Fecha De Nacimiento: 01 de Diciembre de 1990

Cedula De Identidad: 050344965-4

Lugar De Nacimiento: LATACUNGA/LA MATRIZ

Teléfono: 098380946-032807163

Correo Electrónico: juan.medina4@utc.edu.ec

Estudios Realizados: Escuela Mixta "Brasil"

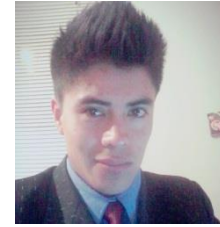
Instituto Tecnológico Superior "Vicente León"

Universidad Técnica de Cotopaxi

Carrera de Ingeniería Electromecánica

Suficiencia en Idiomas (Ingles)

Nombres: César Augusto



Apellidos: Vargas Llomitoa

Fecha De Nacimiento: 01 de Diciembre de 1990

Cedula De Identidad: 172460782-3

Lugar De Nacimiento: Pichincha/QUITO/SAN ROQUE.

Teléfono: 0987677059

Correo Electrónico: cesar.vargas3@utc.edu.ec

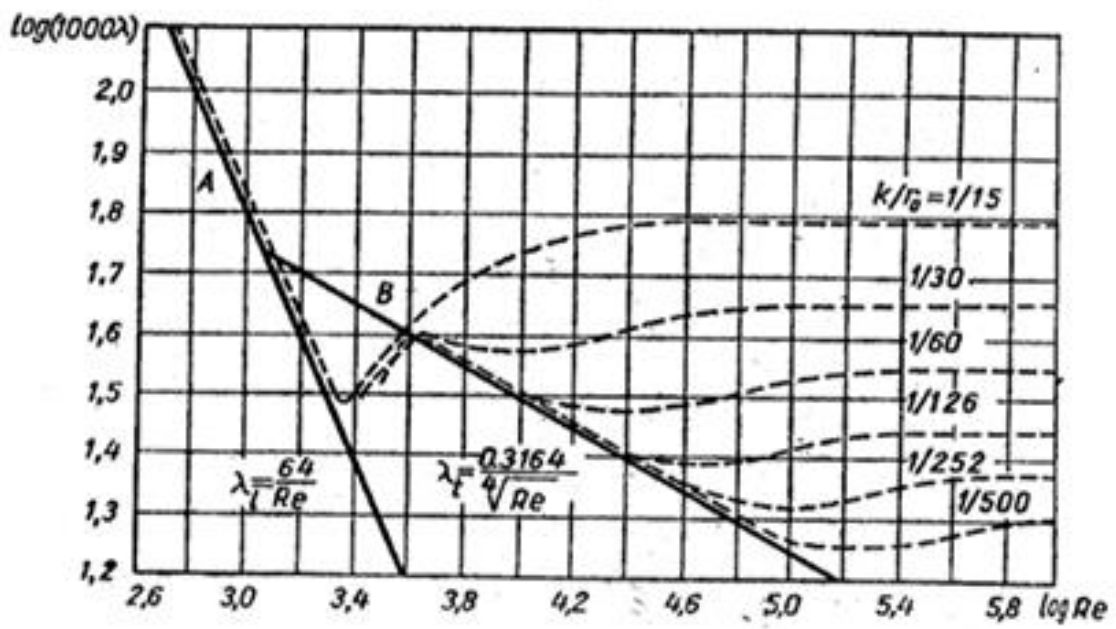
Estudios Realizados: Escuela Fiscal Mixta "Colombia"

Unidad Educativa Alóag

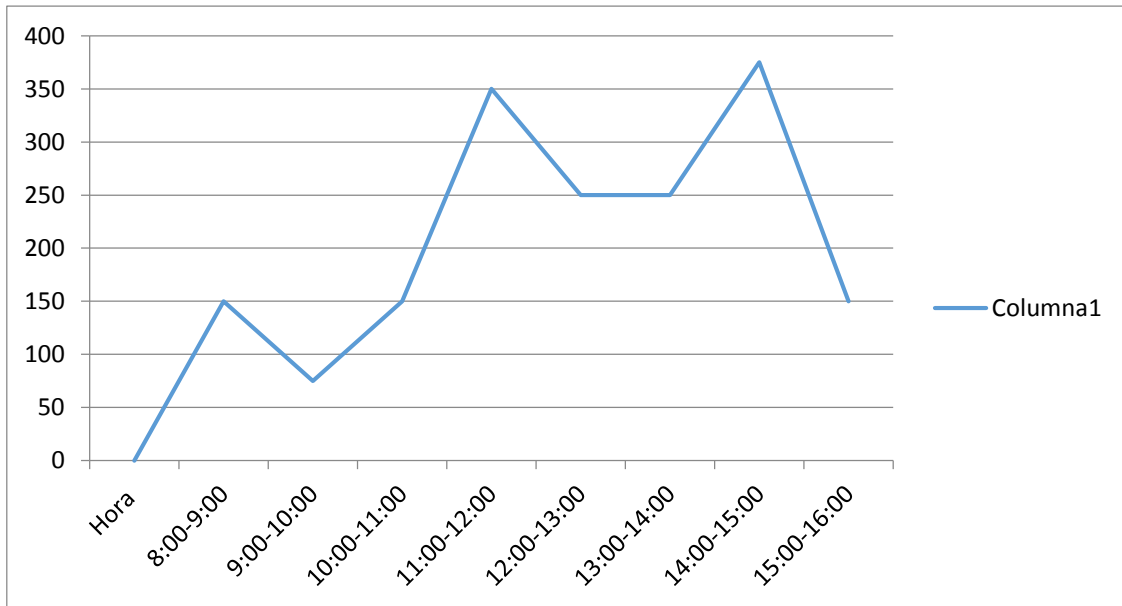
Universidad Técnica de Cotopaxi

Carrera de Ingeniería Electromecánica

Suficiencia en Idiomas (Ingles)



<b>Uso del agua en la empresa</b> <b>Productos Lácteos "El Ganadero"</b>	<b>Columna1</b>
Hora	Cantidad (lt)
8:00-9:00	150
9:00-10:00	75
10:00-11:00	150
11:00-12:00	350
12:00-13:00	250
13:00-14:00	250
14:00-15:00	375
15:00-16:00	150



Pieza, conexión o dispositivo	K
Rejilla de entrada	0.80
Válvula de pie	3.00
Entrada cuadrada	0.50
Entrada abocinada	0.10
Entrada de borda o reentrada	1.00
Ampliación gradual	0.30
Ampliación brusca	0.20
Reducción gradual	0.25
Reducción brusca	0.35
Codo corto de 90°	0.90
Codo corto de 45°	0.40
Codo largo de 90°	0.40
Codo largo de 45°	0.20
Codo largo de 22° 30'	0.10
Tee con flujo en línea recta	0.10
Tee con flujo en ángulo	1.50
Tee con salida bilateral	1.80
Válvula de compuerta abierta	5.00
Válvula de ángulo abierta	5.00
Válvula de globo abierta	10.0
Válvula alfaifera	2.00
Válvula de retención	2.50
Boquillas	2.75
Controlador de gasto	2.50
Medidor Venturi	2.50
Confluencia	0.40
Bifurcación	0.10
Pequeña derivación	0.03
Válvula de mariposa abierta	0.24

D. Nominal (mm)		20		25		32		40		50		63	
Caudal		Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V
ips	gpm												
0,01	0,2	0,02	0,04										
0,02	0,3	0,07	0,08	0,02	0,05								
0,04	0,6	0,25	0,16	0,07	0,10								
0,06	1,0	0,53	0,25	0,16	0,15								
0,08	1,3	0,90	0,33	0,27	0,20								
0,10	1,6	1,36	0,41	0,40	0,25								
0,20	3,2	4,90	0,82	1,45	0,50	0,39	0,29						
0,30	4,8	10,39	1,23	3,07	0,75	0,83	0,44						
0,40	6,3	17,70	1,64	5,24	1,00	1,41	0,58						
0,50	7,9	26,75	2,06	7,92	1,25	2,13	0,73	0,66	0,45				
0,60	9,5	37,50	2,47	11,10	1,50	2,98	0,87	0,93	0,54				
0,70	11,1	49,89	2,88	14,76	1,74	3,97	1,02	1,24	0,63				
0,80	12,7			18,90	1,99	5,08	1,16	1,58	0,72				
0,90	14,3			23,51	2,24	6,32	1,31	1,97	0,81	0,64	0,51		
1,00	15,9			28,58	2,49	7,68	1,45	2,40	0,90	0,78	0,57		
1,20	19,0			40,06	2,99	10,76	1,74	3,36	1,08	1,09	0,68		
1,40	22,2					14,32	2,03	4,47	1,26	1,45	0,79	0,46	0,50
1,60	25,4					18,34	2,33	5,72	1,44	1,85	0,91	0,59	0,57
1,80	28,5					22,81	2,62	7,11	1,62	2,30	1,02	0,73	0,64
2,00	31,7					27,72	2,91	8,65	1,80	2,80	1,13	0,89	0,71
2,20	34,9							10,32	1,98	3,34	1,25	1,06	0,78
2,40	38,0							12,12	2,16	3,92	1,36	1,24	0,85
2,60	41,2							14,06	2,34	4,55	1,47	1,44	0,92
2,80	44,4							16,13	2,52	5,22	1,59	1,66	0,99
3,00	47,6							18,32	2,70	5,93	1,70	1,88	1,06
3,25	51,5									6,88	1,84	2,18	1,15
3,50	55,5									7,89	1,98	2,50	1,24
3,75	59,4									8,97	2,13	2,84	1,33
4,00	63,4									10,10	2,27	3,21	1,41
4,25	67,4									11,31	2,41	3,59	1,50
4,50	71,3									12,57	2,55	3,99	1,59
4,75	75,3									13,89	2,69	4,41	1,68
5,00	79,3											4,85	1,77
5,25	83,2											5,30	1,86
5,50	87,2											5,78	1,95
5,75	91,1											6,28	2,03
6,00	95,1											6,79	2,12
6,25	99,1											7,33	2,21
6,50	103,0											7,88	2,30

**TABLE A.1 SI units [101 kPa (abs)]**

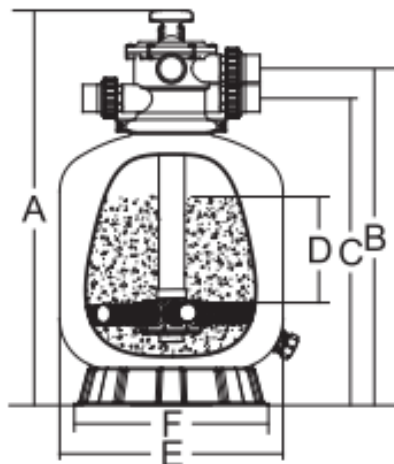
Temperature (°C)	Specific Weight $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Density $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Dynamic Viscosity $\eta$ (Pa·s)	Kinematic Viscosity $\nu$ (m <sup>2</sup> /s)
0	9.81	1000	$1.75 \times 10^{-3}$	$1.75 \times 10^{-6}$
5	9.81	1000	$1.52 \times 10^{-3}$	$1.52 \times 10^{-6}$
10	9.81	1000	$1.30 \times 10^{-3}$	$1.30 \times 10^{-6}$
15	9.81	1000	$1.15 \times 10^{-3}$	$1.15 \times 10^{-6}$
20	9.79	998	$1.02 \times 10^{-3}$	$1.02 \times 10^{-6}$
25	9.78	997	$8.91 \times 10^{-4}$	$8.94 \times 10^{-7}$
30	9.77	996	$8.00 \times 10^{-4}$	$8.03 \times 10^{-7}$
35	9.75	994	$7.18 \times 10^{-4}$	$7.22 \times 10^{-7}$
40	9.73	992	$6.51 \times 10^{-4}$	$6.56 \times 10^{-7}$
45	9.71	990	$5.94 \times 10^{-4}$	$6.00 \times 10^{-7}$
50	9.69	988	$5.41 \times 10^{-4}$	$5.48 \times 10^{-7}$
55	9.67	986	$4.98 \times 10^{-4}$	$5.05 \times 10^{-7}$
60	9.65	984	$4.60 \times 10^{-4}$	$4.67 \times 10^{-7}$
65	9.62	981	$4.31 \times 10^{-4}$	$4.39 \times 10^{-7}$
70	9.59	978	$4.02 \times 10^{-4}$	$4.11 \times 10^{-7}$
75	9.56	975	$3.73 \times 10^{-4}$	$3.83 \times 10^{-7}$
80	9.53	971	$3.50 \times 10^{-4}$	$3.60 \times 10^{-7}$
85	9.50	968	$3.30 \times 10^{-4}$	$3.41 \times 10^{-7}$
90	9.47	965	$3.11 \times 10^{-4}$	$3.22 \times 10^{-7}$
95	9.44	962	$2.92 \times 10^{-4}$	$3.04 \times 10^{-7}$
100	9.40	958	$2.82 \times 10^{-4}$	$2.94 \times 10^{-7}$



**Parámetros técnicos**

Código	Modelo	Superficie filtrante (m <sup>2</sup> )	Conexiones		Caudal máximo		Arena (kg)
88011601	P350	0,10	1,5"	50mm	72lpm	4,32m <sup>3</sup> /h	20
88011602	P400	0,13	1,5"	50mm	102lpm	6,12m <sup>3</sup> /h	35
88011603	P450	0,16	1,5"	50mm	130lpm	7,80m <sup>3</sup> /h	45
88011604	P500	0,22	1,5"	50mm	180lpm	10,80m <sup>3</sup> /h	85
88011605	P650	0,31	1,5"	50mm	255lpm	15,30m <sup>3</sup> /h	145
88011607	P700	0,39	1,5"	50mm	320lpm	19,20m <sup>3</sup> /h	210

Recuerde: el peso de la arena puede variar en función de la granulometría. Usar sólo de referencia.





# LAQUIFARVA

SERVICIO DE LABORATORIO QUÍMICO - INTEGRAL  
AGUAS - ALIMENTOS - COSMÉTICOS - SUELOS - PREPARACIONES FARMACÉUTICAS

ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICO DE AGUAS			
Informe de Laboratorio		FQA- 071-07	
Orden de trabajo	No.	71	
Presentación	envase	polietileno	
Contenido	ml	4000	
Identificación	M1	Agua de pozo de vertiente natural	
Sector		Centro Parroquial Pucayacu	
Cantón- Provincia		La Mana - Cotopaxi	
Solicitante		Sr. Juan Carlos Medina	
Fecha de muestreo		01-07-18	
Fecha de informe		09-07-18	
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	METODO
Potencial Hidrógeno	U. pH	7.36	S.M. 4500-H+ B
Color aparente	Pt- Co	5	S.M. 2120 B
Turbiedad	NTU	1.4	S.M. 2130 B
Índice de Langelier	I.L.	-1.7	cálculo
Índice de Agresividad	I.A.	9.7	cálculo
Conductividad Eléctrica	uS/ cm	1250	S.M. 2520 B
Sólidos Totales	mg / L	844	S.M. 2540 B
Sólidos Disueltos	"	818	S.M. 2540 C
Sólidos en Suspensión	"	26	S.M. 2540 D
Alcalinidad Total	"	95	S.M. 2320 B
Hidróxidos	"	0	cálculo
Carbonatos	"	0	cálculo
Bicarbonatos	"	116	cálculo
Anhidrido carbónico	"	61.7	S.M. 4500-CO2 C
Dureza Total	"	46	S.M. 2340 C
Dureza Carbonatada	"	46	cálculo
Calcio	"	10.4	S.M. 3500-Ca D
Magnesio	"	4.9	S.M. 3500-Mg E
Hierro Total	"	1.1	MAM- 18/APHA 3111-B
Cloruros	"	17.8	S.M. 4500-CI -B
Sulfatos	"	35.4	S.M. 4500-SO4 = E
Nitritos	"	0	S.M. 4500-NO2-B
Nitratos	"	10	S.M. 4500-NO3-B
Cloro libre residual	"	0	S.M. -4500- CI B
CONCLUSIONES E INTERPRETACIÓN			
Es una agua de tipo básica , con valores bajos de color y turbiedad. Presenta características de corrosividad			
Tiene una notación de bicarbonatada alcalina con un peligro de salinización alto y bajo de sodicidad.			

LAQUIFARVA  
LABORATORIO QUÍMICO INTEGRAL  
*[Firma]*  
DR. ENRIQUE VAYAS L. M.Sc.

Dr. Enrique Vayas López M.Sc

ANÁLISIS: FÍSICO - QUÍMICO - BACTERIOLÓGICO - ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL  
CONSULTORÍA - TRATAMIENTO DE AGUAS - MATERIAS PRIMAS - REACTIVOS QUÍMICOS  
Dirección: Av. 12 de Noviembre 842 y Maldonado \* Telefax: (03) 2 22 20 54 - 2423054 - 0984 069372  
E-mail: [ventas@laquifarva.com](mailto:ventas@laquifarva.com) - [info@laquifarva.com](mailto:info@laquifarva.com)



# LAQUIFARVA

SERVICIO DE LABORATORIO QUÍMICO - INTEGRAL  
AGUAS - ALIMENTOS - COSMÉTICOS - SUELOS - PREPARACIONES FARMACÉUTICAS

## INFORME DE RESULTADOS

Ambato, Julio 9, 2018

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS					
Informe de Laboratorio	AMA - 072 - 07				
Orden de trabajo	No.	72			
Presentación	envase	polietileno			
Contenido	ml.	500			
Identificación	M1	Agua de pozo de vertiente natural			
Sector	Centro Parroquial Pucayacu				
Cantón- Provincia	La Mana - Cotopaxi				
Solicita	Sr. Juan Carlos Medina				
Fecha de muestreo	01-07-18				
Fecha de informe	09-07-18				
<b>RESULTADOS</b>					
Aerobios Mesófilos	ufc/ 100 ml.	76			
Colibacilos Totales	"	19			
Colibacilos Fecales	"	0			
<b>INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS *</b>					
		T-incubación	Deseable	Permisible	Tolerable
Aerobios Mesófilos	ufc/ 100 ml.	30 oC	0	10	30
Colibacilos Totales	"	35 oC	0	2	10
Colibacilos Fecales	"	44 oC	0	0	0
ufc/ 100 ml. = Unidades formadoras de colonias / 100 ml					
<b>METODOLOGÍA</b>					
Método del Coliitert . Medios de cultivo selectivos. Los Métodos corresponden al Standard Methods					
<b>OBSERVACIONES</b>					
Los resultados obtenidos en este análisis se refieren exclusivamente a la muestra puntual entregada por el solicitante. El Laboratorio no se responsabiliza por la toma de la muestra, transportación y veracidad en cuanto a la información proporcionada por el cliente.					
La Normativa está basada en el TULSMA que contiene los límites máximos permisibles, indicados en el Libro VI -Tabla 2 Límites Máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieren desinfección, así como en Norma NTE INEN 1108 Agua Potable. Requisitos					
<b>CONCLUSIONES</b>					
El contenido de Aerobios Mesófilos y Colibacilos Totales supera los límites máximos tolerables.					
No hay presencia de Coliformes Fecales					
Realizar buenas practicas de control de cloración y desinfección en todo el sistema de captación, conducción almacenamiento y distribución del agua en forma periódica y planificada.					

LAQUIFARVA  
LABORATORIO QUÍMICO INTEGRAL  
DR. ENRIQUE VAYAS L. M.Sc.

Dr. Enrique Vayas López M.Sc

ANÁLISIS: FÍSICO - QUÍMICO - BACTERIOLÓGICO - ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL  
CONSULTORIA - TRATAMIENTO DE AGUAS - MATERIAS PRIMAS - REACTIVOS QUÍMICOS  
Dirección: Av. 12 de Noviembre 842 y Maldonado \* Telofax: (03) 2/22334 - 2423054 - 0984 069372  
E-mail: envaio50@hotmail.es \* Ambato - Ecuador



# LAQUIFARVA

SERVICIO DE LABORATORIO QUÍMICO - INTEGRAL  
AGUAS - ALIMENTOS - COSMÉTICOS - SUELOS - PREPARACIONES FARMACÉUTICAS

ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICO DE AGUAS			
Informe de Laboratorio		FQA- 073-07	
Orden de trabajo	No.	73	
Presentación	envase	polietileno	
Contenido	ml	4000	
Identificación	M1	Agua de pozo de vertiente natural filtrada	
Sector		Centro Parroquial Pucayacu	
Cantón- Provincia		La Mana - Cotopaxi	
Solicita		Sr. Juan Carlos Medina	
Fecha de muestreo		01-07-18	
Fecha de informe		09-07-18	
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	METODO
Potencial Hidrógeno	U. pH	8.2	S.M. 4500-H+ B
Color aparente	Pt- Co	5	S.M. 2120 B
Turbiedad	NTU	1.2	S.M. 2130 B
Índice de Langelier	I.L.	-1.3	cálculo
Índice de Agresividad	I.A.	10.8	cálculo
Conductividad Eléctrica	uS/ cm	312.5	S.M. 2520 B
Sólidos Totales	mg / L	284	S.M. 2540 B
Sólidos Disueltos	"	259	S.M. 2540 C
Sólidos en Suspensión	"	25	S.M. 2540 D
Alcalinidad Total	"	117	S.M. 2320 B
Hidróxidos	"	0	cálculo
Carbonatos	"	0	cálculo
Bicarbonatos	"	142.7	cálculo
Anhidrido carbónico	"	47.1	S.M. 4500-CO2 C
Dureza Total	"	90	S.M. 2340 C
Dureza Carbonatada	"	90	cálculo
Calcio	"	14.4	S.M. 3500-Ca D
Magnesio	"	4.9	S.M. 3500-Mg E
Hierro Total	"	0	MAM- 18/APHA 3111-B
Cloruros	"	14.3	S.M. 4500-Cl- B
Sulfatos	"	32.8	S.M. 4500-SO4 + E
Nitritos	"	0	S.M. 4500-NO2 B
Nitratos	"	10	S.M. 4500-NO3-B
Cloro libre residual	"	0	S.M. -4500- Cl B
CONCLUSIONES E INTERPRETACIÓN			
Es una agua de tipo básica , con valores bajos de color y turbiedad. Presenta ligera corrosividad			
Tiene una notación de bicarbonatada alcalina con un peligro de salinización medio y bajo de sodicidad.			

LAQUIFARVA  
SERVICIO DE LABORATORIO QUÍMICO INTEGRAL  
  
DR. ENRIQUE VAYAS L. M.Sc.

Dr. Enrique Vayas López M.Sc

ANÁLISIS: FÍSICO - QUÍMICO - BACTERIOLÓGICO - ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL  
CONSULTORÍA - TRATAMIENTO DE AGUAS - MATERIAS PRIMAS - REACTIVOS QUÍMICOS  
Dirección: Av. 12 de Noviembre 842 y Maldonado \* Telefax: (03) 2 225 500 - 2423054 - 0984 069372  
E-mail: envayas50@hotmail.es \* Ambato - Ecuador



# LAQUIFARVA

SERVICIO DE LABORATORIO QUÍMICO - INTEGRAL  
AGUAS - ALIMENTOS - COSMÉTICOS - SUELOS - PREPARACIONES FARMACÉUTICAS

## INFORME DE RESULTADOS

Ambato, Julio 9, 2018

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS					
Informe de Laboratorio		AMA - 074 - 07			
Orden de trabajo	No.	74			
Presentación	envase	polietileno			
Contenido	ml.	500			
Identificación	M1	Agua de pozo de vertiente filtrada			
Sector		Centro Parroquial Pucayacu			
Cantón- Provincia		La Mana - Cotacachi			
Solicitante		Sr. Juan Carlos Medina			
Fecha de muestreo		01-07-18			
Fecha de informe		09-07-18			
<b>RESULTADOS</b>					
Aerobios Mesófilos	ufc/ 100 ml.	65			
Colibacilos Totales	"	14			
Colibacilos Fecales	"	0			
<b>INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS *</b>					
		T-incubación	Deseable	Permisible	Tolerable
Aerobios Mesófilos	ufc/ 100 ml.	30 oC	0	10	30
Colibacilos Totales	"	35 oC	0	2	10
Colibacilos Fecales	"	44 oC	0	0	0
ufc/ 100 ml. = Unidades formadoras de colonias / 100 ml					
<b>METODOLOGIA</b>					
Método del Colliert . Medios de cultivo selectivos. Los Métodos corresponden al Standard Methods					
<b>OBSERVACIONES</b>					
Los resultados obtenidos en este análisis se refieren exclusivamente a la muestra puntual entregada por el solicitante. El Laboratorio no se responsabiliza por la toma de la muestra, transportación y veracidad en cuanto a la información proporcionada por el cliente.					
La Normativa está basada en el TULSMA que contiene los límites máximos permisibles, indicados en el Libro VI -Tabla 2 Límites Máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que unicamente requieren desinfección, así como en Norma NTE INEN 1108 Agua Potable. Requisitos					
<b>CONCLUSIONES</b>					
El contenido de Aerobios Mesófilos y Colibacilos Totales supera los límites máximos tolerables.					
No hay presencia de Coliformes Fecales					
Realizar buenas practicas de control de cloración y desinfección en todo el sistema de captación, conducción almacenamiento y distribución del agua en forma periódica y planificada.					

LAQUIFARVA  
LABORATORIO QUÍMICO INTEGRAL  
  
DR. ENRIQUE VAYAS L. M.Sc.

Dr. Enrique Vayas López M.Sc

ANÁLISIS: FÍSICO - QUÍMICO - BACTERIOLÓGICO - ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL  
CONSULTORÍA - TRATAMIENTO DE AGUAS - MATERIAS PRIMAS - REACTIVOS QUÍMICOS  
Dirección: Av. 12 de Noviembre 842 y Maldonado \* Teléfono: (031) 2422009 - 2423054 - 0984 069372

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Plata (total)	Ag	mg/l	0,05
Plomo (total)	Pb	mg/l	0,05
Potencial de Hidrógeno	pH		6-9
Selenio (total)	Se	mg/l	0,01
Sodio	Na	mg/l	200
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	mg/l	250
Sólidos disueltos totales		mg/l	500
Temperatura	°C		Condición Natural +/- 3 grados
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Turbiedad		UTN	10
Uranio Total		mg/l	0,02
Vanadio	V	mg/l	0,1
Zinc	Zn	mg/l	5,0
<b>Hidrocarburos Aromáticos</b>			
Benceno	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	mg/l	0,01
Benzo-a- pireno		mg/l	0,00001
<b>Pesticidas y Herbicidas</b>			
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,01
Organofosforados y carbamatos	Concentración de organofosforados	mg/l	0,1

## RIESGOS SANITARIOS

### Determinación de los riesgos

El agua de pozo constituye un riesgo considerable de enfermedades por contacto y/o inhalación debido a que el agua está en reposo y por eso existen elementos patógenos pueden tener un efecto dañino sobre la salud humana, entre otros:

- bacterias,
- parásitos,
- virus,
- hongos.

### Acciones preventivas

Los profesionistas relacionados con la operación de una PTA deben:

- Actualizar sus vacunas,
- Usar ropa y zapatos técnicos que cubren las partes expuestas del cuerpo, usar guantes de látex desechables, mascarilla.
- Evitar el contacto de las manos con la boca, ojos y oídos.
- Depositar guantes y máscaras desechables en botes de basura cerrados.

### Acciones de emergencia

En caso de un contacto accidental con:

- **La piel:** uso de gel antibacterial, limpieza con agua y jabón,
- **Una herida abierta:** limpiar y desinfectar, consultar a un médico,
- **Los ojos:** enjuague abundante con agua limpia, consultar a un médico,
- **El oído interno:** consultar a un médico,
- **Y por ingestión:** consultar un médico a la brevedad posible.

## RIESGOS QUÍMICOS

### Determinación de los riesgos

El tratamiento del agua de pozo por medio de osmosis inversa incluye algunos tratamientos químicos:

- desinfección (hipoclorito de sodio, tricloro, gas cloro, ozono),
- neutralización de PH, ácido nítrico),
- coagulación-floculación (polímeros orgánicos o sintéticos),

### Acciones preventivas

- Los profesionistas que manipulan productos químicos deben:
- Usar máscaras con filtros apropiados (usualmente de carbón activado),
- Usar ropa y zapatos técnicos que cubren todas las partes del cuerpo, guantes largos de látex desechables, lentes transparentes, botas de hule,
- No consumir alimentos-bebidas y no fumar en zonas operativas (Osmosis Inversa).

### Acciones de emergencia

En caso de un contacto accidental con:

- **La piel:** enjuague abundante, consultar a un médico en caso de quemaduras.
- **Los ojos:** enjuague abundante con agua limpia, consultar a un médico,
- **Y por inhalación de gases o ingestión de químicos:** consultar a un médico, llamar al servicio de emergencia en caso de pérdida de consciencia.



**RIESGOS DE CAÍDA****Determinación de los riesgos.**

Las caídas, con alturas frecuentemente mayores 5 metros, son un riesgo común en un pozo de agua.

Los principales riesgos son:

- Fracturas y muerte,
- Riesgo sanitario,
- Ahogamiento.

**Acciones preventivas**

Los profesionistas que deben realizar trabajos en alturas o encima de un tanque de en agua, deben:

- Asegurar el trabajador con arnés de seguridad y línea de vida,
- Usar un chaleco salvavidas (en su caso)
- trabajar en equipo
- señalética de pozo profundo

**Acciones de emergencia**

En caso de caída:

- **Con golpe severo:** consultar a un médico,
- **Con fractura, pérdida de consciencia, sangrado:** proporcionar los primeros auxilios y llamar al servicio de emergencia.
- **En agua sin pérdida de consciencia:** desinfección del cuerpo y consultar a un médico a la brevedad posible
- **En agua con pérdida de consciencia:** proporcionar los primeros auxilios y llamar al servicio de emergencia.

**RIESGOS DE CAÍDA****Determinación de los riesgos.**

Las caídas, con alturas frecuentemente mayores 5 metros, son un riesgo común en un pozo de agua.

Los principales riesgos son:

- Fracturas y muerte,
- Riesgo sanitario,
- Ahogamiento.

**Acciones preventivas**

Los profesionistas que deben realizar trabajos en alturas o encima de un tanque de en agua, deben:

- Asegurar el trabajador con arnés de seguridad y línea de vida,
- Usar un chaleco salvavidas (en su caso)
- trabajar en equipo
- señalética de pozo profundo

**Acciones de emergencia**

En caso de caída:

- **Con golpe severo:** consultar a un médico,
- **Con fractura, pérdida de consciencia, sangrado:** proporcionar los primeros auxilios y llamar al servicio de emergencia.
- **En agua sin pérdida de consciencia:** desinfección del cuerpo y consultar a un médico a la brevedad posible
- **En agua con pérdida de consciencia:** proporcionar los primeros auxilios y llamar al servicio de emergencia.

**RIESGOS ELÉCTRICOS****Determinación de los riesgos**

Los riesgos eléctricos con media tensión son reales en las plantas de tratamiento de agua debido al uso de tableros y equipos electromecánicos en un entorno muy húmedo y corrosivo. Los riesgos principales son:

- Quemaduras,
- Muerte por paro cardíaco.

**Acciones preventivas**

Los profesionistas que manipulan equipos eléctricos y electro-mecánicos deben:

- Tener los equipos y tableros aterrizados; el cableado debe respetar las normas de seguridad industria.
- Usar zapatos aislantes, casco y lentes de seguridad.
- Verificar que la zona de intervención este seca.
- Cortar la electricidad antes de proceder a realizar el trabajo.
- comprobar la ausencia de alimentación eléctrica con un voltímetro, trabajar con herramientas especiales para electricidad.

**MANUAL DE FUNCIONAMIENTO**

- 1) Comprobar si los sensores de nivel conectados a la bomba tienen continuidad.
- 2) Revisar si la bomba sumergible se enciende según el acenso o descenso de los radares de nivel.
- 3) A continuación verifique si el volumen de la cisterna es adecuado para el encendido de la bomba periférica.
- 4) Verificar el funcionamiento de los filtros Emaux. La manilla de control debe estar ubicada en “Filtrado” tanto en el filtro de zeolita como de carbón activado.
- 5) Revisar las conexiones de los equipos de osmosis inversa.
- 6) En el equipo debe estar encendida la bomba interna para el ingreso del agua al proceso.
- 7) Activar el interruptor termomagnético del circuito principal para el funcionamiento del sistema

**MANUAL DE MANTENIMIENTO**

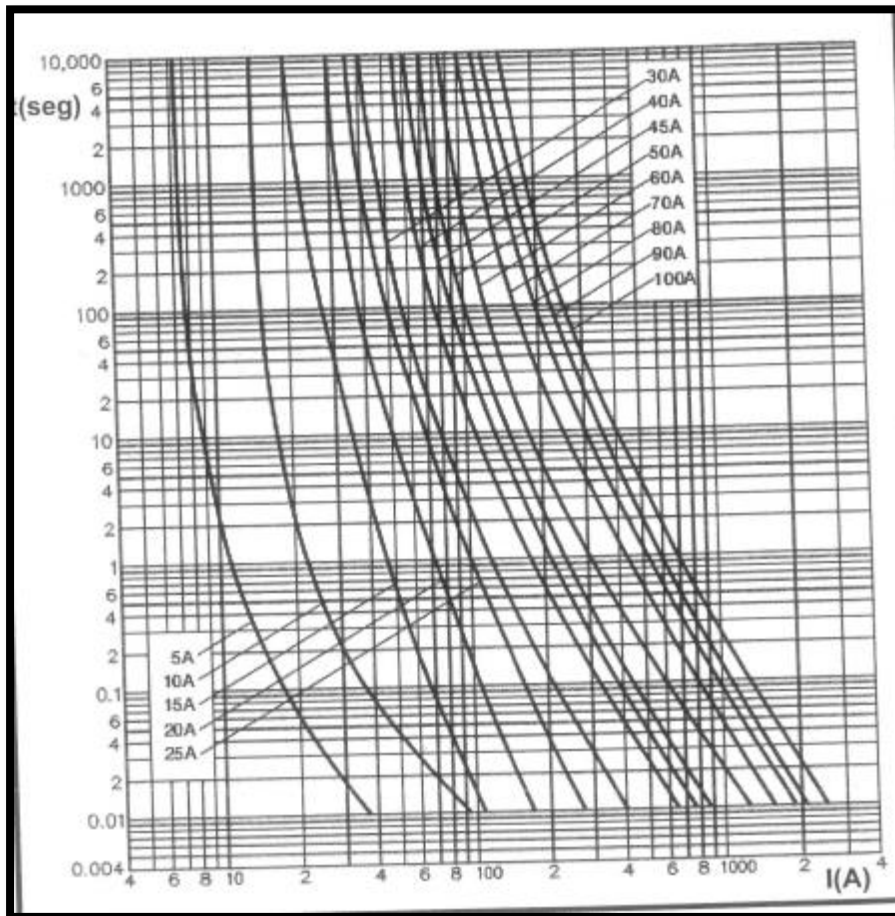
- 1) Limpiar las mallas de filtrado que acumulan el barro y las impurezas tanto en el pozo como en la cisterna.
- 2) La bomba sumergible se debe limpiar una vez cada año para evitar la corrosión en los alabes y el taponamiento de la misma.
- 3) Mantener la los circuitos de protección y control secos y de manera segura.
- 4) Cuando la presión de los filtros disminuya los 16 PSI es necesario realizar la actividad de limpieza, con la manilla de operación se ubica en lavado y se envía a funcionar el sistema, luego se apaga y se coloca la manilla en enjuague y se realiza la misma operación anterior por 2 o 3 minutos y luego se coloca en funcionamiento los filtros de manera normal.

**FALLAS**

- 1) Bajo Caudal al momento de encender la bomba
- 2) La bomba Sumergible no enciende.
- 3) La bomba periférica no está cebada.
- 4) Baja presión en los filtros de purificación.
- 5) El agua no está siendo purificada de manera correcta

**POSIBLES SOLUCIONES**

- 1) Hay material extraño en el cabezal de succión que no deja funcionar la bomba de manera correcta. Límpielo
- 2) Revisar los radares de nivel o a su vez si el interruptor termomagnético está permitiendo el paso de la corriente.
- 3) Introducir agua en el interior de la bomba hasta que esté completamente llena y así evitar que se formen bolsas de aire al interior.
- 4) Realizar el proceso lavado de los filtros.
- 5) Revisar el sistema de osmosis inversa, en el caso de estar tapado, seguir las normas de seguridad y retirar las membranas para su respectiva limpieza.



AWG	Corriente (amperios)	ITM
16 AWG TW	7	2x6 A
14 AWG TW	15	2x15 A
12 AWG TW	20	2x20 A
10 AWG TW	30	2x30 A
8 AWG TW	46	2x40 A
6 AWG TW	65	2x63 A 2x60 A
6 AWG THW	70	2x70 A

Rango del Relé (A)	Fusible de protección (A)	Rango del Relé (A)	Fusible de protección (A)	Rango del Relé (A)	Fusible de protección (A)	Rango del Relé (A)	Fusible de protección (A)
0,63 a 1	2	8 a 12,5	25	32 a 50	100		
1 a 1,6	4	10 a 16	35	50 a 63	100		
1,6 a 2,5	6	12,5 a 20	50	63 a 80	125		
2,5 a 4	10	16 a 25	50	70 a 88	150		
4 a 6,3	16	20 a 32	63	63 a 90	150		
6,3 a 10	20	32 a 40	80	80 a 110 / 90 a 120	200		