



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL

“Tratamiento de cristalización utilizando el quitosano para la reducción de sal  
en el agua de mar, en la playa Miramar, Ancón - Lima 2016”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO AMBIENTAL

AUTORA:

Dianne Erika Chacón Sevillano

ASESOR:

Dr. Jhonny Wilfredo Valverde Flores

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA - PERÚ

2016 – I

## Dedicatoria

A Dios, a mis padres, familiares, amigos, por el continuo apoyo, para así realizar con éxito ésta investigación.

## Agradecimiento

Expreso mi agradecimiento al Ing. Juan Peralta Medina y a la Ing. Alejandro Suárez por su orientación brindada durante el desarrollo de esta investigación.

## **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

Yo, Dianne Erika Chacón Sevillano, con DNI N° 47324730, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión, tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 07 de Julio de 2016

Chacón Sevillano Dianne Erika  
**Nombres y apellidos del tesista**

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, presente ante ustedes la tesis titulada “Tratamiento de cristalización utilizando el quitosano para la reducción de sal en el agua de mar, en la playa Miramar, Ancón - Lima 2016”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Dianne Erika Chacón Sevillano (La Autora)

# ÍNDICE

Dedicatoria	
Agradecimiento	
Declaratoria de autenticidad	
Presentación	
Índice	
Resumen	
Abstract	
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1. Realidad problemática	2
1.2. Trabajos previos	3
1.2.1. Antecedentes Internacionales	3
1.3. Teorías relacionadas al tema	6
1.3.1. Salinidad	6
1.3.2. Composición del agua salada	9
1.3.3. Métodos de desalación	11
1.3.4. Estructura del agua	13
1.3.5. Estructura de la sal (Cloruro de sodio)	14
1.3.6. Propiedades coligativas	16
1.3.6.1. Descenso en el punto de congelación	16
1.3.6.2. Separación de solutos del agua	18
1.3.6.3. Diagrama de fases de una mezcla de agua binaria	19
1.3.6. Quitina y Quitosano	21
1.3.6.1. Definición y estructura química	21
1.3.6.2. Fuentes Quitina y Quitosano	22
1.3.7. Adsorción	22
1.3.7.1. Capacidad de adsorción de quitosano	24
1.3.7.2. Puente de hidrogeno	24
1.3.7.3. Hidrogeles de quitosano	26
1.3.7.4. Interacción del agua y el quitosano	26

1.3.9. Normativa Legal	27
1.4. Formulación del problema	28
1.4.1. Problema específico	
1.5. Justificación del estudio	29
1.6. Hipótesis	30
1.6.1. Hipótesis específicas	
1.7. Objetivos	31
1.7.1. Objetivos específicos	
<b>II. METODO</b>	
2.1. Diseño de investigación	33
2.2. Variables, operacionalización	42
2.3. Población y muestra	43
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	
2.4.1. Técnica	44
2.4.2. Instrumentos	45
2.4.2.1. Equipos, instrumentos y materiales	45
2.4.3. Validación	46
2.5. Métodos de análisis de datos	46
2.5.1. Determinación de la variación en la temperatura de fusión	46
2.6. Aspectos éticos	49
III. RESULTADOS	50
IV. DISCUSIÓN	63
V. CONCLUSIÓN	65
VI. RECOMENDACIONES	67
IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
<b>ANEXOS</b>	
ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONTINGENCIA	73

ANEXO N° 02: UBICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO	74
ANEXO N° 03: UBICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO	74
ANEXO N° 04: UBICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO	75
ANEXO N° 05: MATERIALES E INSUMOS	75

#### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1	Salinidad (ups) media superficial oceánica	8
Figura N°2	Salinidad (ups) 2016	8
Figura N°3	Estructura cristalina del hielo	14
Figura N°4	Estructura cristalina de la sal	15
Figura N°5	Interacción de la sal con el agua	15
Figura N°6	Descenso en el punto de congelación	17
Figura N°7	Diagrama de fases del agua	18
Figura N°8	Diagrama de fases del agua	20
Figura N°9	Estructura del quitosano	22
Figura N°10	Tratamiento de cristalización utilizando el quitosano	35
Figura N° 11	Comportamiento del Modelo de Segundo Orden por sectores de eficiencia	62

#### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1	Métodos de desalación	11
Tabla N°2	Valoración de características deseables para los métodos de desalación	13
Tabla N°3	Estándares de Calidad Ambiental para Agua	28
Tabla N°4	Etapas del proceso de investigación	34
Tabla N°5	Recomendaciones para el muestreo y preservación de muestras de acuerdo con las mediciones	44
Tabla N°6	Ubicación del punto de monitoreo y registro de datos de campo	51
Tabla N°7	Determinación de la intensidad de corriente promedio	52
Tabla N°8	Resultados de salinidad después de la etapa de cristalización	53
Tabla N°9	Resultados de la medición de la temperatura	54
Tabla N°10	Resultados de la medición de sólidos totales disueltos, conductividad y pH	55
Tabla N°11	Resultados finales de los parámetros	56
Tabla N°12	Valores numéricos de los parámetros	59
Tabla N°13	Resumen del Análisis de varianza basado en los cálculos de la figura 2	59

#### ÍNDICE DE GRAFICAS

Gráfica N°1	Variación de la salinidad en las muestras	
Gráfica N°2	Diseño Factorial	43
Gráfica N°3	Resultados de la salinidad en las muestras	55
Gráfica N°4	Comportamiento del Modelo lineal para resultados de salinidad	60

Grafica N°5	Comportamiento del Modelo lineal para resultados de conductividad	61
-------------	---	----

#### ÍNDICE DE IMAGEN

Imagen N°1-6	Variación de la salinidad en las muestras	39
Imagen N°7-10	Preparación de Quitosano	41

## RESUMEN

El objetivo principal de esta investigación es desarrollar un tratamiento de cristalización utilizando quitosano para reducir la salinidad del agua de mar. El método propuesto incluye la combinación del método de cristalización seguido por adsorción. La primera etapa consta de la cristalización que propone congelar el agua completamente para luego medir el tiempo de descongelamiento parcial del agua que me permitirá reducir la salinidad; la segunda etapa es utilizar el biopolímero quitosano para adsorber el agua cristalizada y alcanzar la reducción de sal hasta más del 50%. Se midió la salinidad en la muestra inicial registrando 35 g/L de salinidad, después del proceso de cristalización se redujo hasta 18.2g/L, en la segunda etapa utilizando el quitosano la salinidad se redujo a 14.7 g/L. Se puede concluir que el porcentaje de disminución de todo el tratamiento es de 58% evidenciando que la mayor reducción se produjo en la etapa de cristalización debido a la diferencia de densidades y de estructura cristalina entre el agua y la sal.

Palabras clave: Quitosano, cristalización, biopolímero.

## **ABSTRACT**

The main objective of this research is to develop a crystallization treatment using chitosan to reduce the salinity of the seawater. The proposed method includes combining the method of crystallisation followed by adsorption. The first stage consists of the proposed freeze crystallization water thoroughly and then measure the time of partial thawing of water that will allow me to reduce salinity; the second step is to use the chitosan biopolymer to adsorb water and crystallized salt reduction reach to over 50%. Salinity in the initial sample was measured by recording 35 g / L of salinity, after the crystallization process was reduced to 18.2g / L, in the second stage using chitosan salinity was reduced to 14.7 g / L. It can be concluded that the percentage decrease in all treatment is 58% showing that the greatest reduction occurred in the crystallization step due to the difference in density and crystalline structure between water and salt.

Keywords: Chitosan, crystallization, biopolymer.