



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**EFICIENCIA DE LA TÉCNICA FILTRO LENTO DE ARENA PARA
MEJORAR LA CALIDAD DE AGUA EXTRAÍDA DE LOS POZOS
ARTESANALES PARA CONSUMO HUMANO EN LA ZONA PAMPA
GALLINAZO, SECTOR 361. PUENTE PIEDRA 2015**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AMBIENTAL**

AUTOR:

QUISPE VEGA, MIGUEL ANGEL

ASESOR

DR. ING. VALVERDE FLORES, JHONNY

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

INGENIERÍA DE GESTIÓN AMBIENTAL

LIMA - PERÚ

2015-I

JURADO

Tesis titulada "Eficiencia de la técnica Filtro Lento de Arena para mejorar la calidad de agua extraída de los pozos artesanales para consumo humano en la zona Pampa Gallinazo, Sector 361. Puente Piedra 2015".

Dr. Ing. Jhonny Wilfredo Valverde Flores

Presidente

Dr. Lorgio Gilberto Valdiviezo Gonzáles

Secretario

Mag. Carlos Sixto Vega Vilca

Vocal

Dedicatoria

Dedico el estudio realizado con esfuerzo y dedicación a:

Dios.

Por su infinita bondad y amor, por haberme dado salud para lograr mis objetivos y por haberme permitido llegar hasta este punto culminante de la carrera.

A mis padres.

Por su amor y apoyo incondicional, por los valores y disciplina inculcadas con el ejemplo, que me ha permitido ser una persona de bien y por la motivación permanente de seguir en el intento y culminar los estudios.

A mi esposa, hijos y nietos.

A Consuelo por su comprensión, apoyo, sacrificio y esfuerzo para superar momentos difíciles, brindándome ánimos para persistir en la carrera. A mis hijos Miguel, Roberto y Stefany, que vean en mí el ejemplo vivo de que con disciplina y perseverancia podemos cumplir nuestros sueños. A mis nietos Dionel, Antonella, Shanel y Neidan, quienes son en la actualidad mi fuente de motivación.

A mis amigos presentes y futuros.

A mis compañeros de trabajo, quienes sin esperar nada a cambio compartieron conmigo sus conocimientos, alegrías, tristezas y consejos, en general a todas aquellas personas que durante estos cinco años estuvieron apoyándome para lograr que este sueño se haga realidad.

Agradecimiento

El autor expresa su profundo agradecimiento a las personas e instituciones que contribuyeron con sus valiosas sugerencias, críticas constructivas, apoyo moral e intelectual para hacer posible la presente Tesis.

A la Universidad César Vallejo Lima Norte y a sus docentes universitarios que directa e indirectamente son responsables por la formación académica recibida.

A mis asesores de tesis, Dr. Ing. Jhonny Valverde Flores, Dr. Carlos Cabrera Carranza, Lic. Carlos Alberto Jaimes Velásquez, por sus consejos, observaciones y el aporte de su valiosa experiencia científica para la concreción del estudio de investigación.

Al Equipo Evaluación de Calidad de la Gerencia de Producción y Distribución Primaria de SEDAPAL, cuyo personal profesional brindó orientación, recomendaciones basadas en su amplia experiencia y en cuyo laboratorio se han realizado los análisis de las muestras de agua.

A mi esposa Consuelo, por su paciencia y apoyo para hacer realidad el sueño y aventura emprendida, que debe coronarse con la obtención del grado académico de la carrera.

A mis hijos Miguel, Roberto y Stefany, por el apoyo moral e incondicional, quienes indirectamente también se encuentran embarcados en esta aventura.

A todos ellos, infinitas gracias.

El Autor

Declaración de Autenticidad

Yo, Miguel Angel Quispe Vega, con DNI N° 07167246, 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 de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, 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, julio del 2015

Miguel Angel Quispe Vega

Presentación

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Eficiencia de la técnica Filtro Lento de Arena para mejorar la calidad de agua extraída de los pozos artesanales para consumo humano en la zona Pampa Gallinazo, Sector 361. Puente Piedra 2015”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Miguel Angel Quispe Vega

Índice

PÁGINAS PRELIMINARES

JURADO	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Declaración de Autenticidad	iv
Presentación	v
Índice	vi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Problema	31
1.1.1 Problema general	31
1.1.2 Problemas específicos	31
1.2 Objetivos	31
1.2.1 Objetivo general:	31
1.2.2 Objetivos específicos:	31
II. MARCO METODOLÓGICO	32
2.1 Hipótesis:	32
2.1.1 Hipótesis General	32
2.1.2 Hipótesis específicas:	32
2.2 Identificación de variables	33
2.2.1 Variables Independientes:	33
2.2.2 Variables dependientes:	33
2.3 Operacionalización de variables	34
2.4 Metodología	36
2.5 Tipo de Estudio	36
2.6 Diseño de investigación	36
2.7 Población, muestra y muestreo	38
2.8 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	40

2.8.1	Requisitos de la medición: Validez y confiabilidad	40
III.	RESULTADOS.....	44
3.1	ETAPA I: Fase de campo – Inventario	44
3.2	ETAPA II: Fase de campo – Toma de muestras de agua para determinar calidad organoléptica	61
3.3	ETAPA III: Fase de campo – Toma de tres muestras de agua de pozos artesanales seleccionados.....	63
3.4	ETAPA IV: Construcción de tres módulos de Filtro Lento de Arena	69
3.5	Etapa V: Análisis de muestras de agua después de haber pasado por el Filtro Lento de Arena a los 15 días (1ra muestra)	77
3.6	Etapa V: Muestreo de agua después de haber pasado por el Filtro Lento de Arena a los 22 días (2da muestra)	79
3.7	Etapa V: Muestreo de agua después de pasar por el Filtro Lento de Arena a los 29 días (3ra muestra)	81
3.8	Evaluación de la Eficiencia de los Filtros Lentos de Arena	93
3.9	Prueba de Normalidad.....	96
3.10	Prueba de Hipótesis.....	97
IV.	DISCUSIÓN.....	113
V.	CONCLUSIONES	115
VI.	RECOMENDACIONES	116
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	117
VIII.	ANEXOS.....	124

Índice de Tablas

Tabla 1: Parámetros microbiológicos y parasitológicos	15
Tabla 2: Parámetros de calidad organoléptica	15
Tabla 3: Parámetros químicos inorgánicos.....	16
Tabla 4: Parámetros químicos orgánicos.....	16
Tabla 5 Criterios para el diseño de filtros lentos de arena	25
Tabla 6: Operacionalización de variables	34
Tabla 7: Selección de pozos artesanales	39
Tabla 8: Técnicas e instrumentos de recolección de datos	40
Tabla 9: Monitoreo de agua pozo artesanal - Calidad organoléptico	62
Tabla 10: Ubicación de pozos artesanales de estudio.....	63
Tabla 11: Resumen comparativo de análisis microbiológicos al inicio de la investigación	64
Tabla 12: Resumen comparativo de análisis físico químico al inicio de la investigación	64
Tabla 13: Materiales usados para construir un filtro lento de arena	72
Tabla 14: Dosificación de cloro para desinfección de agua.....	76
Tabla 15: Ficha comparativa de parámetros microbiológicos y físicos - químicos a los 15días – Punto I.....	78
Tabla 16: Ficha comparativa de parámetros microbiológicos y físicos – químicos a los 15días – Punto II.....	78
Tabla 17: Ficha comparativa de parámetros microbiológicos, físicos - químicos a los 15días – Punto III.....	79
Tabla 18: Ficha comparativa de parámetros microbiológicos, físicos - químicos a los 22 días – Punto I.....	79
Tabla 19: Ficha comparativa de parámetros microbiológicos, físicos - químicos a los 22 días – Punto II.....	80
Tabla 20: Ficha comparativa de parámetros microbiológicos, físicos - químicos a los 22 días – Punto III.....	81
Tabla 21: Ficha comparativa de parámetros microbiológicos, físicos - químicos a los 29 días – Punto I.....	81
Tabla 22: Ficha comparativa de parámetros microbiológicos, físicos - químicos a los 29 días – Punto II.....	82
Tabla 23: Ficha comparativa de parámetros microbiológicos, físicos - químicos a los 29 días – Punto III.....	82
Tabla 24: Valores de cloro libre residual y cloro total del agua desinfectada con hipoclorito de calcio.....	83
Tabla 25: Ficha comparativa de parámetros microbiológicos a los 29 días con cloro – Punto I.....	84

Tabla 26: Ficha comparativa de parámetros microbiológicos a los 29 días con cloro – Punto II	85
Tabla 27: Ficha comparativa de parámetros microbiológicos a los 29 días con cloro – Punto III	85
Tabla 28: Parámetros físicos.....	85
Tabla 29: Capacidad depuradora del filtro I durante los días de investigación.....	87
Tabla 30: Capacidad depuradora del filtro II durante los días de investigación.....	87
Tabla 31: Capacidad depuradora del filtro III durante los días de investigación.....	88
Tabla 32: Capacidad depuradora del FLA I en el tiempo	88
Tabla 33: Capacidad depuradora del FLA II en el tiempo	90
Tabla 34: Capacidad depuradora del FLA III en el tiempo	92
Tabla 35: Cálculo de la eficiencia del filtro lento de arena I.....	94
Tabla 36: Cálculo de la eficiencia del filtro lento de arena II.....	94
Tabla 37: Cálculo de la eficiencia del filtro lento de arena III.....	95
Tabla 38: Promedio general de eficiencia de los tres filtros lentos de arena.....	96
Tabla 39: Prueba de Normalidad.....	97
Tabla 40: Test de Normalidad.....	97
Tabla 41: Estadísticos de muestras relacionadas a las Bacterias Coliformes Totales antes y después del tratamiento	99
Tabla 42: Estadísticos de muestras relacionadas a las Bacterias Termotolerantes antes y después del tratamiento	102
Tabla 43: Estadísticos de muestras relacionadas a las Bacterias Heterótrofas antes y después del tratamiento	105
Tabla 44: Estadísticos de muestras relacionadas a la Conductividad antes y después del tratamiento	108
Tabla 46: Estadísticos de muestras relacionadas a la Turbiedad antes y después del tratamiento.....	109

Índice de Figuras

Figura N° 1: Escala pH	13
Figura N° 2: Mantenimiento del Filtro Lento de Arena	26
Figura N° 3: Vehículo menor motorizado Bajaj usado para inventario	45
Figura N° 4: GPS Geo Explorer 2008 Series marca Trimble Geo XH	45
Figura N° 5: Equipo multiparámetro Hach 5465011 Sension 156	61
Figura N° 6: Toma de muestras de agua en pozos artesanales seleccionados para investigación.....	63
Figura N° 7: Resultados de entrada para Bacterias Coliformes Totales	65
Figura N° 8: Resultados de entrada para Bacterias Coliformes Termotolerantes	65
Figura N° 9: Resultados de entrada para Bacterias Heterótrofas	65
Figura N° 10: Resultados de entrada para Nematodos	66
Figura N° 11: Resultados de entrada para Algas	66
Figura N° 12: Resultados de entrada para Conductividad	67
Figura N° 13: Resultados de entrada para pH	67
Figura N° 14: Resultados de entrada para Dureza Total.....	68
Figura N° 15: Resultados de entrada para Sólidos Disueltos Totales	68
Figura N° 16: Resultados de entrada para Sólidos Disueltos Totales	68
Figura N° 17: Resultados de entrada para Manganeso	68
Figura N° 18: Esquema de unidad de filtración intradomiciliario.....	71
Figura N° 19: Lavado de piedra chancada de ½", grava de ¼", arena gruesa y fina	72
Figura N° 20: Perforación de 20mm en tubo PVC de 200mm para instalar línea de purga del filtro	73
Figura N° 21: Instalación de base del filtro, línea de captación de agua filtrada y purga del filtro	73
Figura N° 22: Instalación de líneas de captación y purga del filtro.....	73
Figura N° 23: Traslado de filtros lento de arena a viviendas que usan agua de pozos artesanales	74
Figura N° 24: Módulo I con filtro, manguera y balde.	77
Figura N° 25: Módulo II con filtro, manguera y balde	77

Figura N° 26: Módulo III con filtro, manguera y balde	77
Figura N° 27: Capacidad depuradora del Filtro Lento de Arena I en el tiempo para BCT.....	89
Figura N° 28: Capacidad depuradora del Filtro Lento de Arena I en el tiempo para BCTT	89
Figura N° 29: Capacidad depuradora del Filtro Lento de Arena I en el tiempo para BH	90
Figura N° 30: Capacidad depuradora del Filtro Lento de Arena II en el tiempo para BCT.....	90
Figura N° 31: Capacidad depuradora del Filtro Lento de Arena II en el tiempo para BCTT	91
Figura N° 32: Capacidad depuradora del Filtro Lento de Arena II en el tiempo para BH	91
Figura N° 33: Capacidad depuradora del Filtro Lento de Arena III en el tiempo para BCT.....	92
Figura N° 34: Capacidad depuradora del Filtro Lento de Arena III en el tiempo para BCTT.....	92
Figura N° 35: Capacidad depuradora del Filtro Lento de Arena III en el tiempo para BH	93

Índice de Anexos

Anexo N° 1: Ficha de observación - Catastro de pozos artesanales	124
Anexo N° 2: Ficha de Registro de Datos de Campo	125
Anexo N° 3: Ficha de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos al inicio de la investigación	126
Anexo N° 4: Ficha de Comparación	127
Anexo N° 5: Sectores de Abastecimiento del Cono Norte de Lima Metropolitana	128
Anexo N° 6: Zona Pampa Gallinazo, Sector 361, distrito Puente Piedra	129
Anexo N° 7: Resultados de análisis de agua Muestra I	130
Anexo N° 8: Resultados de análisis de agua Muestra II	134
Anexo N° 9: Resultados de análisis de agua Muestra III	138
Anexo N° 10 Carta de Presentación de la UCV Lima Norte a SEDAPAL	142
Anexo N° 11 Solicitud para autorizar los análisis de agua en laboratorio de SEDAPAL	143
Anexo N° 12 Actas de entrega de módulos Filtro lento de Arena	144
Anexo N° 13 Informes de Ensayo de Muestras I, II y III realizado en Laboratorio del Equipo Evaluación de Calidad de SEDAPAL	147
Anexo N° 14: Instructivo Desinfección doméstica del agua a través de la cloración	150
Anexo N° 15: D.S. N° 031-2010-SA y Anexos I y II	152

RESUMEN

El objetivo general del trabajo de investigación es evaluar la eficiencia depuradora de la técnica Filtro Lento de Arena, para mejorar la calidad del agua que se extrae en estos pozos artesanales y hacerlo apto para consumo humano.

La primera parte del procedimiento, fue realizar un inventario de pozos artesanales que aún se mantienen en servicio, tomando muestras de agua para determinar su calidad organoléptica. La segunda parte, fue tomar tres muestras de agua en los pozos más representativos tomando en cuenta las condiciones físicas del pozo y de su entorno, que hacía presumir el deterioro de la calidad bacteriológica del agua. Estas muestras fueron analizadas en el laboratorio de la empresa CERPER S.A., confirmando que presenta contaminación bacteriológica, estas muestras representan la condición inicial de la investigación, proponiendo a los propietarios de los tres pozos artesanales la instalación de igual número de filtros lentos de arena, confeccionado por el investigador dentro de sus viviendas. La tercera parte, para determinar la eficiencia de los tres filtros se monitoreó el funcionamiento de los tres filtros, mediante visitas de asesoría y apoyo a los usuarios; así mismo, se realizó el análisis bacteriológicos del agua filtrada de los tres puntos de evaluación en el laboratorio del Equipo Evaluación de Calidad de SEDAPAL, hasta por tres veces consecutivas. La eficiencia promedio de los tres filtros lentos de arena para reducir la contaminación bacteriológica del agua para las Bacterias Coliformes Totales fue de 88.36%, para las Bacterias Coliformes Termotolerantes fue de 94.35% y para la Bacterias Heterótrofas fue de 77.50%.

Palabras clave: Pozo artesanal, Filtro Lento de Arena, Contaminación bacteriológica, Calidad de agua.

ABSTRACT

The overall objective of the research is to evaluate the purification efficiency of slow sand filter technology to improve the quality of the water extracted in these artesian wells and make it suitable for human consumption.

The first part of the procedure was to make an inventory of artesian wells that are still in service, taking water samples to determine its organoleptic quality. The second part was to take three water samples in the most representative wells taking into account the physical conditions of the well and its surroundings, that made presume deterioration of the bacteriological water quality. These samples were analyzed in the laboratory of the company CERPER SA, confirming that presents bacteriological contamination, these samples represent the initial condition of the investigation, proposed to the owners of the three artesian wells install equal numbers of slow sand filters, made investigator inside their homes. The third part, to determine the efficiency of the three filters the functioning of the three filters were monitored through visits counseling and support to users; Likewise, the filtered water bacteriological analysis of the three points of laboratory evaluation Quality Assessment Team SEDAPAL until three consecutive times was performed. The average efficiency of the three slow sand filters to reduce bacterial contamination of water for Total Coliform bacteria was 88.36% for thermotolerant coliform bacteria was 94.35% and for heterotrophic bacteria was 77.50%.

Keywords: artesian well, slow sand filter, bacteriological contamination, water quality.