

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

“Diseño e Implementación de un Sistema de Bombeo de Aguas Residuales para una Urbanización”

TESINA DE SEMINARIO

Previo a la Obtención del Título de:

**INGENIEROS MECÁNICOS**

Presentada por:

Edison Alberto Martínez Barzola y

Christian Iván Navarrete Rodríguez

Guayaquil – Ecuador

Año: 2010

**DEDICATORIA:**

El presente trabajo lo dedicamos a: A DIOS por darnos la oportunidad de vivir y concretar nuestra carrera profesional.

A nuestros PADRES por ser y haber sido el pilar fundamental de nuestras vidas, a nuestros HERMANOS y demás SERES QUERIDOS.

**AGRADECIMIENTO:**

Agradecemos a la Escuela Superior Politécnica del Litoral, por nuestro desarrollo académico profesional, al Ing. Fernando Anchundia y al Ing. Marcelo Espinosa, Director y Vocal de Tesina de Seminario respectivamente por su invaluable ayuda para concretar este trabajo de una manera exitosa.

**DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de esta Tesina de Seminario nos corresponde exclusivamente y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ ­­­­­\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 Edison Martínez Barzola Christian Navarrete Rodríguez

**TRIBUNAL DE GRADUACIÓN**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 Ing. Francisco Andrade S. Ing. Fernando Anchundia V.

 DECANO DE LA FIMCP DIRECTOR DE TESINA DE SEMINARIO

 PRESIDENTE

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Ing. Marcelo Espinosa L.

VOCAL

**RESUMEN**

En los últimos años existe una marcada tendencia en el país al desarrollo habitacional mediante urbanizaciones, las actividades de los residentes de las mismas producen aguas afluentes contaminadas que no pueden ser liberadas al medio ambiente sin antes ser tratadas.

Normalmente los sitios donde se construyen las urbanizaciones son lugares apartados de la ciudad donde no existen o están en proyectos redes de aguas residuales, por esta razón organismos de control exigen que se construyan plantas de tratamiento de aguas residuales para su posterior descarga.

En el presente proyecto se aplican los fundamentos teóricos y prácticos de la mecánica de fluidos para diseñar e implementar un sistema de bombeo de aguas residuales que alimente dicha planta de tratamiento para una urbanización particular.

Se realizarán consideraciones que soporten el diseño y selección del sistema de bombeo, mediante cálculos teóricos y prácticos con la utilización de aplicativos comerciales usados para estas prácticas.

Luego se realiza un análisis y descripción de los costos de los equipos y materiales utilizados en este proyecto, incluyendo en el mismo la instalación del sistema y el mantenimiento que se le debe dar para garantizar un largo periodo de vida útil.

Finalmente se detallan las conclusiones y recomendaciones que fueron obtenidas durante el desarrollo de este proyecto.

**ÍNDICE GENERAL**

RESUMEN I

ÍNDICE GENERAL III

ABREVIATURAS VI

SIMBOLOGÍA VII

ÍNDICE DE FIGURAS VIII

ÍNDICE DE TABLAS IX

ÍNDICE DE PLANOS X

INTRODUCCIÓN 1

**CAPÍTULO 1**

1. **GENERALIDADES DEL PROYECTO**…………………………………… 3
	1. Antecedentes de la Urbanización…………………………………… 3
	2. Descripción del Proyecto …………………………………………….. 4
	3. Parámetros de Diseño………………………………………………... 6

 1.3.1. Población………………………………………………………. 6

 1.3.2. Dotación de Agua Potable……………………………………. 7

 1.3.3. Recomendaciones del caudal de diseño

 y otros coeficientes utilizados………………………………… 7

* 1. Planta de Tratamiento para Aguas Residuales……………………. 16
		1. Concepción del Sistema de Tratamiento de Aguas

Residuales………………………………...............................16

* + 1. Descripción de Funcionamiento de una Planta de

Tratamiento de Aguas Residuales………………………….17

**CAPÍTULO 2**

1. **FUNDAMENTOS HIDRÁULICOS**………………………………………20
	1. Características Básicas de los Fluidos …………………………….. 20
		1. Densidad………………………………………………………… 20
		2. Peso específico………………………………………………… 21
		3. Densidad relativa……………………………………………….. 21
		4. Viscosidad de un fluido………………………………………… 22
		5. Velocidad Específica…………………………………………… 22
	2. Dinámica Elemental de Fluidos …………………………………….. 23
	3. Flujo en Tuberías y Canales………………………………………… 26
		1. Ecuación de Continuidad………………………………………. 26
		2. Ecuación de Energía…………………………………………… 27
		3. Ecuación de Movimiento………………………………………. 29
	4. Ecuaciones de Flujo………………………………………………….. 30
	5. Bombas y Sistemas de Bombeo…………………………………….. 34
		1. Clasificación de Bombas………………………………………. 34
		2. Características de Funcionamiento…………………………… 36
		3. Accionamiento de las Bombas………………………………… 39
		4. Estaciones de Bombeo………………………………………… 40
			1. Tipos de Estaciones de Bombeo…………………. 40
			2. Diseño de Estaciones………………………………. 42

2.5.5 Tuberías de Impulsión…………………………………………. 43

**CAPÍTULO 3**

1. **DISEÑO DE LA ESTACION DE BOMBEO**………………………………47
	1. Condiciones de Operación…………………………………………….. 47
		1. Determinación del Caudal Necesario………………………… 47
		2. Cálculo de la Altura Dinámica Total (TDH)…………………... 48
		3. Diseño del Sistema de Tuberías y accesorios………………. 49
		4. Curva del Sistema de Bombeo………………………………... 54
		5. Curvas características de las Bombas a ser utilizadas…….. 55
		6. Punto de Operación del Sistema de Bombeo………………. 57
		7. Cálculo de Potencia de los Equipos de Bombeo Utilizados.. 57
		8. Sistema de Izaje………………………………………………… 57
	2. Diseño del Pozo Húmedo…………………………………………… 59

3.2.1 Dimensiones del Pozo Húmedo……………………………….. 59

3.2.2 Características del Pozo Húmedo……………………………… 60

 3.3 Consideraciones para la Construcción de la Estación de

Bombeo ……………………………………………………………. 62

**CAPÍTULO 4**

1. **CÁLCULOS DE COSTOS DE INVERSIÓN**……………………………… 66

4.1Costos de los Equipos de Bombeo, Sistema de Tubería y

Accesorios Utilizados………………………………………………… 66

4.2Costos de Instalación de los Equipos de Bombeo

y sus Accesorios…………………………………………………. 71

 4.3Costos de Mantenimiento de los Equipos de Bombeo……………. 75

 4.4 Análisis de Costos de Inversión …………………………………….. 76

**CAPÍTULO 5**

**5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**…………………………… 78

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

**ABREVIATURAS**

AASS Aguas servidas

APU Análisis de precios unitarios

ASME American Society Mechanical Engineering

ASTM American Society for Testing Materials

AWWA American Water Works Association

DR Densidad relativa

FGV Flujo gradualmente variado

FRV Flujo rápidamente variado

G Aceleración de la gravedad

$H\_{a}$ Hectárea

$Hab$ Habitante

HP Caballos de fuerza

Kg. Kilogramo

KW h/a Kilovatios Hora anuales

L. Longitud

Lb. Libra

$Lt$ Litro

$m^{3}$ Metro cúbico

$m^{3}/seg$ Metro cúbico por segundo

$m/seg$ Metro por segundo

$mm$ Milímetro

PN Presión nominal

PTAR Planta de tratamiento de aguas residuales

PVC Policloruro de vinilo

Ppm Partículas por millón

Re Número de Reynolds

RAS Reglamento de agua potable y saneamiento básico

Rpm Revoluciones por minuto

Seg. Segundo

SI Sistema Internacional

TDH Altura dinámica total

$ρ$ Densidad

$γ$ Peso Específico

ºC Grados centígrados

ºF Grados Fahrenheit

μ Viscosidad relativa

 ν Viscosidad cinemática

 𝛱 Valor numérico PI

**SIMBOLOGÍA**

$A$Área

$A\_{1}$Área 1

$A\_{2}$Área 2

$C$Consumomedio diario

$D$Diámetro

$E\_{p}$Energía estática

$E\_{v}$Energía cinética

$E\_{q}$Energía potencial

$E\_{i}$Energía interna

$E\_{m}$Energía mecánica

$E\_{h}$Energía transferida al fluido

$F$ Factor de mayoración

$f$ Factor de fricción

$h\_{f}$ Pérdida de carga por rozamiento

$h\_{L}$ Pérdida de carga

$M$Caudalmásico

$P$Población servida

$P\_{D}$Presión de descarga

$P\_{S}$Presión de succión

$R$Coeficiente de retorno

$N\_{S}$ Velocidad específica

$Q$Caudal

$Q\_{D}$ Caudalde aporte doméstico

$Q\_{MH}$ Caudal de máximo horario

$Q\_{INFI}$ Caudal de infiltración

$Q\_{CE}$ Caudal de conexiones erradas

$Q\_{DT}$ Caudal necesario de diseño

$S$Pendientede la línea de carga

$V$Velocidad

$V\_{D}$Velocidad de descarga

$V\_{S}$Velocidad de succión

$Z$Altura estática

$α$Factorde corrección de energía cinética

$Φ\_{min}$ Tiempo mínimo de un ciclo de bombeo

**ÍNDICE DE FIGURAS**

 **Pág.**

**Figura 2.1** Rugosidad relativa de Tubos nuevos……………………….. 32

**Figura 2.2** Diagrama de Moody……………………………………........... 33

**Figura 3.1** Curva del Sistema…………………………………………….. 55

**ÍNDICE DE TABLAS**

**Pág.**

**Tabla 1** Asignación del nivel de complejidad del sistema……………. 8

**Tabla 2** Coeficientes de retornos de aguas servidas domésticas…... 11

**Tabla 3** Aportes máximos por conexiones erradas…………………… 12

**Tabla 4** Aportes por infiltración…………………………….................... 14

**Tabla 5** Costos de suministros de la estación de bombeo…… ……. 67

**Tabla 6** Costos de instalación de la estación de bombeo…… …….. 71

**Tabla 7** Costo total de mantenimiento………………………………… 76

**ÍNDICE DE PLANOS**

 **Plano 1** Planta de la Estación de Bombeo.

 **Plano 2** Vista A-A de la Estación de Bombeo.

 **Plano 3** Vista B-B de la Estación de Bombeo.

 **Plano 4** Canastilla para retención de Sólidos.

 **Plano 5** Sistema de Izaje.

 **Plano 6** Pasamuro típico.

**Plano 7** Tablero de control.