

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA Y OBRAS SANITARIAS



**CREACIÓN DE UNA PÁGINA WEB BASADA EN LA “GUÍA TÉCNICA
PARA LA SELECCIÓN Y DISEÑO DE LÍNEAS DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES”.
APLICACIÓN PRÁCTICA: COMUNIDAD DE YUNCHARÁ.**

Por:

JOSE ALEX ROJAS RODRIGUEZ

SEMESTRE II-2024

TARIJA -BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA Y OBRAS SANITARIAS



**CREACIÓN DE UNA PÁGINA WEB BASADA EN LA “GUIA TÉCNICA
PARA LA SELECCIÓN Y DISEÑO DE LÍNEAS DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES”.**

APLICACIÓN PRÁCTICA: COMUNIDAD DE YUNCHARÁ.

Por:

JOSE ALEX ROJAS RODRIGUEZ

Trabajo Final presentado a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**, como requisito para optar al grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

SEMESTRE II-2024

TARIJA -BOLIVIA

V°B°

.....
M.Sc. Ing. Marcelo Segovia Cortez
DECANO FACULTAD DE CIENCIAS
Y TECNOLOGIA

.....
M.Sc. Ing. Gustavo Succi Aguirre
VICEDECANO FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGIA

TRIBUNALES:

.....
Ing. Ilsen Copa Almazan

.....
Ing. Oscar Ricaldi Torrez

.....
Ing. Nelson Rodríguez Lezana

El tribunal no se solidariza con la forma, términos,
modos y expresiones vertidas en el presente trabajo,
siendo únicamente responsabilidad del autor

DEDICATORIA

A Dios por ser mi soporte y alumbrarme en los momentos más difíciles de mi vida, y darme fuerza y salud para continuar adelante.

A mis padres Anibal Rojas Anachuri (†) y Maribel Rodríguez Mamani por el sacrificio que hicieron para que siga adelante y me consagre como futuro profesional.

A mis hermanos Rodrigo y Misael por ser una motivación más en mi vida

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida y permitir que llegue a cumplir este objetivo tan anhelado.

A mis padres y mis hermanos por todo el amor que me brindaron y por nunca dejar de apoyarme y confiar en mí.

A mis amigos que forme en la universidad por acompañarme en ese trayecto, y apoyarme en los momentos complicados de la carrera.

A mis docentes de la carrera por formarme y fundar en mi la base académica para saber desenvolverme en la vida profesional.

A TODOS MUCHAS GRACIAS

INDICE

CAPÍTULO I	1
ANTECEDENTES Y GENERALIDADES	1
1.1 Introducción.....	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Planteamiento del problema.	3
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos.	3
CAPÍTULO II.....	4
MARCO REFERENCIAL	4
2.1. MARCO TEÓRICO.	4
2.1.1. Reglamentos y normativas.....	4
2.1.1.1. Reglamentos y normativas internacionales.....	4
2.1.1.2. Reglamentos y normativas bolivianas.....	4
2.1.2. Agua residual.	6
2.1.3. Clasificación del agua residual.	6
2.1.4. Caracterización de las aguas residuales.	7
2.1.5. Planta de tratamiento de aguas residuales.....	8
2.1.6. Etapas de Tratamiento.....	8
2.1.6.1. Pretratamiento.	9
2.1.6.1.1. Desbaste.....	9
2.1.6.1.2. Rejas.	9
2.1.6.1.3. Tamices.....	9
2.1.6.1.4. Desarenado.	9
2.1.6.1.5. Desengrasado.....	10

2.1.6.2. Tratamiento Primario.	10
2.1.6.2.1. Sedimentadores Primarios.	10
2.1.6.2.2. Tanques Imhoff.....	11
2.1.6.2.3. Tanques Sépticos.	11
2.1.6.3. Tratamiento Secundario.	11
2.1.6.3.1. Tratamientos Anaerobios.....	12
2.1.6.3.2. Tratamientos Extensivos.....	13
2.1.6.3.3. Tratamientos intensivos.....	14
2.1.6.4. Tratamientos de desinfección.....	16
2.1.6.4.1. Lagunas de maduración.....	16
2.1.6.4.2. Humedales artificiales.	16
2.1.6.4.3. Desinfección - luz ultravioleta (UV.....	17
2.1.6.5. Tratamiento de lodos.....	17
2.1.6.5.1. La digestión anaerobia.....	18
2.1.6.5.2. La digestión aerobia.....	18
2.1.6.5.3. La composta o abonamiento	18
2.1.6.5.4. Estabilización con cal.	18
2.1.6.5.5. Incineración.	19
2.1.7. Ventajas y desventajas de los sistemas de tratamiento.	19
2.1.8. Tratamiento avanzado de las aguas residuales.....	22
2.2.-MARCO CONCEPTUAL.....	23
2.3.-MARCO LEGAL.	25
2.3.1. Guía técnica para la selección y diseño de líneas de tratamiento de aguas residuales (2021).	25
2.3.2. Ley Nª 1333 del Medio Ambiente (27/04/1992) Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.....	26
2.3.3. Guía para la Elaboración de Procedimientos Técnicos y Administrativos para Descargas de Efluentes Industriales Especiales y Lodos al Alcantarillado Sanitario (2015)	27

2.3.4. Ley N° 2066, Prestación y Utilización de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (11/03/2000).....	28
CAPÍTULO III	29
CONSIDERACIONES PARA SELECCIÓN DE UNA PTAR	29
3.1. Conocimiento técnico.....	30
3.2. Estudios previos.....	31
3.2.1. Normas técnicas existentes.	31
3.2.2. Información de carácter administrativo.	32
3.2.3. Población servida y población futura.....	32
3.2.4. Instalaciones existentes de abastecimiento, alcantarillado y tratamiento.	34
3.2.5. Gestión de los sistemas de abastecimiento y saneamiento.	35
3.2.6. Condicionantes para la selección del terreno en el que ubicar la PTAR.	36
3.2.7. Condiciones climáticas y geográficas de la zona de intervención.....	38
3.2.8. La gestión de las aguas de lluvia.....	39
3.2.9. Características de las aguas residuales a tratar.	40
3.2.10. Calidad exigida al efluente depurado.....	41
3.2.11. Posible reutilización de los efluentes tratados.	43
3.3. Criterios de selección.....	44
3.3.1 Eficacia de remoción.....	44
3.3.2. Terrenos disponibles.	47
3.3.3. Aceptación social.....	51
3.3.4. Características ambientales.	51
3.3.5. Impactos ambientales.....	52
3.3.6. Generación de lodos.....	54
3.3.7. Operación y mantenimiento.....	55

3.3.8. Costos de construcción y de operación y mantenimiento.....	56
3.4. Criterios limitantes.	63
3.5. Eliminación de tratamientos	64
3.6. La ponderación de los criterios de selección.....	64
3.7. Valoración de cada alternativa respecto a la selección.....	65
3.8. Matriz de decisión.	66
3.9. Selección final.	68
CAPÍTULO IV	69
MARCO METODOLÓGICO	69
APLICACIÓN PRACTICA CON DATOS DE LA COMUNIDAD DE YUNCHARA	69
4.1. Estudios Previos.	69
4.1.1. Ubicación	69
4.1.2. Población futura.....	69
4.1.3.- Instalaciones existentes.....	70
4.1.4.-Area de terreno disponible.....	71
4.1.5. Condiciones climáticas y geográficas	72
4.1.5.1. Condiciones Climáticas.....	72
4.1.5.2. Condiciones Geográficas,.....	73
4.1.6. Gestión de las aguas de lluvia.	74
4.1.7. Características del Agua residual.....	75
4.1.7.1. Caudal.....	75
4.1.8. Calidad exigida al efluente.....	76
4.1.8.1. Recursos hídricos.	76
4.1.8.2. Calidad del efluente.....	77
4.2. Criterios de Selección.....	78

4.2.1. Eficacia de remoción.....	78
4.2.2. Impactos ambientales.....	78
4.2.3. Operación y Mantenimiento.	79
4.2.4. Costos de construcción y de operación y de mantenimiento.	79
4.3. Ponderación de los criterios de selección.	80
4.3.1. Ponderación eficacia de remoción.	80
4.3.2. Ponderación impactos ambientales.	81
4.3.3. Ponderación operación y mantenimiento.....	81
4.3.4. Ponderación de costos construcción y de operación y mantenimiento.....	82
4.4. Valoración de cada alternativa respecto al criterio de selección.	83
4.4.1 Valoración del criterio eficiencia de remoción.....	83
4.4.1.1. Valoración de la calidad exigida a los efluentes tratados.....	83
4.4.1.2. Valoración del tipo de contaminación de las aguas a tratar.	84
4.4.1.3. Valoración de la tolerancia a las variaciones de caudal y carga.	85
4.4.2. Valoración del criterio de impactos ambientales.	86
4.4.2.1. Valoración de la producción de malos olores.	86
4.4.2.2. Valoración de los gases de efecto invernadero.	86
4.4.2.3. Valoración de la generación de ruido.....	87
4.4.2.4. Valoración del impacto ambiental.....	88
4.4.3. Valoración del criterio operación y mantenimiento.....	88
4.4.3.1. Valoración del requerimiento de personal calificado.....	88
4.4.3.2. Valoración de la disponibilidad de repuestos y servicios técnicos.	89
4.4.4. Valoración del criterio de costos de construcción, operación y mantenimiento.....	90
4.4.4.1. Valoración del costo de construcción.....	90
4.4.4.2. Valoración de costo de operación y mantenimiento.	91
4.5. Matriz de decisión.	92
4.6. Selección final	93

CAPÍTULO V.....	94
DISEÑO Y DESARROLLO DE LA PÁGINA WEB.....	94
5.1. Herramientas utilizadas en el sistema.....	94
5.1.1. Visual Studio Code.....	94
5.1.2. React.....	95
5.1.3. JavaScrip.....	95
5.1.4. Tailwind.....	96
5.1.5. Firebase.....	96
5.1.6. Navegador Microsoft Edge.....	96
5.2. Metodología utilizada.....	97
5.2.1. Metodología RUP.....	97
5.2.2. Fases de la metodología RUP.....	97
5.3. Conceptos de diseño y desarrollo de la página web.....	98
5.3.1. Diseño de la página web.....	99
5.3.2. Desarrollo de la página web.....	99
5.4. Proceso de desarrollo de la página web.....	99
5.4.1. Diseño y Estructura de la Interfaz.....	99
5.4.2. Implementación de la Lógica de Selección.....	99
5.4.3. Integración con Firebase.....	99
5.5. Composición de la página web.....	100
5.5.1. Inicio de Sesión.....	100
5.5.2. Página de inicio.....	100
5.5.3. Selección de Líneas de Tratamiento.....	100
5.5.4. Reportes.....	101

5.5.5. Biblioteca.....	101
5.5.6. Calculadora de eficiencias.....	101
5.6. Acerca de la página web.....	101
CAPÍTULO VI.....	102
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	102
6.1 Conclusiones.....	102
6.2. Recomendaciones.....	103
BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFIA.....	104
Bibliografía.....	104
Webgrafía.....	105
ANEXOS.	

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1:Esquema de las etapas incluidas en el tratamiento de aguas residuales urbanas.	8
Fig. 2: Pretratamiento	9
Fig. 3: Tratamiento Primario	10
Fig. 4: Proceso biológico de Tratamiento.....	12
Fig. 5: Tratamiento Terciario.....	16
Fig. 6: Diagrama de la metodología de decisión de propuesta.....	29
Fig. 7: Esquema del proceso de matrices de selección aplicado en proyectos de depuración de aguas residuales.	68
Fig. 8: Aplicación de métodos para poblaciones futuras.....	69
Fig. 9: Ubicación de PTAR Yunchara.....	71
Fig. 10: Temperatura media anual de la comunidad de Yunchara.	72
Fig. 11: Pisos Ecológicos del Municipio de Yunchará.....	73
Fig. 12: Precipitación Anual en el municipio de Yunchará.....	74
Fig. 13: Mapa de quebradas y rio principal del municipio de Yunchará.....	76
Fig. 14: Ponderación eficacia de remoción.	80
Fig. 15: Ponderación de impactos ambientales.	81
Fig. 16: Ponderación de operación y mantenimiento.	81
Fig. 17: Ponderación de costos de construcción, mantenimiento y operación.	82
Fig. 18: Eficiencias necesarias según los limites permisibles del anexo A-2.....	84
Fig. 19: Valoración de la calidad exigida a los efluentes tratados.	84
Fig. 20: Valoración del tipo de contaminación de las aguas a tratar.	85
Fig. 21: Valoración de la tolerancia de las variaciones de caudal y carga.	85
Fig. 22: Valoración de producción de malos olores.	86
Fig. 23: Valoración de los gases de efecto invernadero.	87
Fig. 24: Valoración de generación de ruidos.....	87
Fig. 25: Valoración de impacto ambiental.....	88
Fig. 26: Valoración de requerimiento de personal calificado.....	89
Fig. 27: Valoración del requerimiento de repuestos técnicos y repuestos.....	90
Fig. 28: Valoración del costo de construcción.	90
Fig. 29: valoración del costo de operación y mantenimiento.	91

Fig. 30: Matriz de selección final.	92
Fig. 31: Datos más resaltantes de la línea seleccionada.	93
Fig. 32: Diagrama de línea de tratamiento seleccionada.	93
Fig. 33: Fases de la metodología RUP.	98

INDICE DE TABLAS.

Tabla 1: Ventajas y desventajas de los sistemas de tratamiento.....	19
Tabla 2: Líneas de tratamiento y sus abreviaturas.....	30
Tabla 3: Métodos para cálculo de la población futura.....	33
Tabla 4: Aplicación de métodos de cálculo para la estimación de la población futura.....	33
Tabla 5: Periodo de diseño (años).	34
Tabla 6: Características climáticas y altitudes de la zona ecológica boliviana.	39
Tabla 7: Características de las aguas residuales urbanas.....	41
Tabla 8: Valores admisibles (clase D) según el cuadro N ^a A-1 del RMCH.....	42
Tabla 9: Límites permisibles para descargas líquidas según el anexo A-2 del RMCH.....	43
Tabla 10: Clasificación de los cuerpos de agua según su aptitud de uso.	44
Tabla 11: Porcentajes de eliminación de contaminantes para las diferentes líneas de tratamiento.....	45
Tabla 12: Comportamiento de las líneas de tratamiento en función del nivel de concentración de las aguas residuales a tratar.....	46
Tabla 13: Tolerancia de las líneas de tratamiento a las variaciones de caudal y carga de las aguas a tratar.....	46
Tabla 14: Estimación de la superficie necesaria para las diferentes líneas de tratamiento consideradas.....	48
Tabla 15: Riesgo de emisión de malos olores en las diferentes líneas de tratamiento.	52
Tabla 16: Riesgo de emisión de ruidos en las diferentes líneas de tratamiento.	53
Tabla 17: Grado de integración ambiental de las diferentes líneas de tratamiento.	53
Tabla 18: Generación de lodos en las diferentes líneas de tratamiento.....	54
Tabla 19: Clasificación de las diferentes líneas de tratamiento en función de la complejidad de operación y mantenimiento.....	56
Tabla 20: Costos de construcción de las distintas líneas de tratamiento.	57
Tabla 21: Costos de operación y mantenimiento de las distintas líneas de tratamiento.....	60
Tabla 22: Ponderación de criterios de selección.	65
Tabla 23: Tabla de cada criterio de selección.....	66
Tabla 24: Tabla resumen de selección de alternativas.	67
Tabla 25: Parametros del Afluente	75

Tabla 26: Aportes unitarios por zona ecológica.	75
Tabla 27: Anexo A-2 Límites permisibles para descargas	77
Tabla 28: Ponderación de alternativas.....	80
Tabla 29: Porcentaje de eliminación de contaminantes de las líneas.	83
Tabla 31: Comportamiento de las líneas con respecto al nivel de concentración de contaminación.....	84
Tabla 32: Tolerancia de las líneas de tratamiento a variaciones de caudal y carga.	85
Tabla 33: Riesgo de emisión de malos olores.	86
Tabla 34: Riesgo de emisión de ruidos.....	87
Tabla 35: Grado de integración paisajista.	88
Tabla 36: Complejidad de operación y mantenimiento de las líneas.	89
Tabla 37: Disponibilidad de repuestos para las líneas de tratamiento en Bolivia.	89
Tabla 38. Valoración de construcción.	90
Tabla 39: Valoración de costos de operación y mantenimiento.....	91

INDICE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Logo Visual Studio Code.	94
Ilustración 2: Logo React	95
Ilustración 3: Logo JavaScrit.....	95
Ilustración 4: Logo Tailwind.	96
Ilustración 5: Logo Firebase.	96
Ilustración 6: Logo Navegador Microft Edge.....	96