

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO

MAESTRÍA EN SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL Y AMBIENTAL

**TEMA: “LA CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA
EVACUADA AL RÍO GUAYLLABAMBA PARROQUIA DE
YARUQUÍ Y SU INCIDENCIA EN EL PROCESO DE
AUTODEPURACIÓN E HIGIENE AMBIENTAL EN LA ZONA”**

Trabajo de Investigación

**Previa a la obtención del Grado Académico de Magister en Seguridad e
Higiene Industrial y Ambiental.**

Autor: Ing. Marco Omar Vizuite Montero

Director: Ing. Alfredo Vinicio Jaramillo Garcés PhD.

Ambato – Ecuador

2013

Al Consejo de Posgrado de la UTA

El tribunal receptor de la defensa del trabajo de investigación con el tema: “LA CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA EVACUADA AL RÍO GUAYLLABAMBA PARROQUIA DE YARUQUÍ Y SU INCIDENCIA EN EL PROCESO DE AUTODEPURACIÓN E HIGIENE AMBIENTAL EN LA ZONA” presentado por: Ing. Marco Omar Vizuete Montero y conformado por: Ing. Mg. Cesar Aníbal Rosero Mantilla, Ing. Mg. Manolo Alexander Córdova Suárez, Ing. Mg. John Paúl Reyes Vásquez, Miembros del Tribunal, Ing. Alfredo Vinicio Jaramillo Garcés PhD, Director del trabajo de investigación y presidido por Ing. Mg. Edison Álvarez Mayorga, Presidente del Tribunal; Ing. Mg. Juan Garcés Chávez, Director del CEPOS – UTA, una vez escuchada la defensa oral, el Tribunal aprueba y remite el trabajo de investigación para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

.....
Ing. Mg. Edison Álvarez Mayorga
Presidente del Tribunal de Defensa

.....
Ing. Mg. Juan Garcés Chávez
DIRECTOR CEPOS

.....
Ing. Alfredo Vinicio Jaramillo Garcés PhD.
Director del Trabajo de Investigación

.....
Ing. Mg. Cesar Aníbal Rosero Mantilla
Miembro del Tribunal

.....
Ing. Mg. Manolo Alexander Córdova Suárez
Miembro del Tribunal

.....
Ing. Mg. John Paúl Reyes Vásquez
Miembro del Tribunal

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el trabajo de investigación con el tema: “LA CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA EVACUADA AL RÍO GUAYLLABAMBA PARROQUIA DE YARUQUÍ Y SU INCIDENCIA EN EL PROCESO DE AUTODEPURACIÓN E HIGIENE AMBIENTAL EN LA ZONA”, nos corresponde exclusivamente a: Ing. Marco Omar Vizuite Montero Autor y de Vinicio Jaramillo Garcés PhD. Director del trabajo de investigación; y el patrimonio intelectual del mismo a la Universidad Técnica de Ambato.

.....
Ing. Marco Omar Vizuite Montero

Autor

.....
Vinicio Jaramillo Garcés PhD.

Director

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este trabajo de investigación o parte de él un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la institución.

Cedo los derechos de mi trabajo de investigación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de esta, dentro de las regulaciones de la Universidad.

.....
Ing. Marco Omar Vizuite Montero

AGRADECIMIENTO

Dejo constancia de mi eterna gratitud a la Universidad Técnica de Ambato, a la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial y al programa de Maestría en Seguridad e Higiene Industrial y Ambiental por permitirme estudiar y ser parte de la misma.

A todo el personal docente de esta prestigiosa Institución y de una manera especial a Vinicio Jaramillo Garcés PhD, docente tutor.

También quiero eternizar mi profundo agradecimiento a la EPMAPS y a la Consultora ACCIONA INGENIERÍA SA. Por haber facilitado el desarrollo de este trabajo investigativo.

DEDICATORIA

Todo el esfuerzo desplegado en esta investigación quiero dedicar de manera especial a mi padre Marcos Vizuete, mis abuelitos Carmen Meléndrez, Sara Riofrío y Gonzalo Montero; que está en el cielo guiándome en cada momento; a mi madre Gladys Montero, mi hija Karen Vizuete e Isabel Garzón mi querida esposita, que me inspiraron a culminar una etapa más de mi vida profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA:	i
AL CONSEJO DE POSGRADO DE LA UTA	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y CUADROS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESÚMEN EJECUTIVO	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
EL PROBLEMA.....	2
1.1. TEMA:	2
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2.1. CONTEXTUALIZACIÓN.....	2
1.3. ANÁLISIS CRÍTICO.....	5
1.3.1. PROGNOSIS.....	6
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	6
1.4.1. INTERROGANTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
1.4.2. DELIMITACIÓN DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN.....	7
1.4.3. DELIMITACIÓN ESPACIAL.....	7
1.4.4. DELIMITACIÓN TEMPORAL.....	7
1.4.5. UNIDADES DE OBSERVACIÓN:.....	7
1.4.6. JUSTIFICACIÓN.....	8
1.5. OBJETIVOS.....	9
1.5.1. OBJETIVO GENERAL.....	9
1.5.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS.....	10

CAPÍTULO II.....	11
MARCO TEÓRICO.....	11
2. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	11
2.1. FUNDAMENTACIONES.....	12
2.1.1. FUNDAMENTACIONES FILOSÓFICAS.....	12
2.2. RED DE INCLUSIONES CONCEPTUALES.....	13
2.3.3.1. MUESTREO MANUAL.....	17
2.3.3.2. MUESTREO AUTOMÁTICO.....	17
2.3.3.3. TOMA DE MUESTRAS.....	17
2.3.3.4. LABORES PREVIAS EN OFICINA Y LABORATORIO.....	17
2.3.3.5. ELEMENTOS REQUERIDOS.....	19
2.3.3.5.1. PLANO CARTOGRÁFICO.....	19
2.3.3.5.2. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.....	19
2.3.3.5.3. RECIPIENTES.....	20
2.3.3.5.4. ETIQUETAS Y MARCADORES PARA IDENTIFICACIÓN.....	21
2.3.3.5.5. NEVERA.....	22
2.3.3.5.6. PRESERVANTES.....	22
2.3.3.5.7. CADENA DE CUSTODIA.....	23
2.3.3.5.8. REGISTRO DE LA CADENA DE CUSTODIA.....	24
2.3.3.5.9. SOLICITUD DE ANÁLISIS.....	25
2.3.3.5.10. ENTREGA DE MUESTRAS AL LABORATORIO.....	25
2.3.3.5.11. RECEPCIÓN DE MUESTRAS Y ALMACENAMIENTO.....	25
2.3.3.5.12. ASIGNACIÓN DE MUESTRAS PARA SU ANÁLISIS.....	25
2.3.3.5.13. CONTROL Y VIGILANCIA DE MUESTRAS.....	26
2.3.3.5.14. CONCEPTO TÉCNICO FINAL.....	26
2.5.1. MODELOS DE SIMULACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA.....	32
2.5.1.1. VARIABILIDAD EN EL TIEMPO ESTÁTICO O DE RÉGIMEN PERMANENTE.....	32
2.5.1.2. DINÁMICOS O DE RÉGIMEN TRANSITORIO.....	33
2.5.1.3. DIMENSIONALIDAD ESPACIAL. UNI O TRIDIMENSIONALES O REALES.....	34
2.5.1.4. DETERMINÍSTICOS Y ESTOCÁSTICOS.....	34
2.11. TOXICOLOGÍA AMBIENTAL.....	46
2.11.1. TOXICODINÁMICA.....	47
2.12. EVALUACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES.....	48
2.12.1. USO DEL ANÁLISIS DE RIESGOS.....	49

2.13.	METODOLOGÍAS Y TÉCNICAS.....	49
2.13.1.	IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO.....	50
2.13.2.	EVALUACIÓN DE RIESGOS.....	50
2.13.3.	DETERMINACIÓN DE LA SIGNIFICANCIA DEL RIESGO.....	50
2.13.4.	COMUNICACIÓN DE RIEGOS.....	51
2.13.5.	ESTIMACIÓN DE LA EXPOSICIÓN.....	52
2.13.6.	ESCENARIO DE EXPOSICIÓN.....	52
2.13.7.	DESCRIPCIÓN DEL SITIO.....	53
2.13.8.	DESCRIPCIÓN DE LAS POBLACIONES.....	54
2.13.9.	RUTAS DE EXPOSICIÓN.....	55
2.13.10.	RIESGO - VULNERABILIDAD - AMENAZA.....	55
2.14.	FUNDAMENTACIÓN TECNOLÓGICA.....	57
2.14.1.	FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	57
2.14.2.	CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR (NOV. 2008).....	57
2.14.3.	LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL (CODIFICACIÓN 19, R.O. SUPLEMENTO 418 DEL 10 DE SEPTIEMBRE DEL 2004).....	59
2.14.4.	TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE, LIBRO VI DE LA CALIDAD AMBIENTAL. TULAS- (R.O. NO.725 DE 16 DE DICIEMBRE DE 2002).....	60
2.14.5.	LEY DE AGUAS.....	60
2.15.	HIPÓTESIS.....	63
2.15.1.	VARIABLES INDEPENDIENTES.....	63
2.15.2.	VARIABLES DEPENDIENTES.....	63
	CAPÍTULO III.....	64
3.	METODOLOGÍA.....	64
3.1.	ENFOQUE.....	64
3.2.	MODALIDADES BÁSICAS DE LA INVESTIGACIÓN.....	64
3.3.	NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	64
3.3.1.	EXPLORATORIO.....	64
3.3.1.1.	MONITOREO DE DESCARGAS MUNICIPALES DOMÉSTICAS.....	65
3.3.1.2.	CADENA DE CUSTODIA.....	65
3.3.1.3.	ANÁLISIS DE LABORATORIO.....	66
3.3.2.	DESCRIPTIVO.....	67
3.3.2.1.	.POBLACIÓN Y MUESTRA.....	67
3.4.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	69

3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES DEPENDIENTES.	70
3.6. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.	71
3.7. IDENTIFICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO.	71
3.8. MEDICIÓN DE DATOS DE CAMPO.	72
3.9. FRECUENCIA DE MUESTREO.	72
3.10. DESCRIPCIÓN Y COMPRESIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.	72
3.11. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS.	73
3.12. TRANSPORTE DE MUESTRAS.	73
3.13. MEDIDAS DE SEGURIDAD.	74
3.14. CONTROL DE CALIDAD.	78
3.15. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.	78
CAPÍTULO IV	79
4.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS DE MONITOREO DE DESCARGAS DOMÉSTICAS.	79
4.2. AJUSTE DE CAUDALES.	79
4.2.1. MÉTODO LÓGICO.	110
4.2.2. MÉTODO ESTADÍSTICO.	111
4.3. AUTODEPURACIÓN DEL RÍO GUAYLLABAMBA.	112
4.4. ESTIMACIÓN DE LA DBO AGUAS ABAJO.	112
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	123
5.1 CONCLUSIONES.	123
5.2. RECOMENDACIONES.	124
CAPÍTULO VI.	125
6. LA PROPUESTA.	125
6.1. DATOS INFORMATIVOS.	125
6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.	125
6.3. JUSTIFICACIÓN.	126
6.4. OBJETIVOS.	126
6.4.1. OBJETIVO GENERAL.	126
6.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	126
6.5. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.	127
6.9.2. CAUDALES DE DISEÑO.	146
6.9.3. CAUDAL DE DISEÑO.	148
6.11. DIMENSIONAMIENTO DEL DESARENADOR RECTANGULAR (PRE TRATAMIENTO).	156

6.15. OPERADOR DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.	177
6.15.1. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES.	177
6.15.2. INGENIERO SANITARIO – SUPERINTENDENTE.....	177
6.15.3. INGENIERO JEFE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	178
6.15.4. LABORATORISTA.....	180
6.15.5. SECRETARÍA.....	180
6.15.6. MECÁNICO – ELECTRICISTA.....	181
6.15.7. OPERADOR DE TURNOS.....	181
6.15.8. PROTECCIÓN E HIGIENE INDUSTRIAL DEL OPERADOR Y MUESTREADOR.....	182
6.15.8.1. PROTECCIÓN GENERAL.....	182
6.15.8.2. PROTECCIÓN PARA LA CABEZA.....	182
6.15.8.3. PROTECCIÓN DE LOS OJOS.....	183
6.15.8.4. PROTECCIÓN RESPIRATORIA.....	183
6.15.8.5. GUANTES DE SEGURIDAD.....	186
6.15.8.6. PROTECCIÓN DE PIES.....	187
6.15.8.7. ACCESORIOS DE SEGURIDAD.....	187
6.15.8.8. SEGURIDAD DEL PERSONAL EN EL ANÁLISIS DE AGUA RESIDUAL.	188
6.16. SISTEMA INTEGRADO DE MONITOREO.....	192
6.16.1. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA.....	193
6.16.2. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE.....	194
6.16.3. MONITOREO DE NIVELES SONOROS.....	196
6.16.4. MONITOREO DE SUELOS.....	197
6.17. INSTRUCTIVO DE TÉCNICAS DE MONITOREO.....	198
6.17.1. TÉCNICAS DE MONITOREO DE AGUAS.....	198
6.17.2. TÉCNICAS DE MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE.....	201
6.17.3. TÉCNICAS DE MONITOREO DE RUIDO.....	205
6.17.4. TÉCNICAS DE MUESTREO DE SUELOS.....	208
6.18. PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN.....	211
6.19. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	212
BIBLIOGRAFÍA.....	218
ANEXOS.....	220

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 2.3. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.	13
Gráfico N° 4.1. INDICADORES DESCRIPTIVOS DE UNA MUESTRA DE DATOS.	80
Gráfico N° 4.2. RESULTADOS DE TOMA DE CAUDAL.....	82
Gráfico N° 4.3. RESULTADOS DE LA TEMPERATURA DEL AGUA.	83
Gráfico N° 4.4. RESULTADOS DEL pH.....	85
Gráfico N° 4.5. RESULTADOS DEL OXÍGENO DISUELTO (OD).	86
Gráfico N° 4.6. RESULTADOS DE LA CONDUCTIVIDAD.	87
Gráfico N° 4.7. RESULTADOS SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS (TDS).....	88
Gráfico N° 4.8. RESULTADOS DE LA TURBIEDAD (NTU).	90
Gráfico N° 4.9. RESULTADOS DE LA TURBIEDAD (NTU).	91
Gráfico N° 4.10.RESULTADOS DEL COLOR (UC Pt-Co).....	92
Gráfico N° 4.11.RESULTADOS DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES.	94
Gráfico N° 4.12. RESULTADOS DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS VOLÁTILES.....	95
Gráfico N° 4.13. RESULTADOS DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO DBO ₅ . 96	
Gráfico N° 4.14. RESULTADOS DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO.....	98
Gráfico N° 4.15. RESULTADOS DE ACEITES Y GRASAS.....	99
Gráfico N° 4.16. RESULTADOS DETERGENTES MBAS (mg/l).....	100
Gráfico N° 4.17.RESULTADOS NITRÓGENO AMONÍACAL (mg/l).	102
Gráfico N° 4.18. RESULTADOS NITRÓGENO ORGÁNICO (mg/l).....	103
Gráfico N° 4.19. RESULTADOS NITRÓGENO KJELDAHL TOTAL (mg/l).	104
Gráfico N° 4.20. RESULTADOS SULFATOS (mg/l).....	105
Gráfico N° 4.21. RESULTADOS FOSFATOS (mg/l).	107
Gráfico N° 4.22. RESULTADOS COLIFORMES TOTALES Y TERMOTOLERANTES (NMP /100ml).	108
Gráfico N° 4.23.RESULTADOS ECHIRICHIA COLI (NMP /100ml).	109
Gráfico N° 6.1. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DE LA PARROQUIA DE YARUQUÍ.	147

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 2.1. TOMA, MANEJO Y PRESERVACIÓN DE MUESTRAS PARA ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA.	22
Tabla N° 2.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DEL AGUA RESIDUAL Y SUS PROCEDENCIAS.....	31
Tabla N° 2.2. CONSTITUYENTES DEL AGUA RESIDUAL Y DEL LÍQUIDO SÉPTICO DE UN AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA.....	30
Tabla N° 2.3. ESQUEMA DE ANÁLISIS DE RIESGO ACTUAL.	56
Tabla N° 3.1. DETERMINACIONES EN EL LABORATORIO.	66
Tabla N° 3.2. VARIABLE: CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DE LA PARROQUIA YARUQUÍ.....	69
Tabla N° 3.3. VARIABLE: PROCESO DE AUTODEPURACIÓN, SEGURIDAD E HIGIENE AMBIENTAL.....	70
Tabla N° 3.4. PREGUNTAS BÁSICAS Y EXPLICACIÓN.....	71
Tabla N° 3.5. DESCARGA DOMÉSTICA CARACTERIZADA.	72
Tabla N° 4.1. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE CAUDAL DE DESCARGA REPRESENTATIVO.	81
Tabla N° 4.2 RESULTADOS DE TOMA DE CAUDAL.	82
Tabla N° 4.2.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.	82
Tabla N° 4.3. TEMPERATURA DE LA DESCARGA DOMÉSTICA.	83
Tabla N° 4.3.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.	84
Tabla N° 4.4. RESULTADOS DEL pH.	84
Tabla N° 4.4.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.	85
Tabla N° 4.5. RESULTADOS DEL OXÍGENO DISUELTOS (OD).	86
Tabla N° 4.5.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.	86
Tabla N° 4.6. RESULTADOS DE LA CONDUCTIVIDAD ($\mu\text{s}/\text{cm}$).....	87
Tabla N° 4.6.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.	88
Tabla N° 4.7. RESULTADOS SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS (TDS).	88
Tabla N° 4.7.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.	89
Tabla N° 4.8. RESULTADOS DE LA TURBIEDAD (NTU).	89
Tabla N° 4.8.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.	90
Tabla N° 4.9. RESULTADOS DE LA TURBIEDAD (NTU).	91
Tabla N° 4.9.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.	91
Tabla N° 4.10. RESULTADOS DEL COLOR (UC Pt-Co).....	92
Tabla N° 4.10.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.	93
Tabla N° 4.11. RESULTADOS DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES.....	93
Tabla N° 4.11.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.	94

Tabla N° 4.12. RESULTADOS DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS VOLÁTILES.....	95
Tabla N° 4.12.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.	95
Tabla N° 4.13. RESULTADOS DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO DBO ₅	96
Tabla N° 4.13.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.	97
Tabla N° 4.14. RESULTADOS DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO.	97
Tabla N° 4.14.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.	98
Tabla N° 4.15. RESULTADOS DE ACEITES Y GRASAS.	99
Tabla N° 4.15.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.	99
Tabla N° 4.16. RESULTADOS DETERGENTES MBAS (mg/l).	100
Tabla N° 4.16.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.	101
Tabla N° 4.17. RESULTADOS NITRÓGENO AMONIACAL (mg/l).....	101
Tabla N° 4.17.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.	102
Tabla N° 4.18. RESULTADOS NITRÓGENO ORGÁNICO (mg/l).....	102
Tabla N° 4.18.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.	103
Tabla N° 4.19. RESULTADOS NITRÓGENO KJELDAHL TOTAL (mg/l).	104
Tabla N° 4.19.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.	104
Tabla N° 4.20. RESULTADOS SULFATOS (mg/l).....	105
Tabla N° 4.20.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.	106
Tabla N° 4.21. RESULTADOS FOSFATOS (mg/l).....	106
Tabla N° 4.21.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.	107
Tabla N° 4.22. RESULTADOS COLIFORMES TOTALES Y TERMOTOLERANTES (NMP /100ML).....	107
Tabla N° 4.22.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.	108
Tabla N° 4.23. RESULTADOS ECHIRICHACOLI (NMP /100ml).	108
Tabla N° 4.23.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.	109
Tabla N° 4.24. CARGA CONTAMINANTE MEDIA PONDERADA.	110
Tabla N° 4.25. PRUEBA DE ADEVA (ANÁLISIS DE LA VARIANZA).	111
Tabla N° 4.26. CÁLCULO DE LA DBO DÍA UNO.	113
Tabla N° 4.27. CÁLCULO DE LA DBO DÍA DOS.....	113
Tabla N° 4.28. CÁLCULO DE LA DBO DÍA TRES.	114
Tabla N° 4.29. CÁLCULO DE LA DBO DÍA CUATRO.....	114
Tabla N° 4.31. CÁLCULO DE LA DBO DÍA SEIS.....	115
Tabla N° 4.32. CÁLCULO DE LA DBO DÍA SIETE.	116
Tabla N° 4.33. DÉFICIT DE OXÍGENO EN EL RÍO.	117
Tabla N° 4.34. DÉFICIT DE OXÍGENO EN LA DESCARGA DE AGUA RESIDUALDOMÉSTICA.....	117
Tabla N° 4.35. OXÍGENO DISUELTO POR TRAMOS.....	118
Tabla N° 4.36. CÁLCULO DE LA CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO.	119
Tabla N° 4.37. DÉFICIT DE OXÍGENO EN UN PUNTO X.	121

Tabla N° 6.1. PERIODO DE PLANEAMIENTO DE REDES DE RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES Y LLUVIAS.	127
Tabla N° 6.2. INFORMACIÓN TÍPICA PARA EL PROYECTO DE REJAS Y BARRAS DE LIMPIEZA MANUAL Y MECÁNICA.....	129
Tabla. N° 6.3 VOLUMEN DE MATERIAS RETENIDAS EN LAS REJILLAS.	131
Tabla N° 6.4. CARACTERÍSTICAS DE LAS MATERIAS RETENIDAS EN LA REJILLA.....	132
Tabla N° 6.5. PARÁMETROS DE DISEÑO DE REJILLA.	132
Tabla N° 6.6. RELACIÓN ENTRE DIÁMETROS, PARTÍCULAS, VELOCIDAD Y SEDIMENTACIÓN DE ARENAS.....	134
Tabla N° 6.7. CRITERIOS DE DISEÑO PARA DESARENADORES RECTANGULARES DE FLUJO HORIZONTAL.....	135
Tabla N° 6.8. VELOCIDADES TERMINALES O CAUDAL MEDIO.	140
Tabla N° 6.9.VELOCIDADES TERMINALES O CAUDAL MÁXIMO.....	140
Tabla N° 6.10. TIEMPOS DE RETENCIÓN PARA SEDIMENTADORES.....	142
Tabla 6.11. RESULTADO EN LA MEDICIÓN DE CAUDALES.....	146
Tabla N° 6.12. CAUDAL DE DISEÑO.....	148
Tabla N° 6. 13. DIMENSIONAMIENTO DE LAS REJILLAS.....	149
Tabla N° 6.14. CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES DEL CANAL.....	150
Tabla N° 6.15. CÁLCULO ALTURA EFECTIVA.....	150
Tabla N° 6.16. CÁLCULO DE LA SUMAS DE LAS SEPARACIONES ENTRE BARRAS PARA LAS REJILLAS DE GRUESOS	151
Tabla N° 6.17. CÁLCULO DEL ÁREA ENTRE BARROTES PARA LA REJILLA DE GRUESOS	152
Tabla N° 6.18. CÁLCULO DE LA VELOCIDAD A TRAVÉS DE LA REJILLA DE GRUESOS.	153
Tabla N° 6.19. CÁLCULO DEL NÚMERO DE BARROTES DE LA REJILLA DE GRUESOS .	153
Tabla N° 6.20. PÉRDIDA DE CARGA.....	154
Tabla N° 6.21. CÁLCULO DE LA SUMA DE SEPARACIONES ENTRE BARRAS PARA LA REJILLA DE FINOS.....	154
Tabla N° 6.22. CÁLCULO DEL ÁREA LIBRE ENTRE BARROTES DE LA REJILLA DE FINOS	155
Tabla N° 6.23. CÁLCULO DE LA VELOCIDAD A TRAVÉS DE LA REJILLA.....	155
Tabla N° 6.24. CÁLCULO DEL NÚMERO DE BARROTES DE LA REJILLA DE FINOS.....	155
Tabla N° 6. 25. PARA EL CÁLCULO DE LA PÉRDIDA DE CARGA.....	156
Tabla N° 6.26. DIMENSIONAMIENTO DEL DESARENADOR RECTANGULAR (PRE TRATAMIENTO).....	157
Tabla N° 6.27. CALCULO DE LAS DIMENSIONES PROPIAS DEL TANQUE.....	157
Tabla N° 6.28. CÁLCULO DE LA LONGITUD DE LA TRANSICIÓN DE INGRESO AL DESARENADOR	158

Tabla N° 6.29. CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE SEDIMENTACIÓN.....	158
Tabla N° 6.30. CÁLCULO DEL VOLUMEN TOTAL DEL TANQUE 01 PARA LODOS	159
Tabla N° 6.31. CÁLCULO DEL VOLUMEN TOTAL DEL TANQUE 01 PARA LODOS	160
Tabla N° 6.32. VOLUMEN FINAL.....	160
Tabla N° 6.33. DIMENSIONAMIENTO DEL SEDIMENTADOR RECTANGULAR (TRATAMIENTO PRIMARIO).....	161
Tabla N° 6.34. EL ANCHO DEL TANQUE.....	162
Tabla N° 6.35. EL LARGO DEL TANQUE	162
Tabla N° 6.36. EL VOLUMEN DEL TANQUE	162
Tabla N° 6.37. TIEMPO DE RETENCIÓN	163
Tabla N° 6.38. CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE ARRASTRE.....	163
Tabla N° 6.39. CÁLCULO DE LA VELOCIDAD HORIZONTAL.....	164
Tabla N° 6. 40. CÁLCULO DE LA TASA DE REMOCIÓN DE DBO.....	164
Tabla N° 6.41. CÁLCULO DE LA TASA DE REMOCIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOSTOTALES.....	165
Tabla N° 6.42. CÁLCULO DE LA ALTURA MÁXIMA	165
Tabla N° 6.43. CÁLCULO DE LA ALTURA DE AGUA SOBRE EL VERTEDERO	166
Tabla N° 6.44. DISEÑO DE LA PLANTA DIFUSORA	166
Tabla N° 6.45. DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE CADA ORIFICIO	167
Tabla N° 6.46. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ORIFICIOS.....	167
Tabla N° 6.47. DETERMINACIÓN DEL ESPACIO ENTRE FILAS DE ORIFICIOS.....	168
Tabla N° 6.48. CÁLCULO DEL VOLUMEN TOTAL DEL TANQUE PARA LODOS.....	169
Tabla N° 6.49. CÁLCULO DEL VOLUMEN TOTAL DEL TANQUE PARA LODO	169
Tabla N° 6.50. DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE DE OXIDACIÓN RESTANGULAR (TRATAMIENTO SECUNDARIO).....	170
Tabla N° 6.51. CÁLCULO DEL ÁREA SUPERFICIAL	170
Tabla N° 6.52. DETERMINACIÓN DEL ANCHO DEL TANQUE DE OXIDACIÓN.....	171
Tabla N° 6.53. DETERMINACIÓN DEL LARGO DEL TANQUE DE OXIDACIÓN	171
Tabla N° 6.54. CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE LA DQO.....	172
Tabla N° 6.55. CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE EFICIENCIA DE LA REMOCIÓN DE LA DBO.....	173

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1.1. RELACIÓN CAUSA-EFECTO	4
Figura N° 2.1. FACTORES PARA TOMAR EN CUENTA EN UN PLAN DE MUESTREO.	18
Figura N° 2.2. UTILIZACIÓN DE RECIPIENTES NUEVOS Y NO CONTAMINADOS	21
Figura N° 2.3. COMPONENTES Y ETAPAS DE LA CADENA DE CUSTODIA. ELABORADO POR: ING. VIZUETE MONTERO MARCO OMAR	24
Figura N° 2.4. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUAS.....	35
Figura N° 2.5. IMPACTO OCASIONADO POR EL AUMENTO DE LA DBO Y DE LOS SÓLIDOS SEDIMENTABLES EN UNA CORRIENTE CON CAPACIDAD DE ASIMILACIÓN LIMITADA	38
Figura N° 2.6. PROCESO DE ADSORCIÓN, DISTRIBUCIÓN, METABOLISMO Y EXCRECIÓN.....	48

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 1. RECIPIENTES PRESERVACIÓN Y VOLÚMENES NECESARIOS.	220
ANEXO N° 2. ETIQUETAS PARA IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	221
ANEXO N° 3. REGISTRO DE SOLICITUD DE ANÁLISIS	221
ANEXO N° 4. MAPA DE CARACTERIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL DOMESTICA PARROQUIA YARUQUÍ.	222
ANEXO N° 5. CAUDALES.....	223
ANEXO N° 6. ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA)	224
ANEXO N° 7 TABLA DEL TULAS.....	225
ANEXO N° 8 AUTODEPURACIÓN DEL RÍO.	228
ANEXO N° 10 ETIQUETADO, EMBASADO Y SUPERVISIÓN DE LAS MUESTRAS DE AGUA RESIDUALES	229
ANEXO N° 11. VALORES DE F DE FISHER.	230
ANEXO N° 12. AUTORIZACIÓN DE DATOS POR LA EPMAPS-Q.....	231
ANEXO N° 13. PLANTA DE TRATAMIENTO.....	232

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL.

MAESTRÍA EN SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL Y AMBIENTAL

“LA CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA EVACUADA AL RÍO
GUAYLLABAMBA PARROQUIA DE YARUQUÍ Y SU INCIDENCIA EN EL
PROCESO DE AUTODEPURACIÓN E HIGIENE AMBIENTAL EN LA ZONA”

Autor: Ing. Marco Omar Vizuite Montero.

Director: Ing. Alfredo Vinicio Jaramillo Garcés PhD.

Fecha: 30 de enero del 2013

RESUMEN

Se caracteriza el agua residual doméstica de la parroquia de la parroquia Yaruquí mediante un equipo automático recolectando muestras compuestas durante siete días consecutivos las veinte y cuatro horas, las mismas que son se toman parámetros in situ y ex situ, se hace una comparación con la normativa ambiental vigente TULAS Libro VI anexo I tabla 12, se realiza un análisis estadístico ADEVA el cual se tiene como resultado una alta incidencia de contaminación, afectando negativamente a la autodepuración del río Guayllabamba.

Se diseña una planta de tratamiento de agua residual doméstica, con la finalidad de mitigar el impacto ambiental que se está produciendo en el río, a los factores ambientales bióticos y abióticos, el mismo que cumple con la normativa vigente TULAS Libro VI Anexo 8; se hace un análisis económico el cual se tiene un TIR del 10% y un VAN de \$ 25875,6 siendo un proyecto viable.

DESCRIPTORES:

Calidad de agua, monitoreo de agua residual, autodepuración de ríos, diseño de planta, tratamiento primario, tratamiento secundario, tanque de oxidación, análisis económico.

TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO
FACULTY OF SYSTEMS, ELECTRONICS AND INDUSTRIAL ENGINEERING.
MASTER OF INDUSTRIAL AND ENVIRONMENTALHYGENE AND SAFETY

"THE QUALITY OF DOMESTIC WASTEWATER EVACUATED TO
GUAYLLABAMBA RIVER AT PARISH YARUQUÍ AND ITS IMPACT ON THE
PROCESS OF SELF-PURIFICATIONAND ENVIRONMENTAL HYGENE IN THE
ZONE"

Author: Ing. Marco Omar Vizuite Montero.

Director: Ing. Alfredo Jaramillo Garcés Vinicio PhD.

Date: January 30, 2013

SUMMARY

The domestic wastewater of the parish Yaruquí is characterized through automatic equipment collecting composite samples the twenty four hours for seven consecutive days, the same parameters that are taken in situ and ex situ, a comparison is made with the current environmental regulations TULAS Book VI Annex I table 12, it was performed a statistical analysis ANOVA which results in a high incidence of contamination, adversely affecting the Guayllabamba river self-purification.

A plant for domestic wastewater treatment is designed, in order to mitigate the environmental impact that is occurring in the river, to biotic and abiotic environmental factors, the same as complies with the current regulations TULAS Annex VI Book 8; an economic analysis is made which has an IRR of 10% and a NPV of \$ 25,875.6 being a viable project.

DESCRIPTORS:

Water quality, wastewater monitoring, self-purification of rivers, plant layout, primary treatment, secondary treatment, oxidation tank, economic analysis.

INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación tiene como tema: LA CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA EVACUADA AL RÍO GUAYLLABAMBA PARROQUIA DE YARUQUÍ Y SU INCIDENCIA EN EL PROCESO DE AUTODEPURACIÓN E HIGIENE AMBIENTAL EN LA ZONA. Su importancia radica en la necesidad de determinar y evaluar la carga contaminante que absorbe el río Guayllabamba a través de las descargas domésticas que genera la población de la parroquia de Yaruquí, dando cumplimiento a la legislación vigente y sobre todo con el fin de determinar su autodepuración que tiene.

Está estructurado por capítulos: EL CAPÍTULO I, denominado el problema contiene la contextualización, análisis crítico, prognosis, formulación del problema, interrogantes de la investigación, delimitación del objeto de la investigación, justificación, objetivos generales y específicos.

EL CAPÍTULO II, conformado por los antecedentes de la investigación, fundamentación filosófica, fundamentación legal, categorías fundamentales, hipótesis y variables.

EL CAPÍTULO III, conformado por la modalidad básica de la investigación, el nivel o tipo de investigación, población y muestra, operacionalización de las variables, el plan de recolección de la información, el plan de procesamiento de la información.

EL CAPÍTULO IV, conformado por los recursos, presupuestos y cronograma, análisis e interpretación de resultados.

EL CAPÍTULO V, conformado por las conclusiones y resultados.

EL CAPÍTULO VI, conformado por la propuesta

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA.

1.1. TEMA:

“LA CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA EVACUADA AL RÍO GUAYLLABAMBA PARROQUIA DE YARUQUÍ Y SU INCIDENCIA EN EL PROCESO DE AUTODEPURACIÓN E HIGIENE AMBIENTAL EN LA ZONA”

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.2.1. CONTEXTUALIZACIÓN.

La contaminación de los ríos es uno de los problemas más antiguos de la sociedad, la cual se ha incrementado en los períodos a partir de la revolución agrícola, industrial y actualmente de la informática.

Valdez y Vázquez (2008) afirma que “La contaminación ambiental, ha crecido con el aumento de la población asentada sobre todo cerca de las orillas de los ríos y fundamentalmente por el aporte de las aguas residuales producidas por las diferentes actividades en las ciudades y otro tipo de conglomerados humanos.

El volumen de desperdicios orgánicos, productos de los desagües cloacales, como el aporte de las sustancias químicas, como consecuencia del desarrollo industrial se ha incrementado de manera tal que las aguas del mismo se ven afectadas en su contaminación dejando de ser natural, y con contenidos que han alterado su calidad, lo cual afecta tanto a la fauna y flora, y otros elementos de la salud de los ecosistemas y de los seres humanos que se alimentan de productos regados con las misma”(p.15).

Valdez y Vázquez (2008) menciona que “Los caudales de las fuentes de agua en el mundo han sufrido daños irreparables los que han provocado severos efectos negativos y que se deben a la priorización de instalaciones industriales y fábricas que generan puestos de trabajo en sí, pero evacúan sus desperdicios del ciclo productivo hacia las corrientes de agua. Las grandes empresas nacidas principalmente en Europa, luego de haber provocado daños en sus países de origen, se trasladaron a otros menos “desarrollados”, emigraron a países subdesarrollados donde no existían esas exigencias legales y ordenanzas para la instalación de éstas plantas” (p. 25).

Mackenzie, D (2005) afirma que “Las aguas residuales son líquidos provenientes de la actividad doméstica en residencias, edificios e instituciones, principalmente por el metabolismo humano, llegan a las redes de alcantarillado por medio de descargas de instalaciones hidráulicas; por tanto, las aguas residuales contienen diversas sustancias de origen natural o artificial que pueden ser más o menos dañinas para el hombre, los animales y el ambiente. Es así que emergen como un líquido turbio, de color gris o amarillento, color séptico, en el cual van suspendidas partículas de sedimentos, heces, residuos vegetales, tiras de papel y materiales sintéticos; cuando más largo sea el colector que los conduce y más turbulento el flujo en la alcantarilla, más pequeñas serán las partículas presentes en el agua residual doméstica” (p. 57).

Fuertes, E (2005) afirma que “En relación a la Parroquia de Yaruquí, el crecimiento poblacional ha ocasionado que el río Guayllabamba reciba gran cantidad de aguas residuales domésticas, las mismas que interfieren con los usos a las que se destina el agua, agotando el oxígeno disuelto y produciendo olores desagradables, los derivados de los hidrocarburos, procedentes de las descargas de las lubricadoras y estaciones de gasolina, productos químicos, incluyendo los pesticidas, diversos productos industriales, las sustancias tensoactivas contenidas en contenidas en los detergentes y los productos de la descomposición de otros compuestos orgánicos han determinado que se conviertan en un cuerpo de agua contaminado” (p.2).

ÁRBOL DE PROBLEMAS

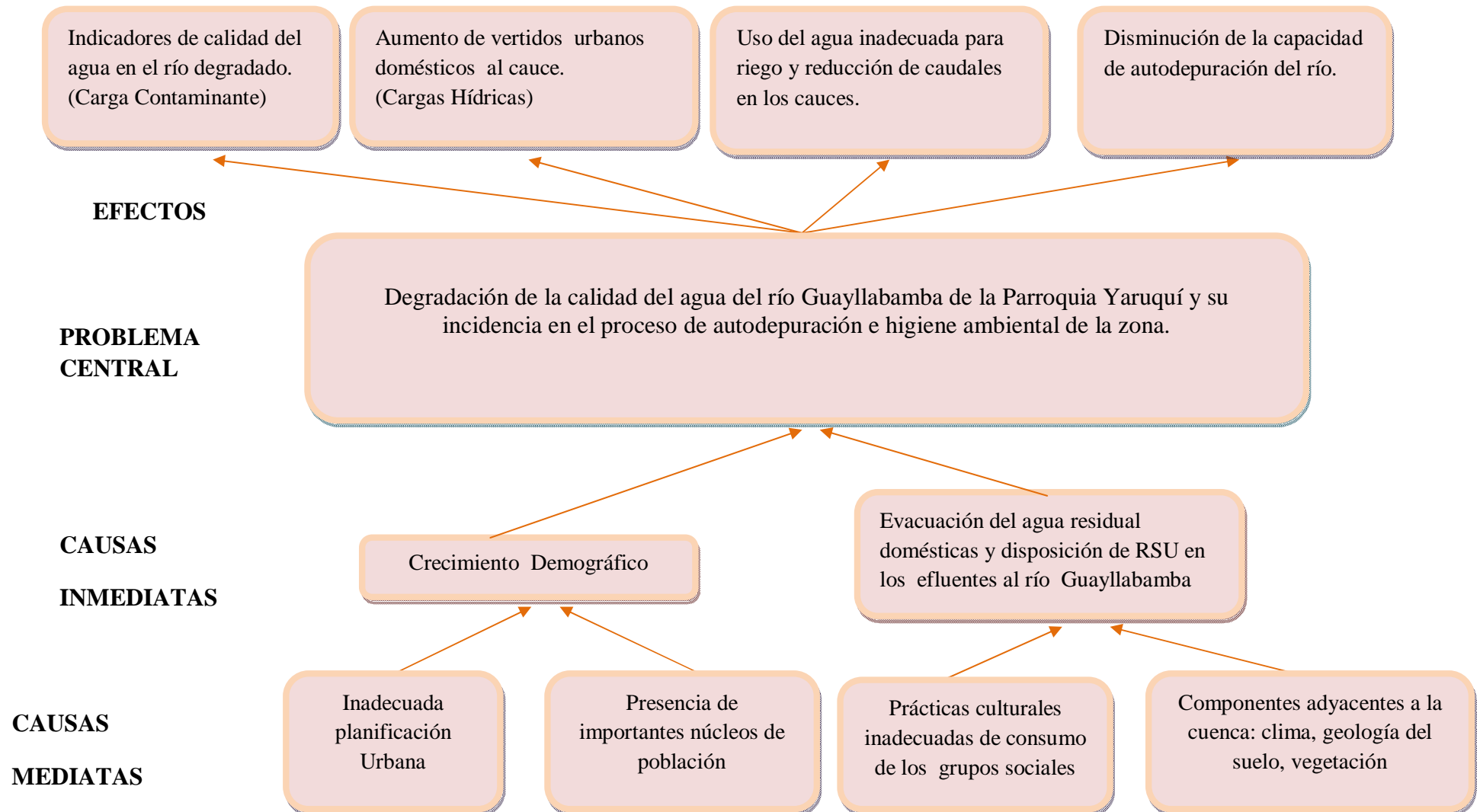


Figura N° 1.1: Relación causa-efecto

Realizado por: Ing. Vizueté Montero Marco Omar

1.3. ANÁLISIS CRÍTICO.

Varias ciudades y pueblos tienen graves problemas por la inadecuada planificación urbana. Industrias, contaminantes ruidosas y generan otras molestias en medio de una comunidad hay casas, asentamientos en lugares peligrosos y propensos a sufrir inundaciones, deslizamientos. Pero también puede concentrarse amenazas para la salud tales como deficiencias del saneamiento y la recogida de basuras, la contaminación, brotes de enfermedades y de modo de vida malsanos (Dra. Margaret Chan, Directora General de la OMS 2005).

El crecimiento demográfico implica un mayor consumo de agua y por lo tanto un aumento de los vertidos urbanos al cauce del río Guayllabamba. Lo anterior lleva a que los vertidos vayan en muchas veces en forma directa al cauce de los ríos, sin tomar en cuenta el impacto que ocasiona en el ecosistema fluvial y por ende en su proceso de autodepuración. Y en muchos casos, el cauce no solo recibe el vertido de agua residual urbana doméstica, sino que a veces, éste va acompañado de residuos sólidos urbanos. Problema que se agudiza con el aumento de crecidas o reducción de cauce así por los vertidos de tipo industrial que pueden sumarse al cauce y agudizar el problema de contaminación del agua.

Glynn y Gary (2009) afirma que “Las prácticas culturales de consumo de los diferentes grupos sociales urbanos inciden en la composición y características de agua residual urbana doméstica, y en la calidad de las mismas. A su vez, éstas prácticas culturales de consumo guardan relación con el nivel socio económico que caracteriza o que pertenece al grupo social urbano” (p.14)

En el ámbito físico geográfico los componentes adyacentes a la cuenca hidrográfica tales como el clima, la geología, el suelo, la vegetación pueden sufrir alteraciones resultado de su propia dinámica natural o por acciones antrópicas con incidencia negativa en la contaminación del sistema fluvial. (p.15)

Lo cual conlleva a que el proceso de autodepuración del río disminuya considerablemente afectando su fauna, flora y dificultando su utilización.

1.3.1. PROGNOSIS.

De continuar una inadecuada planificación urbana, los impactos pueden incluir la pérdida de tierras húmedas y silvestres (con su rica diversidad genética y capacidad para proteger su hidrología), zonas recreativas, recursos forestales, el desarrollo urbano puede impactar negativamente en las cuencas hidráulicas aguas abajo mediante mayor flujo y erosión.

De no dar solución a la urbanización periférica incontrolada se produce invasiones por parte de grupos sociales de bajos ingresos, que a más de la degradación de tierra, que a menudo resulta que ésta gente que habita se expone a mayores peligros de salud debido a las inundaciones, deslaves de tierra y lodo.

De persistir con una sociedad consumista, se continúa con sistemas de desarrollo insostenible, puesto que implica un aumento constante de la extracción de recursos naturales, y del vertido de residuos, hasta el punto de amenazar la capacidad de regeneración por la naturaleza de esos mismos recursos imprescindibles para la supervivencia humana.

De mantenerse con el mismo aporte de las aguas residuales urbanas domésticas vertidas en el cauce del río Guayllabamba, así como los factores físicos geográficos y demográficos, influyen directamente a la contaminación de las aguas y por consiguiente el deterioro de la calidad de las mismas.

De lo anterior conlleva a que el proceso de autodepuración del río disminuya considerablemente afectando a su fauna, flora y dificultando su utilización.

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Cómo altera la calidad del agua residual doméstica de la parroquia de Yaruquí, en el río Guayllabamba en su proceso de autodepuración e higiene ambiental de la zona?

1.4.1. INTERROGANTES DE LA INVESTIGACIÓN.

- ¿Cuál es la calidad del agua residual doméstica de la parroquia Yaruquí que descarga al río Guayllabamba?
- ¿Existe un sistema de monitoreo en cual me permita conocer la calidad del agua residual doméstica del río Guayllabamba?
- ¿Cuál es la capacidad de autodepuración que tiene el caudal de agua del río Guayllabamba?
- ¿Las condiciones fisicoquímicas y biológicas del agua residual doméstica de la parroquia de Yaruquí cumplirán con la normativa ambiental vigente TULAS?
- ¿Existen alternativas de solución al problema de contaminación que el río Guayllabamba?

1.4.2. DELIMITACIÓN DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN.

Campo: Industrial y Manufactura.

Área: Industrial.

Aspecto: Sistemas de administración de la salud, seguridad ocupacional y medio ambiente.

1.4.3. DELIMITACIÓN ESPACIAL.

La investigación se desarrolla en la descarga del agua residual doméstica de la parroquia de Yaruquí.

1.4.4. DELIMITACIÓN TEMPORAL.

La investigación tiene lugar en el período 2012 en la parroquia de Yaruquí.

1.4.5. UNIDADES DE OBSERVACIÓN:

- Descarga doméstica de la parroquia Yaruquí

- Comunidades de la parroquia aledaña a la ribera del río Guayllabamba.
- Directivos de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito, Consultora Acciona Ingeniería S.A.
- Laboratorios acreditados L3C Laboratorio Control de Calidad EPMAPS.

1.4.6. JUSTIFICACIÓN.

La investigación es de mucho interés porque gracias a ella conoceremos la contaminación de los causes del río por aguas residuales urbanas domésticas, ya que es un problema que de una u otra forma, ha estado siempre presente en nuestra sociedad, por lo que no representa una problemática totalmente nueva de investigación.

En este sentido, el tema de la contaminación de las aguas a pesar de lo amplio y ambicioso, que puede ser, cada día es más estudiado y documentado bibliográficamente tanto por organismos nacionales e internacionales – Organización Mundial de la Salud, Organización Panamericana de la Salud, Organismos No Gubernamentales como por universidades e Institutos de educación superior.

Pues bien, cabe preguntar porque interesa investigar este campo. Una de las principales preocupaciones la constituye los efectos que se ha generado en forma directa o indirecta en esferas sociales, ecológicas y geográficas.

Dentro de este contexto social es fundamental partir en primer lugar del concepto de salud, definido por la Organización Mundial de la Salud “OMS” como “Un estado de completo bienestar físico, mental y social”. Bajo este principio, la contaminación del curso de las aguas por vertidos urbanos domésticos, genera efectos sobre la salud de las personas al alterar la naturaleza del agua y los posibles usos a que ésta es sometida. Esto significa que se rompe con la armonía entre el hombre y el propio recurso hídrico.

Además no todas las ciudades disponen de la infraestructura de una depuradora que permita tratar el agua residual urbana y reducir la demanda bioquímica de oxígeno antes de ser vertido al río.

El trabajo de investigación tiene utilidad teórica y práctica porque se acude a fuentes de información bibliográfica actualizada y especializada sobre el tema, y práctica por la investigación y monitoreo in situ. Además dichas utilidades mencionadas anteriormente se demuestra con una propuesta de solución al problema investigado.

Existe Factibilidad para realizar la investigación porque se dispone de conocimiento suficiente en el campo de Seguridad e Higiene Industrial y Ambiental, recursos económicos, bibliográficos, y tecnológicos necesarios, así como el apoyo logístico y profesional de los especialistas fundamentalmente con la facilidad para acceder a la información.

Los beneficiarios de la presente investigación son todas las personas que viven cerca de la ribera del río Guayllabamba, ya que estas aguas lo utilizan para regadío; como también las nuevas promociones de maestranteras de ésta y otras universidades, y por consiguiente la información se divulga en el mundo entero gracias a las facilidades que nos brinda el internet.

1.5. OBJETIVOS.

1.5.1. OBJETIVO GENERAL.

Monitorear la calidad del agua residual doméstica de la parroquia de Yaruquí, evacuadas al río Guayllabamba, y su incidencia en el proceso de autodepuración e higiene ambiental de la zona.

1.5.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Evaluar la calidad de agua residual doméstica de la parroquia de Yaruquí, la misma que desembocada en el río Guayllabamba, a través de su monitoreo automático compuesto las veinticuatro horas, siete días consecutivos.
- Evaluar la capacidad de autodepuración que tiene el río Guayllabamba por tramos de medio kilómetro utilizando el modelo de degradación (Streeter y Phelps, 1944).
- Proponer medidas de disminución de la contaminación hídrica en la zona de influencia por medio tratamiento de agua residual doméstica
- Plantear alternativas de solución al problema de contaminación que tiene el río Guayllabamba mediante el mejoramiento de la oxigenación del efluente.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO.

2. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.

De las fuentes bibliográficas de las principales bibliotecas (virtuales y presenciales) de las universidades que ofertan la carrera de ingeniería industrial, civil y ambiental y en la ciudad de Madrid España Universidad Politécnica de Madrid, se encuentra que en los archivos digitales existe una tesis cuyo tema es: Propuesta metodológica para un análisis integral del proceso de autodepuración de un río contaminado por aguas residuales urbanas de uso doméstico en una cuenca hidrográfica, realizado por Romero Vargas Lorena, su conclusión principal es que el elemento perturbador de las condiciones del río, lo constituyen las aguas residuales urbanas de origen doméstico al ser vertidas ya sea en forma puntual o difusa sobre éste, estas presentan una composición heterogénea formada por productos orgánicos, inorgánicos y microorganismos, éstos se distribuyen en el agua de acuerdo a su densidad, ya sea en sólidos decantables, suspensión.

En los registros bibliográficos de la Escuela Politécnica Nacional (Ecuador), se encuentra una tesis cuyo tema es: “Estudio de pre factibilidad de tratamiento de aguas residuales del colector norte, en la ciudad del Puyo” realizado por Verónica Paulina Barbecho Martínez y Carmen Verónica Bosquez García, su conclusión principal es que las características físico químicas del río Puyo son óptimas para sus diferentes usos, como: preservación de la flora y fauna, agrícolas, fines recreativos con contacto primario y secundario.

Como antecedentes bibliográficos especializados en el tema de investigación se menciona a Ingeniería de aguas residuales, tratamiento, vertido y reutilización cuyo autor es Metcalf & Eddy, INC.

Ingeniería de los sistemas de tratamiento y disposición de aguas residuales, cuyos autores son: VALDEZ E, y otros 2008. Fundación ICA.

Tratamiento de aguas residuales cuyo autor es: Ramalho R.S (2007) Editorial Reverté Barcelona España.

Manual de depuración de aguas residuales domésticas cuyo autor es: Secretariado alianza por el agua/ ecología y desarrollo (2008) Ediciones ideas amanes.

Ingeniería de Ríos cuyo autor es: Martin Juan (2003) Alfa omega grupo editor México.

2.1. FUNDAMENTACIONES.

2.1.1. FUNDAMENTACIONES FILOSÓFICAS.

Para realizar este trabajo el investigador se ubica en el paradigma crítico propositivo porque se realiza una investigación participativa en la cual intervienen múltiples realidades socialmente constituidas además de proporcionar una idea de solución al problema planteado.

2.2. RED DE INCLUSIONES CONCEPTUALES

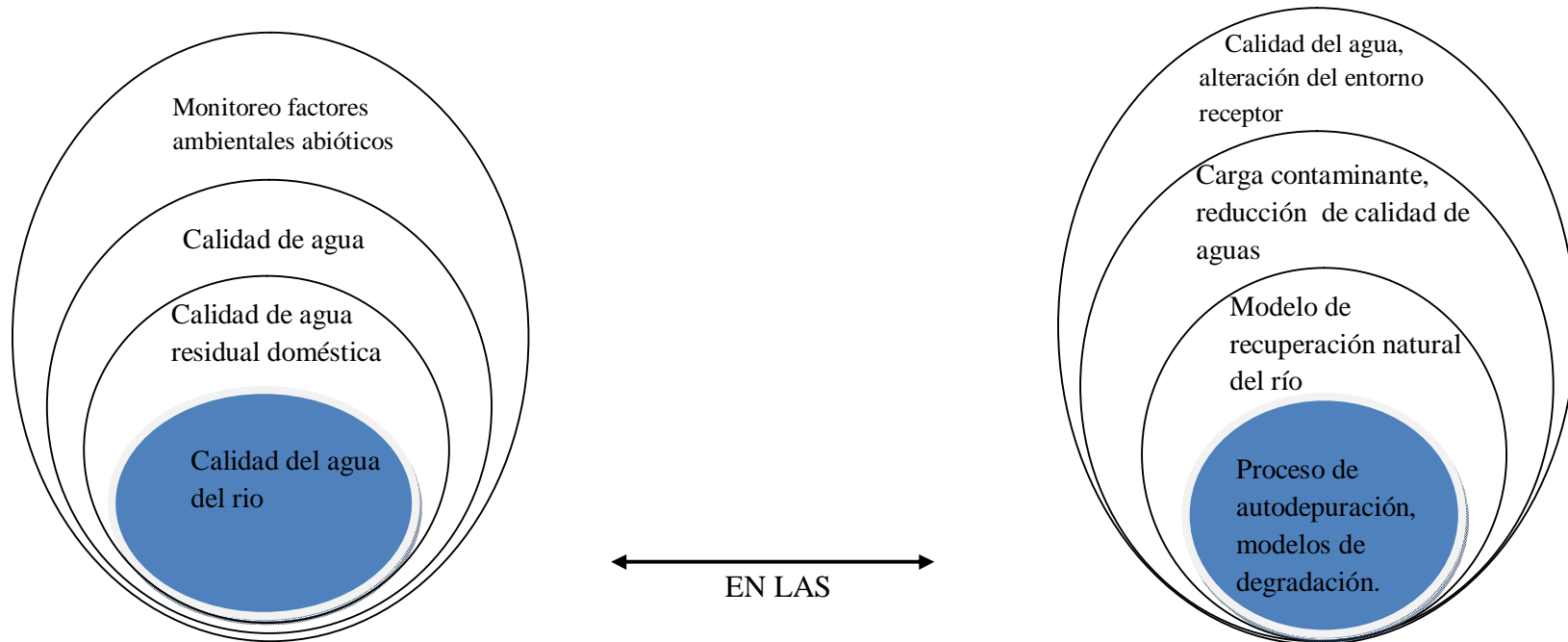


Gráfico. 2.3. Categorías fundamentales.

Elaborado por: Ing. Vizuette Montero Marco Omar.

2.3. FACTORES AMBIENTALES BIÓTICOS.

Glynn (2009) afirma que “Los factores bióticos son los seres vivos de un ecosistema, puede referirse a la flora, fauna, los humanos de un lugar y sus interacciones. Los individuos deben tener comportamiento y características fisiológicas específicas que permitan su supervivencia y su reproducción en un ambiente definido.

La condición de compartir un ambiente engendra una competencia entre las especies, dada por el alimento, el espacio, etc.” (p.103)

Una población es un conjunto de organismos de una especie que están en una misma zona. Se refiere a organismos vivos, sean unicelulares o pluricelulares.

Los factores bióticos se clasifican en:

- **Productores** o autótrofos, organismos capaces de fabricar o sintetizar su propio alimento a partir de sustancias inorgánicas como dióxido de carbono, agua y sales minerales (las plantas son seres autótrofos)
- **Consumidores** o heterótrofos, organismos incapaces de producir su alimento, por ello lo ingieren ya sintetizado (los animales son seres consumidores)
- **Descomponedores** organismos que se alimentan de materia orgánica en descomposición, entre ellas están las levaduras, hongos y bacterias.

2.3.1. FACTORES AMBIENTALES ABIÓTICOS.

Glynn (2009) menciona que “Los factores abióticos son los distintos componentes que determinan el espacio físico en el cual habitan los seres vivos; entre los más importantes podemos encontrar: el agua, temperatura, la luz, el pH, el suelo, humedad, el aire (sin el cual muchos seres vivos no podrían vivir) y los nutrientes” (p. 108).

Los factores abióticos son los principales frenos del crecimiento de la población; éstos varían según el ecosistema de cada ser vivo.

- **Luz** es un factor abiótico del ecosistema, dado que constituye el suministro principal de energía fría para todos los organismos. La energía luminosa es convertida por las plantas en energía química (fotosíntesis).
- **Temperatura** es útil para los organismos ectotérmicos, para ser preciso, los organismos que no estén adaptados para regular su temperatura corporal por ejemplo (los peces, los anfibios y reptiles). Las plantas utilizan una cantidad pequeña de calor para realizar el proceso fotosintético y se adaptan para sobrevivir entre límites de temperatura mínimos y máximos.
- **Atmósfera** la presencia de la vida sobre nuestro planeta no sería posible sin la atmósfera, la atmósfera terrestre está formada por cuatro capas concéntricas sobrepuestas que se extiende hasta 80 kilómetros, la divergencia de sus temperaturas permite diferenciar estas capas.
- **El agua** es un elemento indispensable para la vida, la vida se originó en el agua, y todos los seres vivos tienen la necesidad del agua para subsistir, el agua forma parte de los diversos procesos químicos orgánicos, por ejemplo, las moléculas de agua se usan durante la fotosíntesis, liberando a la atmósfera los átomos de oxígeno del agua.
- **Aire** es la mezcla de gases que constituye la atmósfera terrestre, que permanece alrededor de la tierra por acción de la fuerza de la gravedad, el aire es esencial para la vida en el planeta, es particularmente delicado, fino y etéreo, transparente en las distancias cortas y medias si está limpio, y está compuesto en proporciones ligeramente variables por sustancias tales como el nitrógeno (78%), oxígeno (21%), vapor de agua (variable 0-7%), ozono, dióxido de carbono, hidrógeno y algunos gases nobles como el criptón el argón.
- **Suelo** es la parte no consolidada y superficial de la corteza terrestre, biológicamente activa, que tiende a desarrollarse en la superficie de las rocas emergidas por la influencia de la intemperie y de los seres vivos.

- **Clima** abarca los valores estadísticos sobre los elementos del tiempo atmosféricos en una región durante un periodo representativo (temperatura, humedad, presión, viento y precipitaciones principalmente.)

2.3.2. MONITOREO DE LOS FACTORES AMBIENTALES BIÓTICOS, ABIÓTICOS.

López (2000) afirma que “Tanto la calidad como la cantidad son aspectos del agua que aseguran determinado uso, la calidad es representada por características intrínsecas generalmente medibles de naturaleza física, química y biológica. Estas características son mantenidas dentro de ciertos límites que viabilizan determinado uso, estos límites constituyen los criterios y recomendaciones a normas legales de la calidad del agua” (p.3).

Muchas razones justifican los trabajos de evaluación de calidad de agua, en este sentido la Organización Mundial de la Salud sugiere tres formas básicas de obtener los datos de calidad de agua:

- **Monitoreo:** Un monitoreo es el levantamiento sistemático de datos en puntos de muestreo seleccionados, para comparar la evolución de las condiciones de la calidad de agua a lo largo del tiempo
- **Vigilancia:** Implica una evaluación continua de la calidad del agua. Procura detectar alteraciones instantáneas de modo que permitan tomar las providencias inmediatas para resolver o evitar el problema.
- **Estudio espacial:** Este programa para atender las necesidades de un estudio en particular. Generalmente se realizan en campañas intensivas y de determinada duración.

2.3.3. MÉTODOS DE MUESTREO.

De acuerdo con el instrumento utilizado, se puede hablar de dos métodos básicos de toma de muestras: manual o automático.

2.3.3.1. MUESTREO MANUAL.

López (2000) menciona que “En éste método predominan las facultades sensoriales de quien toma las muestras porque, dada las características del equipo que se utiliza, generalmente se deben hacer lecturas directas. Cada medida entonces necesita ser apreciada u observada en una labor de lectura mecánica” (p.4).

2.3.3.2. MUESTREO AUTOMÁTICO.

Se realiza con un instrumental eléctrico o electrónico y poca intervención de la persona que toma las muestras en el proceso de lectura. En estos casos se debe de programar muy cuidadosamente el muestreo automático, de acuerdo a las especificaciones y con las necesidades particulares de muestreo, calibrarlos y ajustarlos según sus componentes (velocidades de las bombas, tamaño de los tubos, etc.)

Es muy útil cuando se requieren ubicar el puesto de observación en forma permanente o cuando las condiciones de la muestra lo necesitan. (p.10).

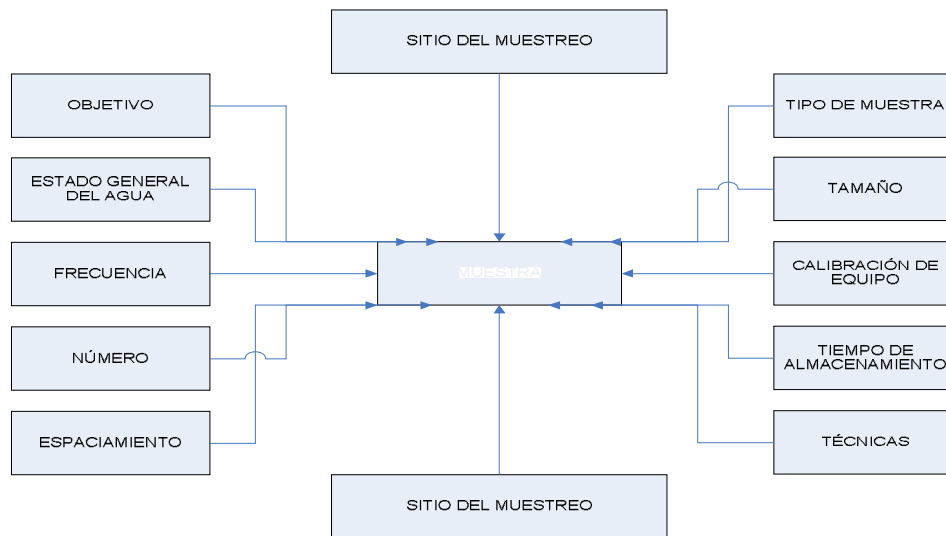
2.3.3.3. TOMA DE MUESTRAS.

Con el objetivo de optimizar costos y asegurar un muestreo eficiente, antes de salir al terreno se deben realizar algunos aislamientos para disponer de lo necesario y asegurar el éxito del muestreo.

2.3.3.4. LABORES PREVIAS EN OFICINA Y LABORATORIO.

- **Plan de muestreo.** Es importante tener claro el concepto de muestreo y todos los aspectos conexos, pues su estructura teórica, práctica y su desarrollo mismo, son claves para tener buenos resultados.

Figura N° 2.1. Factores para tomar en cuenta en un plan de muestreo.



Fuente: Manual de monitoreo EMAAPQ

En la figura 2.1 se puede observar una guía del plan, se debe considerar la selección de los sitios de muestreo, que para ciertos casos puede ser más sencillo que para otros, la identificación del tipo de contaminación, que a su vez define los compuestos de interés ambiental objeto de evaluación; tipo de recipientes, reactivos para preservación, procedimientos de conservación y hasta la manera y tiempo de transporte de la muestra.

Así mismo, identificado el tipo de contaminación y el área de influencia, se podría establecer la clase de muestra, duración del periodo de muestreo, tamaño y número de muestras en función al área comprometida, para el cual se deben inspeccionar e identificar los sitios de muestreo.

Respecto a estos sitios, se deben tener en cuenta las técnicas que son aplicables según se trate, por ejemplo, de cuerpos naturales, del interior de plantas industriales, puntos de descarga de éstas, sistemas urbanos de aguas residuales, incluyendo conductos presurizados y sistemas de gravedad, de alcantarillados, canales pozos de inspección, aguas subterráneas o plantas de tratamiento de aguas residuales.

El control adecuado del proceso de tratamiento exige la observación y registro de los caudales de aguas residuales y de las características del afluente, contenido de la laguna y efluente.

En estos muestreos se debe buscar minimizar la heterogeneidad debido a los sólidos suspendidos que normalmente se presentan.

2.3.3.5. ELEMENTOS REQUERIDOS.

No obstante que cada muestreo obedece a un plan específico, y en ciertos casos exige elementos especiales, la siguiente relación de necesidades está dada para los fines más corrientes y generales.

2.3.3.5.1. PLANO CARTOGRÁFICO.

Se recomienda disponer de un plano a escala conveniente (usualmente es suficiente la escala 1:25.000) para localizar el sitio de muestreo, el acceso y los demás detalles de localización, en casos de que no se haga en un sitio fijo preestablecido y conocido y que no se tenga esta información en los archivos.

2.3.3.5.2. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.

Falagán (2000) afirma que “La persona encargada de obtener la muestra debe hacerlo con todas las precauciones necesarias, de acuerdo con el grado de riesgo de contaminación que pueda recorrer al entrar en contacto con ella.

Debe utilizar guantes, aún si se considera que el agua no está contaminada, como en el caso de nacederos o pozos, si la muestra es de agua contaminada, se deben utilizar guantes de neopreno, respirador con filtros para protección contra vapores orgánicos e inorgánicos (ácidos y/o alcalinos), monogafas, botas pantaneros y un overol adecuado para la actividad, resistente a los medios ácidos,

alcalinos o solventes orgánicos, según el nivel de contaminación que se evidencie” (p.25).

2.3.3.5.3. RECIPIENTES.

López (2000) afirma que “El recipiente utilizado para la toma de muestras es muy importante, normalmente los recipientes son hechos de plástico o vidrio, pero un material puede preferirse a otro, según el caso. Por ejemplo, la sílica y el sodio pueden ser solubles en vidrio pero no en plástico y rastros de metal pueden adherirse a las paredes del recipiente de vidrio” (p.38).

Para compuestos orgánicos es preferible evitar los contenedores o recipientes plásticos, excepto los que están fabricados por polímeros fluorizados tal como el politetrafluoretileno (TFE).

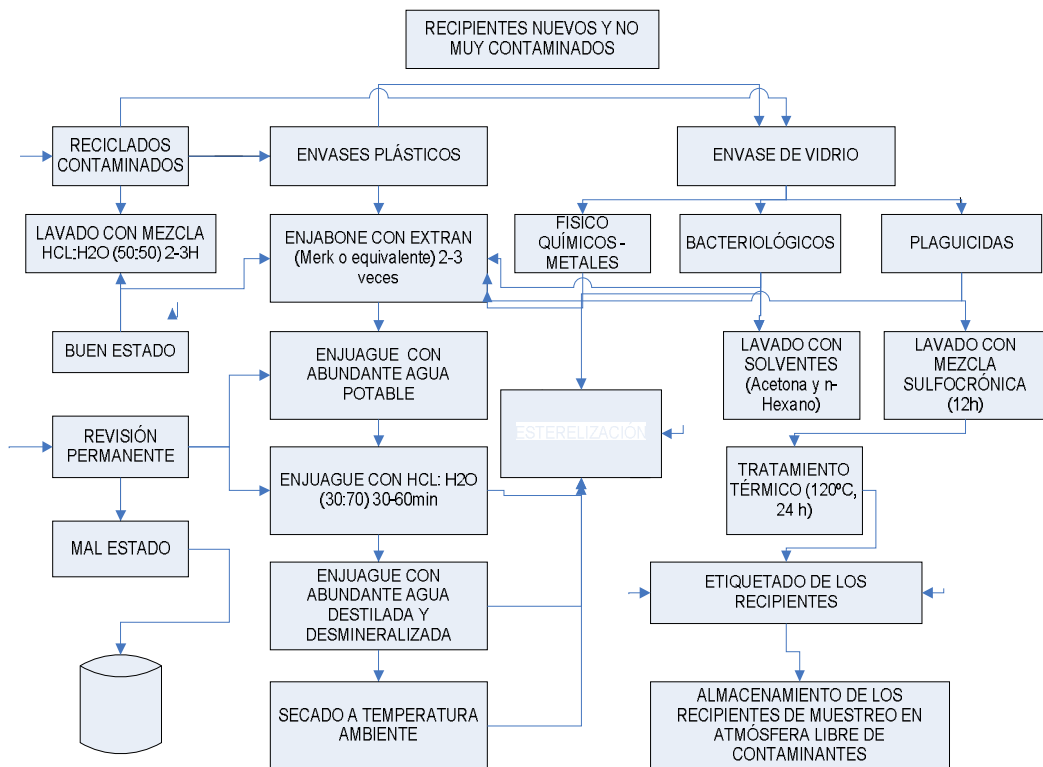
Algunos compuestos orgánicos y volátiles pueden disolverse en las paredes de los recipientes plásticos o incluso solubilizar sustancias del plástico, pero otros son compatibles con algunos plásticos.

Conviene utilizar recipientes de vidrio para realizar los análisis orgánicos, como es el caso de los orgánicos volátiles, orgánicos semi-volátiles, pesticidas, aceites y grasas, Bifenilospoliclorinados (PCB'S) y evitar el plástico, cuando sea posible, debido a la potencial contaminación de ésteres ftálicos contenidos en el plástico.

Las tapas de los recipientes, normalmente de plástico, también pueden presentar problemas por el cual se recomienda utilizar películas, tapas o “liners” de teflón (TFE). Los vieles de suelo, con tapones (septas) de plástico o caucho recubierto en teflón, también son útiles.

Los recipientes deben ser seleccionados de acuerdo con el tipo de muestra y/o con la cantidad y clase de análisis que se va a realizar; por tanto, siempre se debe estar perfectamente preparado para cada caso Anexo 1.

Figura 2.2. Utilización de recipientes nuevos y no contaminados



Fuente: Manual de monitoreo EMAAPQ

2.3.3.5.4. ETIQUETAS Y MARCADORES PARA IDENTIFICACIÓN.

Se requieren etiquetas pre-impresas autoadhesivas para evitar falsas identificaciones, además de marcadores indelebles para escribir los datos relativos a las circunstancias, condiciones y ubicación del sitio de muestreo, así como otra identificación.

Si se tienen etiquetas (preferiblemente autoadhesivas) o placas para identificar la muestra, ellas deben obedecer a un formato con los datos indispensables para identificar la muestra en forma precisa y registrar los datos que se deben tomar en el lugar del muestreo (“in situ”), si solo se dispone de

etiquetas en papel común, éstas se deberán fijar con cinta auto adherente transparente una vez diligenciadas. Para fines prácticos es preciso etiquetar todos los recipientes un día antes del muestreo.

Estos rótulos son de gran importancia, pues los datos registrados sirven para orientar los análisis y se vuelven indispensables para identificar la muestra y evitar errores y confusiones. Anexo 2

2.3.3.5.5. NEVERA.

Se debe disponer de una nevera portátil (kooler) con hielo, para refrigerar y transportar las muestras tan pronto como se tomen, para evitar la alteración de su naturaleza y características.

2.3.3.5.6. PRESERVANTES.

En ciertos casos se necesita agregar sustancias apropiadas a la muestra para conservarla inalterada durante el manejo y transporte al laboratorio. Su aplicación debe ser muy cuidadosa, por tratarse generalmente de ácidos que presentan riesgos para la salud por inhalaciones o quemaduras.

Tabla N° 2.1. Toma, manejo y preservación de muestras para análisis de calidad de agua.

PRESERVANTE	ACCIÓN	APLICACIÓN
HNO ₃	Ácido mangánico, previene la precipitación	Metales
H ₂ SO ₄	Inhibidor bacteriano. Formación de sales con bases orgánicas	Muestras Orgánicas, (DQO, A y G). Nitrógeno, formas fosfóricas Amoniac, amins
NaOH	Formación de sales con compuestos volátiles	Cianuros, ácidos orgánicos
HgCl ₂	Inhibidor bacteriano.	Formas nitrogenadas y Fosfóricas
Refrigeración	Inhibidor bacteriano, retrasa las tasas de reacción química	Acidez, alcalinidad, Materiales Orgánicos, DBO, color P- Orgánico N Orgánico y Organismos Biológicos

Fuente. Manual de monitoreo del EMAPS

2.3.3.5.7. CADENA DE CUSTODIA.

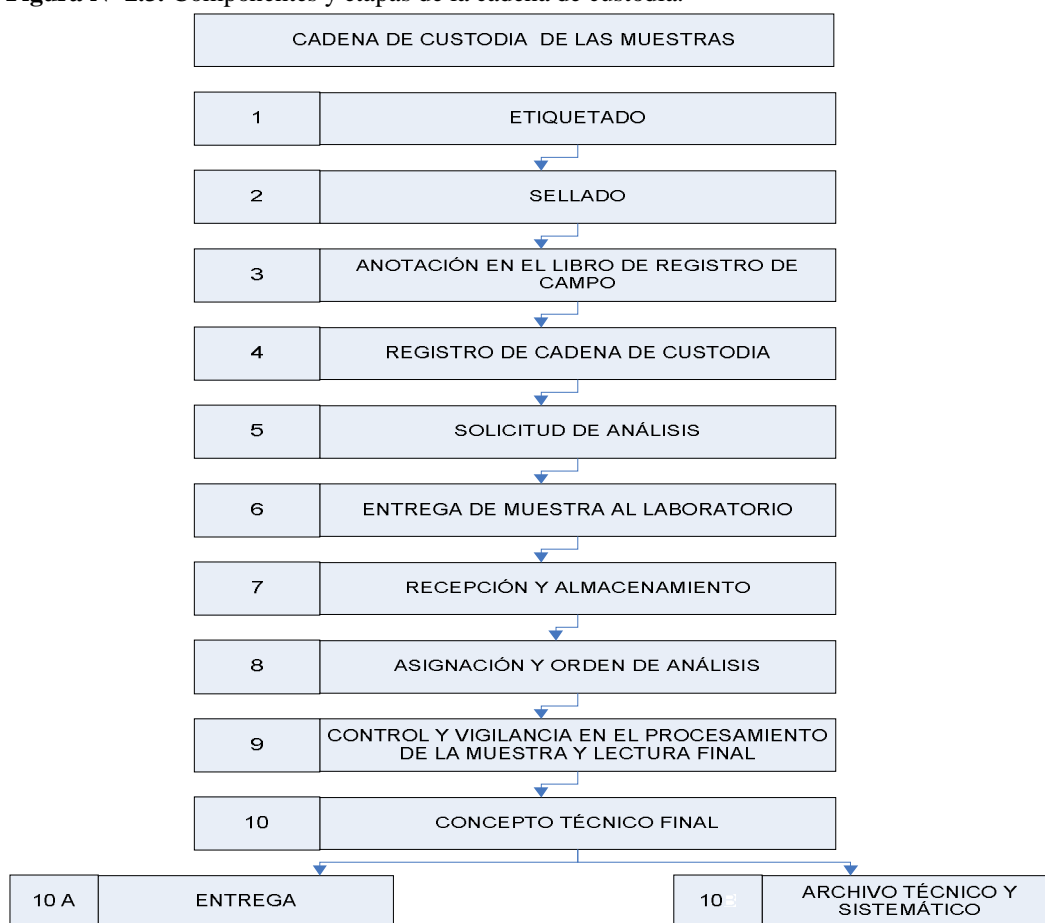
Asegurar la integridad de la muestra es esencial, desde el momento de la toma hasta que se produzca el concepto técnico final, lo cual implica llevar una relación de posesión y manipulación de muestras durante todo el proceso.

Este registro se denomina “Cadena de Custodia” o “Cadena de Vigilancia” y es definitivo como sistema para asegurar la calidad del muestreo.

La participación de quien realiza el muestreo en la cadena de muestreo llega hasta la entrega de la muestra al responsable en el laboratorio; pero la cadena continúa hasta finalizar el análisis, última etapa del proceso.

Una muestra se considera bajo vigilancia personal si se encuentra en posesión física de una persona, encargada de custodiarla y protegerla de posibles alteraciones, o si se encuentra en su área de trabajo en el laboratorio, que es de acceso limitado solamente al personal autorizado.

Figura N° 2.3. Componentes y etapas de la cadena de custodia.



Elaborado Por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar

2.3.3.5.8. REGISTRO DE LA CADENA DE CUSTODIA.

Cada muestra o grupo de muestras deben ir acompañada del registro de la cadena de custodia, en el cual se consigna el número de muestra, el nombre y la firma de quien realizó el muestreo, fecha, hora y lugar de la toma de muestra y firma de las personas que participan en la cadena de posesión, con sus correspondientes fechas de recibo-entrega.

Se sugiere un formato único para toda la cadena de custodia pero, según la manera como ella se organice, pueden diseñarse formularios separados para cada etapa. Si se lleva por separado, una copia de este registro debe constar en el libro de registro de campo.

2.3.3.5.9. SOLICITUD DE ANÁLISIS.

Cada muestra o grupo de muestras debe ir acompañado por una petición de análisis, el responsable de la toma de muestras se encargará de entregar la información referente al trabajo de campo en la que se incluye gran parte de la información pertinente registrada en el libro de campo.

La parte correspondiente al laboratorio debe ser diligenciada por personal especializado del mismo. Anexo III

2.3.3.5.10. ENTREGA DE MUESTRAS AL LABORATORIO.

Las muestras se envían al laboratorio lo antes posible, acompañadas del registro de la cadena de custodia y de la hoja de petición de análisis y entrega a la persona responsable de darle continuidad a dicha cadena.

2.3.3.5.11. RECEPCIÓN DE MUESTRAS Y ALMACENAMIENTO.

La persona responsable de la recepción de la muestra en el laboratorio revisa el estado de la etiqueta y el sello de seguridad y corrobora la información de la etiqueta y el sello, comparado con lo registrado en la Cadena de Custodia.

Asigna el número de registro, consigna su entrada al laboratorio y finalmente almacena la muestra, con las condiciones de conservación requeridas hasta que se asigne al analista.

2.3.3.5.12. ASIGNACIÓN DE MUESTRAS PARA SU ANÁLISIS.

El coordinador o jefe de laboratorio es responsable de distribuir y asignar las muestras para su respectivo análisis, el analista entonces pasa a responder por su adecuada custodia, siempre bajo la supervisión de aquél.

2.3.3.5.13. CONTROL Y VIGILANCIA DE MUESTRAS.

Cada muestra es objeto de varios análisis, pasa de uno a otro de los analistas para que cada quien realice las determinaciones que son de su especialidad. En consecuencia, la firma de quien entrega y recibe, así como las fechas de las entregas sucesivas deben quedar registradas y el coordinador del laboratorio velará porque el proceso se haga con seguridad, eficiencia y prontitud.

2.3.3.5.14. CONCEPTO TÉCNICO FINAL.

Una vez completados los análisis, se elabora el formulario de los resultados, comentarios y recomendaciones a que haya lugar, bajo la responsabilidad y firma del coordinador del laboratorio y se entrega a quien haya hecho la solicitud, dejando la constancia correspondiente. Con la obtención de resultados, el concepto sobre el análisis y entrega al solicitante finaliza el proceso y por consiguiente la cadena de custodia; pero deben continuar otras actividades de archivo técnico y sistemático (geo referenciado) de resultados; para incorporarlos al banco de información y utilizarlos como ayuda en la caracterización de la calidad de agua, planes de ordenamiento de cuencas, procesos de control y otras aplicaciones que son previsibles.

2.4. CALIDAD DE AGUA.

Se los lleva a cabo mediante toma de muestras y se basa en el estudio de las características físicas del agua con el análisis de sus componentes químicos, estos métodos son puntuales ya que indican el estado del agua en el instante en que se obtuvo la muestra.

2.4.1. MÉTODOS BIOLÓGICOS.

Se basan en el estudio de macro invertebrados bentónicos y de plantas acuáticas, debido a que cada comunidad responde a las condiciones físico-

químicas del medio en que vive. Cualquier alteración se refleja en la diversidad o abundancia de las comunidades.

2.4.2. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.

- **Olor:** las aguas residuales poseen un olor característico producido por la degradación de la materia orgánica presente.
- **Color:** Algunos productos de desecho alteran considerablemente el color de las aguas, ocasionando una contaminación estética y dificultando los procesos de fotosíntesis e intercambio de oxígeno.
- **Materiales en suspensión:** Es la cantidad de sólidos en un fluido y expresados en porcentaje, se refiere al material remanente luego de la evaporación, secado, filtración y sedimentación. Éstos materiales según su densidad y las características del medio receptor son depositados en distintas zonas.
- **Turbidez:** Se origina por materias en suspensión finamente divididas ocasionando la dificultad del agua para transmitir la luz principalmente en aguas superficiales.
- **Temperatura:** Es un parámetro básico para los seres vivos, influye en la solubilidad de las sales, gases, pH y en la conductividad eléctrica. Existe una estrecha relación entre la densidad del agua y su temperatura.
- **pH:** Mide la concentración de iones de hidrógeno en el agua, el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, es una medida en una escala desde 0 a 14 en la cual 7 significa que la sustancia es neutra, valores de pH por debajo de 7 indica que la sustancia es ácida y valores por encima de 7 indican que la sustancia es básica.
- **Conductividad:** Varía en función de la temperatura es la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad, está ligada a la concentración de sustancias disueltas y a su naturaleza, es indicativa de la presencia de iones.
- **Contenido de grasas y aceites:** Son aquellas sustancias de naturaleza lipídica, que al ser insolubles en el agua, van a permanecer en la superficie

dando lugar a la aparición de natas y espumas las cuales impiden su adecuado tratamiento.

- **Demanda bioquímica de oxígeno:** La DBO se define como la cantidad de oxígeno necesaria para descomponer la materia orgánica presente en el agua mediante la acción de bacterias en condiciones aerobias. La DBO es causada por la respiración de bacterias que cesarán al agotarse totalmente la materia orgánica. La DBO es de tipo biológico, para ello se debe simular las condiciones en que la demanda ocurre en los medios naturales, con presencia de oxígeno, nutrientes y a una temperatura adecuada. Es parámetro más usado para determinar la contaminación orgánica tanto en aguas residuales como en aguas superficiales, se aplica principalmente en el control de tratamiento primario en las estaciones depuradoras.
- **Demanda química de oxígeno:** La DQO es la cantidad de oxígeno consumido por las materias existentes en el agua, oxidables en unas condiciones determinadas, es la medida del material oxidable, cualquiera sea su origen, biodegradable y no biodegradable. Es un método aplicable en aguas continentales (ríos, lagos, acuíferos, etc.) las aguas residuales o cualquier agua que pueda contener una cantidad apreciable de materia orgánica.

2.4.3. PARÁMETROS BIOLÓGICOS.

La evaluación de la calidad del agua por parámetros biológicos es otra alternativa que poco a poco va siendo más utilizada a nivel mundial. Se trata del uso de indicadores o bioindicadores de la calidad ambiental, la meta de la evaluación biológica es detectar y comprender los cambios en los sistemas biológicos que resultan de las actividades antropogénicas.

2.5. CALIDAD DE AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA.

Valdez, Vázquez (2008) Afirma que “Cada agua residual es única en su característica aunque en función del tamaño de la población, el sistema de

alcantarillado empleado, el grado de industrialización y de la incidencia de la pluviometría, puede establecerse unos rangos de variación habituales, tanto para los caudales como para las características fisicoquímicas de éstos vertidos”(p.25)

El conocimiento de los caudales y características de las aguas residuales generadas en las aglomeraciones urbanas es básico para el correcto diseño de los sistemas de recogida, tratamiento y evacuación de las mismas.

Los principales contaminantes que aparecen en las aguas residuales urbanas son:

- **Objetos gruesos:** trozos de madera, trapos, plásticos, etc., que son arrojados a la red de alcantarillado.
- **Arenas:** bajo esta denominación se engloban las arenas propiamente dichas, gravas y partículas más o menos grandes de origen mineral u orgánico.
- **Grasas y Aceites:** sustancias que al no mezclarse con el agua permanecen en la superficie dando lugar a natas. Su procedencia pueden ser tanto doméstica como industrial.
- **Sólidos en suspensión:** partículas de pequeño tamaño y de naturaleza y de procedencias muy variadas aproximadamente el 60% de sólidos en suspensión son sedimentables y un 75% son de naturaleza orgánica.
- **Sustancias con requerimiento de oxígeno:** compuestos orgánicos e inorgánicos que se oxidan fácilmente, que lo provocan con consumo de oxígeno presente en el medio al que se vierten.
- **Nutrientes (nitrógeno y fósforo):** su presencia en las aguas es debido principalmente a detergentes y fertilizantes, igualmente, las excretas humanas aportan nitrógeno orgánico.
- **Agentes patógenos:** organismos (bacterias, protozoos, helmintos, y virus), presentes en mayor o menor cantidad en las aguas residuales y que pueden producir o transmitir enfermedades.
- **Contaminantes emergentes o prioritarios:** los hábitos de consumo de la sociedad actual generan una serie de contaminantes que no existían

anteriormente. Estas sustancias aparecen principalmente añadidas a productos de cuidado personal, productos de limpieza doméstica, productos farmacéuticos, etc. A ésta serie de compuestos se les conoce bajo la denominación genérica de contaminantes emergentes o prioritarios, no eliminándose la mayoría de ellos en las plantas de tratamiento de aguas residuales urbanas.

La composición de las aguas residuales se refiere a las cantidades de constituyentes físicos, químicos y biológicos presentes. En la siguiente tabla 2.2 se señala la composición típica de un agua residual doméstica.

Tabla N° 2.2. Constituyentes del agua residual y del líquido séptico de un agua residual doméstica.

CONTAMINANTES	UNIDADE S	CONCENTRACIÓN		
		DÉBIL	MEDIA	FUERTE
Sólidos Totales (ST)	mg/ l	350	720	1200
Disueltos Totales (TDS)	mg/ l	250	500	850
Sólidos en Suspensión (SS)	mg/ l	100	220	350
Sólidos Sedimentables	mg/ l	5	10	20
DBO ₅ (20°C)	mg/ l	110	220	400
COT	mg/ l	80	160	290
DQO	mg/ l	250	500	1000
Nitrógeno	mg/ l	20	40	85
Orgánico	mg/ l	8	15	35
Amoniaco Libre	mg/ l	12	25	50
Nitritos	mg/ l	0	0	0
Nitratos	mg/ l	0	0	0
Fósforo	mg/ l	4	8	15
Orgánico	mg/ l	1	3	5
Inorgánico	mg/ l	3	5	10
Cloruros	mg/ l	30	50	100
Sulfato	mg/ l	20	30	50
Alcalinidad (CaCO ₃)	mg/ l	50	100	200
Grasa	mg/ l	50	100	150
Coliformes Totales	n°/100 ml	10 ⁶ -10 ⁷	10 ⁷ -10 ⁸	10 ⁷ -10 ⁹
COVs	µg/l	< 100	100-400	>400

Fuente: Ingeniería de los sistemas de tratamiento y disposición de las aguas residuales (Enrique César Valdez B. Vázquez González)

En función de las concentraciones de éstos constituyentes, podemos clasificar el agua residual como concentrada, media o débil. Tanto los

constituyentes como sus concentraciones presentan variaciones en función de la hora del día, el día de la semana, el mes del año y otras condiciones locales.

Tabla N° 2.3. Características Físicas, Químicas y Biológicas del Agua Residual y sus procedencias.

CARACTERÍSTICA	PROCEDENCIA
PROPIEDADES FÍSICAS	
Color	Aguas residuales domésticas e industriales
Olor	Aguas residuales en descomposición, residuos industriales
Sólidos	Agua de suministro, aguas residuales domésticas e industriales, erosión del suelo, infiltración y conexiones incontroladas
Temperatura	Aguas residuales domésticas e industriales
CONSTITUYENTES QUÍMICOS	
ORGÁNICOS	
Carbohidratos	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Grasas animales, aceites y grasas	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Pesticidas	Residuos agrícolas
Fenoles	Vertidos industriales
Proteínas	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Contaminantes Prioritarios	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Agentes Tensoactivos	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Compuestos Orgánicos Volátiles	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Otros	Degradación natural de materia orgánica
INORGÁNICOS	
Alcalinidad	Aguas residuales domésticas, agua de suministro, infiltración de aguas subterráneas
Cloruros	Aguas residuales domésticas, agua de suministro, infiltración de aguas subterráneas
Metales Pesados	Vertidos Industriales
Nitrógeno	Residuos agrícolas y aguas residuales domésticas
Ph	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Fósforo	Aguas residuales domésticas, agua de suministro, infiltración de aguas subterráneas, agua de escorrentía
Contaminantes Prioritarios	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Azufre	Aguas de suministro, aguas residuales domésticas, comerciales e industriales
GASES	
Sulfuro de Hidrógeno	Descomposición de residuos domésticos
Metano	Descomposición de residuos domésticos
Oxígeno	Agua de suministro, infiltraciones de agua superficial

Fuente: Ingeniería de los sistemas de tratamiento y disposición de las aguas residuales (Enrique César Valdez B. Vázquez González)

2.5.1. MODELOS DE SIMULACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA.

Martín (2008) afirma que “La mayoría de los modelos de calidad de agua, se aplican a masas de aguas receptoras de vertidos que inciden en puntos concretos. Ahora bien, las fuentes de vertidos se pueden ampliar de ámbito y proceder no solo de fuentes puntuales sino de fuentes difusas de contaminación como la agricultura, ganadería e industria” (p.80).

Los trabajos se han orientado al desarrollo y aplicación de modelos, especialmente matemáticos que consideran la variación de los parámetros definidos, donde su praxis debe estar acorde a la realidad concreta de estudio.

La aplicación de un modelo implica la selección de métodos adecuados a los requerimientos del problema en estudio, lo que significa su desarrollo estructural, calibración y verificación en el tiempo y espacio correspondiente. En función de la metodología que se emplee, estos modelos se pueden clasificar:

2.5.1.1. VARIABILIDAD EN EL TIEMPO ESTÁTICO O DE RÉGIMEN PERMANENTE

Martin (2008) dice que “Permite cuantificar los efectos que sobre la calidad del agua del río, pueden tener medidas de carácter general como nuevos abastecimientos o poblaciones, nuevos asentamientos industriales (aplicación económica), por tanto, representan un retrato del estado del sistema en un momento dado, suponiendo que los vertidos, el caudal y las condiciones ambientales no varíen en el tiempo” (p.60).

Los modelos de ríos pueden plantearse como estáticos, de hecho, cuando se estudian con metodología convencional los fenómenos de autodepuración en cauces naturales, se parte de una determinada situación más o menos límite (habitualmente se establece como caudal de diseño el mínimo que no se supere

durante siete días seguidos con un periodo de retorno de diez años), pero se consideran constantes tanto el vertido como los caudales naturales.

2.5.1.2. DINÁMICOS O DE RÉGIMEN TRANSITORIO.

Romero, Lorena. (1996) menciona que “Propuesta metodológica para un análisis integral del proceso de autodepuración de un río contaminado por aguas rurales urbanas de uso doméstico en una cuenca hidrográfica. Tesis de doctorado Universidad Politécnica de Madrid. Son útiles en el análisis de tramos de un río, se dan situaciones de calidad de agua así como en evaluación de los efectos que las perturbaciones transitorias pueden causar en el sistema. Para la aplicación de éste modelo debe considerarse un periodo de tiempo representativo del régimen fluvial del río” (p.248).

Como ejemplo de ello, se tiene el estudio realizado para la cuenca del río Ebro “Modelos de autodepuración natural de las cuencas españolas” por M. Encarnación Rodríguez Hurtado. Escuela Técnica Superior Ing. Madrid, donde se aplicó este modelo. Se selecciona tramos y se consideran las siguientes variables.

- Temperatura.
- Concentración de Oxígeno Disuelto.
- Concentración de Saturación de Oxígeno Disuelto.
- Demanda Inmediata de Oxígeno.
- Sólidos Sedimentables.
- Demanda de Oxígeno ejercida por la capa de lodos.

La metodología que emplearon para obtener la información fue con base a instituciones (Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo), trabajo de campo y estimaciones a partir de datos.

Los resultados reflejan que a lo largo del río Ebro, la autodepuración tuvo un comportamiento variable según los tramos de muestreo establecidos. Además,

determinaron que el Oxígeno disuelto varía en relación al volumen de caudal y profundidad del agua.

2.5.1.3. DIMENSIONALIDAD ESPACIAL. UNI O TRIDIMENSIONALES O REALES.

Martin (2008) afirma que “La mayoría de los modelos de calidad de agua representan al río como un sistema unidimensional (por su característica longitudinal), reservándose los modelos bidimensionales, estratificados o tridimensionales para los casos de estuarios, lagos o embalses” (p.75).

El modelo unidimensional consiste en la descripción del río, considerando que éste fluye a lo largo de un eje, constituyendo así un sistema unidimensional, permite obtener la evolución a lo largo del tiempo y del espacio.

2.5.1.4. DETERMINÍSTICOS Y ESTOCÁSTICOS.

Martin (2008) afirma que “Los determinísticos, consideran los valores medios de los caudales y las concentraciones de los constituyentes. Su uso es más frecuente por su mayor sencillez de construcción y por su facilidad de interpretación de resultados” (p.80)

Los estocásticos consideran la aleatoriedad de varios procesos hidrológicos, físicos, biológicos, químicos y estudian sus distribuciones de probabilidad.

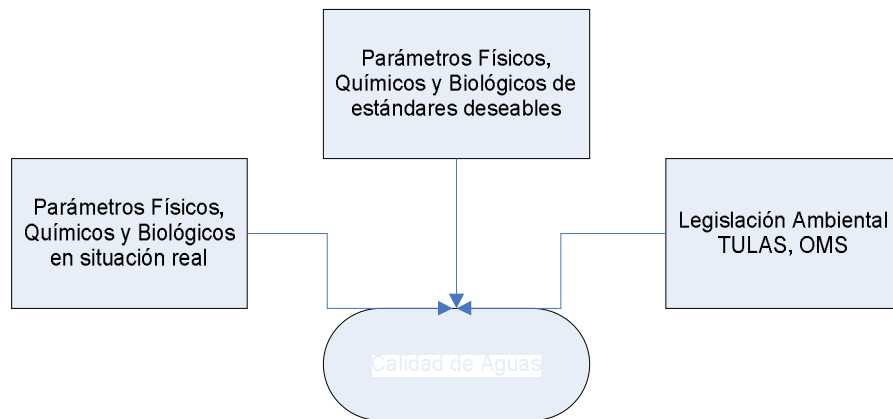
2.6. CALIDAD DEL AGUA DE RÍO.

Glyn y Gary (2009) afirma que “La calidad del agua es un término relativo que depende del uso final que se dé al recurso, por lo tanto el concepto de contaminación está referido, desde un punto de vista práctico, por ejemplo” (p.25).

- Producción de agua potable.
- Consumo y usos domésticos.
- Fines industriales.
- Fines agrícolas.
- Consumo de los animales.
- Actividades recreativas.
- Preservación de la flora y fauna.
- Transporte.

Para establecer la calidad de las aguas superficiales, se debe medir los parámetros físicos, químicos y biológicos de la situación real y actual de las alcantarillas, ríos u cualquier cuerpo hídrico, para luego comparar con las normativas deseadas, las cuales son establecidas en la legislación ambiental TULAS y en la Organización Mundial para la Salud.

Figura N° 2.4. Evaluación de la calidad de aguas



Elaborado: Ing. Vizquete Montero Marco Omar

2.6.1. EFECTOS DE LA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES EN RÍOS.

Valdez y Vázquez (2008) menciona que “La calidad del agua de lagos y ríos influye fundamentalmente en su uso, actividades tales como pesca o natación

tienen entre sí diferentes requerimientos de calidad del agua, mientras que la de las fuentes de suministro para consumo humano debe ser aún mejor” (p.59).

En muchos países del mundo, Ecuador entre ellos, la descarga de contaminantes generados por las actividades humanas han degradado seriamente la calidad del agua, al grado de haber convertido corrientes prístinas en canales de aguas residuales con unas cuantas formas de vida y muy pocos usos benéficos, para saber qué cantidad de desecho puede ser tolerado (asimilado) por un cuerpo de agua, es preciso conocer el tipo de contaminante descargados y la manera cómo éstos afectan la calidad del agua.

2.7. ALTERACIONES EN EL ENTORNO RECEPTOR.

Valdez y Vázquez (2008) dice que “Un lugar lógico para la evacuación de las aguas residuales de una comunidad es un cuerpo natural de agua. Ésta forma de desagüe, denominada evacuación por disolución, ha sido empleada por muchos municipios, con poco o ningún tratamiento” (p.61).

El proceso natural denominado autodepuración ha evitado problemas en muchos casos, pero la industrialización y la demografía urbana siempre creciente, acompañada de un retraso en la construcción de plantas de tratamiento, han llevado a una contaminación, los resultados de ésta contaminación son:

- Los microorganismos patógenos de las aguas residuales convierten las aguas naturales en las que desaguan en inseguras como fuentes de suministro para recreación, etc.
- La descomposición de materia orgánica inestable despojará al agua de su oxígeno, y por lo tanto los peces, morirán.
- También los ácidos, aceites y otros materiales tóxicos exterminarán a los peces y cualquier otra vida acuática harán que resulte incomedible.
- La putrefacción de las materias orgánicas producirán olores y condiciones desagradables, quizá hasta el extremo de afectar adversamente las propiedades del agua.

Es una corriente superficial normal que produce un ciclo, que lleva a un equilibrio entre la vida animal y vegetal, y que indica así mismo la interdependencia de los distintos grupos de organismos. Cuando la materia orgánica muerta, en forma de proteínas e hidratos de carbono, penetra en una corriente, las bacterias actúan sobre ella, las proteínas son degradadas hasta compuestos sencillos, como el amoníaco y los nitratos.

Otras bacterias los compuestos sulfurados a sulfatos, los cuales juntamente con los nitratos, son utilizados por las plantas verdes. Los hongos (fungi) descomponen los compuestos celulósicos carbohidratos más simples y éstos, a su vez son empleados por ciertas bacterias con desprendimiento de anhídrido carbónico. Las algas, por la fotosíntesis, producen con los anteriores productos finales, hidratos de carbono y oxígeno libres, que son usados como alimentos y para la respiración por los animales, incluyendo los protozoos, los crustáceos, los insectos, los gusanos y los peces; la contaminación de una corriente por residuos industriales o domésticos en cantidades excesivas, rompe el ciclo. La excesiva contaminación introduce generalmente demasiada materia orgánica inestable en la corriente, por lo que se refiere a la normalidad del mecanismo equilibrado de los organismos, del suministro de oxígeno y de la luz solar

Las consecuencias en algunos organismos, especialmente aquellos que proliferan en condiciones anaerobias, se reproducen en forma creciente, con los consiguientes olores y otras molestias; sin embargo, aguas abajo, a una distancia que depende de la cantidad de contaminación, en función de la velocidad y condiciones de la corriente, se restablece el ciclo normal. Ésta restauración es lo que se denomina autodepuración.

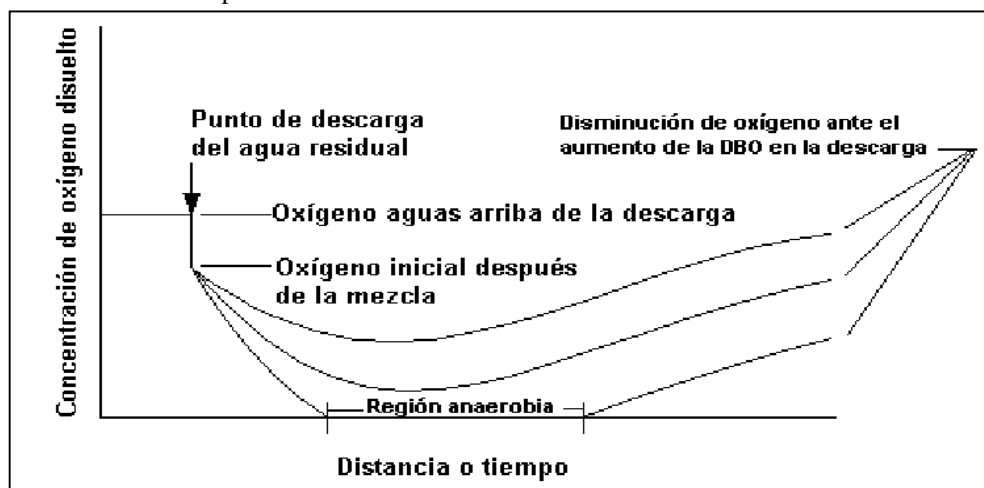
2.7.1. ZONA DE DEGRADACIÓN.

Valdez y Vázquez (2008) afirma que “Esta zona se establece por debajo de la salida de la alcantarilla y quedará manifiesta porque el agua empieza a

enturbiarse y obscurecerse. Habrá descomposición de las materias sólidas, como los lodos del fondo, y se producirá la descomposición anaerobia” (p. 61).

Como se observa en la figura 2.5 Se experimentará una progresiva reducción del oxígeno disuelto como resultado de la DBO, así como la presencia de anhídrido carbónico. Las formas de vida más elevadas, especialmente los peces morirán o se alejarán de la zona y los hongos se hallarán presentes, pudiendo llegar hacerse ostensibles en masas blancas o grisáceas sobre las raíces y palos sumergidos. En la porción más baja de ésta zona, los hongos darán paso a las bacterias, en los depósitos de lodo aparecerán pequeños gusanos rojos que ingieren el lodo y lo excretan en una forma tal que los otros organismos puedan actuar más fácilmente sobre él.

Figura N° 2.5. Impacto ocasionado por el aumento de la DBO y de los sólidos sedimentables en una corriente con capacidad de asimilación limitada



Fuente: Ingeniería de los sistemas de tratamiento y disposición de aguas residuales Valdez César 2008

2.7.2. ZONA DE DESCOMPOSICIÓN ACTIVA.

Valdez y Vázquez (2008) dice que “Esta zona muy marcada, en caso de contaminación severa, se caracteriza por ausencia de oxígeno disuelto y por descomposición anaeróbica, como resultado de la descomposición y de los lodos, pueden aparecer burbujas de gas liberado y las masas de lodo pueden llegar a

alcanzar la superficie, formando una espuma negra; el anhídrido carbónico y el amoniaco aumenta” (p.61).

El agua será grisácea o negra y producirán olores de sulfhídrico o de otros compuestos de azufre, malolientes. La vida microscópica estará constituida en su mayor parte de bacterias anaeróbicas. Los hongos habrán desaparecido en su mayoría; las formas de vida más elevadas se hallarán reducidas a los gusanos propios del lodo, las larvas de abejorros y de otros insectos, como mosquitos y moscas

2.8. CARGA CONTAMINANTE, RECUPERACIÓN DE CALIDAD DE AGUAS.

Prada (2007) menciona que ”El reconocimiento de la carga contaminante es una actividad de vital importancia, en razón de éstas (las cargas de contaminantes) son el testimonio del estado en que se encuentra la fuente, en estado de conservación o por, el contrario, sometida a un considerable deterioro que imposibilita o encarece su aprovechamiento” (p.15).

De otro lado, las cargas contaminantes son el valor numérico que permite diseñar los procesos de tratamiento, bien sea para recuperar las aguas o para establecer los criterios de sus usos.

Para el cálculo de la carga contaminante (L), de un contaminante determinado de una fuente hídrica, se utiliza la siguiente ecuación.

$$L = Q * S \qquad \text{Ecuación (2.1)}$$

Dónde:

Q= Caudal del río o fuente hídrica en m³/s

S = Concentración del contaminante en mg/l

Prada (2007) afirma que “En concordancia, la carga contaminante, es la cantidad de masa (gramos, kilogramos, toneladas, etc.) del contaminante que fluye en unidad de tiempo (segundo, minuto, hora, día, etc.) por las aguas de la fuente hídrica” (p.25).

En base a ecuación 2.1 se evidencia la relación directa de la carga contaminante con el caudal. Por la importancia de conocer este valor, con un nivel de precisión, por medio del aforo o medición.

2.9. RECUPERACIÓN NATURAL DE LOS RÍOS.

Valdez y Vázquez (2008) afirma que “En las otras zonas, una gran parte de la materia orgánica se habrá sedimentado en el fondo donde sufrirá una lenta descomposición anaeróbica en el seno de la corriente del agua; como resultado de ello, la DBO del líquido se desarrollará a una velocidad menor que aquella que se procederá la re aireación en la superficie del agua, y de este modo tiene lugar una recuperación que hace que el agua se vuelva más clara; la proporción de lodo será menor y tendrá una apariencia granular que en la zona precedente (p.61).

El anhídrido carbónico y el amoníaco disminuyen, los nitritos y nitratos aumentan. El contenido bacteriano tiende a disminuir, puesto que disminuye el suministro de alimentación, y las bacterias presentes son de tipo aerobio, los hongos representarán solo hasta cierto punto, así como las algas verdeazuladas y las verdes propiamente dichas, éstas ayudan a la re aireación mediante el consumo de nitratos y de anhídrido carbónico y de la consiguiente liberación de oxígeno, que ayuda a la ulterior satisfacción de la DBO.

2.9.1. ZONA DE AGUAS CLARAS.

Valdez y Vázquez (2008) aseguran que “Aquí la corriente habrá recuperado la apariencia de las aguas naturales, tendrá el plancton normal de las aguas limpias. Éste plancton debido al efecto fertilizante de la contaminación previa,

puede hallarse en gran cantidad, y su apariencia estimulará la abundancia de peces, que serán del tipo menos resistentes, incluyendo los de difícil pesca” (p.62).

Se habrá conseguido el “equilibrio de oxígeno”, es decir el oxígeno disuelto en cantidad superior a la DBO, y puede decirse que la recuperación es completa.

Durante el proceso de autodepuración se habrá reducido la cantidad de colibacilos y organismos patógenos debido al hecho de encontrarse en circunstancias desfavorables, así como la acción de organismos voraces.

Es cierto, sin embargo, que sobrevivirán algunos que se hallaran presentes en las zonas de aguas claras. Por lo tanto, pueden tomarse como una verdad axiomática que el agua, una vez contaminada por los organismos patógenos, no será segura para la bebida a menos que reciba un tratamiento adecuado.

2.9.2. MODELOS QUE INTERVIENEN EN LA AUTODEPURACIÓN NATURAL DEL RÍO.

Valdez y Vázquez (2008) aseguran que “Son varias las condiciones de las corrientes que afectan la autodepuración de modo favorable o adverso: disolución, corrientes, sedimentación, luz solar y temperatura” (p.62).

2.9.2.1. DISOLUCIÓN.

Valdez (2008) menciona que “Una gran cantidad de agua, con su oxígeno disuelto, puede evitar la obvia degradación de la corriente y puede incluso preservar las condiciones aerobias. Se puede realizar un cálculo aproximado que indique la disolución necesaria que permita que se halle presente en el agua, en todo momento, alguna cantidad de oxígeno disuelto, la cantidad mínima deseable es de 4 mg/l.” (p.68).

Cuando el agua residual con gasto (Q_w) que contiene un constituyente de concentración (C_w) se descarga en un cuerpo receptor con gasto (Q_r) la cual posee una concentración (C_r) del mismo constituyente vertido, la concentración (C), resultante de la mezcla compuesta e instantánea de las corrientes está dada por el siguiente balance de masas.

$$C = \frac{C_r Q_r + C_w Q_w}{Q_r + Q_w} \quad \text{Ecuación(2.2)}$$

Es importante destacar que la ecuación (2.2) se obtuvo suponiendo que las dos corrientes experimentan mezclado completo y que se cumple el principio de conservación de masas. Ésta expresión se puede aplicar a oxígeno disuelto, DBO, sólidos suspendidos temperatura y otros constituyentes característicos del agua residual, sabiendo también que:

$$t = \frac{d}{v} \quad \text{Ecuación(2.2.1)}$$

2.9.2.2. CORRIENTES.

Una mezcla compuesta de las aguas residuales con las aguas de dilución evita las molestias locales y dispersa la materia orgánica. En aquellos casos en que se presentan molinos y retrocesos de las aguas se forman bancos de lodo y se presentan olores y molestias.

Una corriente viva, especialmente si existen cataratas, acelera la re aireación en la superficie; puede decirse que reduce el tiempo de recuperación, pero afectará extensiones de ríos más largas. La corriente lenta favorece a la sedimentación de los sólidos, y la resultante clarificación y reposo favorece a su vez el crecimiento de las algas y la consiguiente producción de oxígeno. Así pues, una corriente lenta puede necesitar un tiempo más largo de recuperación, pero confirma los efectos indeseables a una longitud más corta de su curso.

2.9.2.3. SEDIMENTACIÓN.

Los sólidos gruesos se sedimentan y forman mantos de lodo en los que tiene lugar la descomposición anaerobia. Las corrientes arrastrarán y mezclarán los productos de descomposición con el agua en las capas superiores. Con suficiente dilución, es posible que ésta no quede exenta de oxígeno, el arrastre originado por una avenida puede levantar el lodo finamente dividido y llevarlas agua abajo, llegando a matar los peces al alojarse en sus agallas.

2.9.2.4. LUZ SOLAR.

La luz actúa como desinfectante contra las bacterias patógenas y estimula también el desarrollo de las algas, las cuales producen oxígeno durante el día, ayudando de éste modo a la oxidación de la materia inestable. Por la noche quedan inactivas, y por consiguiente el contenido de oxígeno del agua puede ser mucho menor por la mañana temprano que al caer la tarde.

2.9.2.5. TEMPERATURA.

Las bajas temperaturas incidirán e incluso llegarán a detener la actividad de los organismos, de modo que en verano la descomposición tiene lugar de mucho más rápido que en invierno. Desgraciadamente, el oxígeno es menos soluble en el agua caliente que en el agua fría, lo cual aún tiende más a hacer del verano la época más crítica en cuanto a molestias.

2.10. PROCESO DE AUTO DEPURACIÓN.

2.10.1. MODELO PARA OXÍGENO DISUELTO.

Valdez y Vázquez (2008) mencionan que “Uno de los primeros modelos desarrollados para predecir los efectos de la descarga de material orgánico biodegradable sobre el oxígeno disuelto en un río o corriente de agua, fue

formulado por Streeter y Phelps a principios de la década de 1924, con base de estudios realizados sobre el río Ohio (Streeter y Phelps, 1925; Phelps, 1944). Éste modelo denominado comúnmente modelo de disminución de oxígeno, se ha aplicado en cientos de estudios” (p.64).

El modelo de Streeter y Phelps predice los cambios en el déficit de oxígeno como una función de la DBO ejercida y de la re aireación de la corriente. Cuando el agua que contiene materia orgánica biodegradable está expuesta al aire, absorbe oxígeno de la atmósfera para reemplazar el oxígeno disuelto que se consume en satisfacer la DBO.

Los procesos de desoxigenación y re oxigenación ocurren simultáneamente, si la velocidad de la desoxigenación es más rápida que la velocidad de re oxigenación, se incrementa el déficit de oxígeno. Si el contenido de oxígeno es cero, no se pueden mantener condiciones aerobias y se presentarán condiciones sépticas.

El déficit de oxígeno es la diferencia entre la concentración de oxígeno en equilibrio (o concentración de saturación) y la concentración real de la temperatura local, es decir:

$$D = C_s - C \quad \text{Ecuación (2.3)}$$

2.10.2. TASAS DE DESOXIGENACIÓN Y REOXIGENACIÓN.

Valdez y Vázquez (2008) afirman que “La tasa de desoxigenación en cualquier punto del río se asume que es proporcional a la DBO remanente en ese punto” (p.66).

Esto es:

$$\text{Tasa de desoxigenación. } k_1 * y \quad \text{Ecuación (2.4)}$$

Dónde:

K_1 = constante de reacción, en día⁻¹

y = DBO remanente t días después de que los desechos entran al río, en mg/l

$$y = L_0 e^{-K_1 t} \quad \text{Ecuación (2.5)}$$

Sustituyendo la ecuación (2.4) en (2.3) se tiene:

$$\text{Tasa de desoxigenación} = K_1 L_0 e^{-K_1 t} \quad \text{Ecuación (2.5.1)}$$

Donde L_0 es la DBO última de la mezcla del agua de la corriente y del agua residual en el punto de descarga.

La tasa de reoxigenación es una reacción de primer orden con respecto a la magnitud del déficit de oxígeno D definido por la ecuación (2.3). Esto se expresa como:

$$\text{Tasa de re oxigenación} = K_2 D = K_2 (C_s - C) \quad \text{Ecuación (2.5.2)}$$

Las unidades de todos los términos son (mg/l) de oxígeno. La tasa de re oxigenación es mucho más dependiente de las condiciones particulares de un río, una corriente rápida y poco profunda tendrá una constante de re oxigenación mayor que una corriente lenta y profunda; esta constante se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$K_2 = \frac{3.9v^{0.5}}{H^{1.5}} \quad \text{Ecuación (2.6)}$$

Dónde:

K_2 = Constante de reoxigenación a 20°C, (día⁻¹)

v = velocidad media de la corriente, (m/d)

H = Profundidad media de la corriente, (m)

Los valores obtenidos con la ecuación (2.6) se pueden corregir por efectos de la temperatura con la siguiente ecuación:

$$K = K_{20} (1.024)^{T-20} \quad \text{Ecuación (2.7)}$$

El oxígeno disuelto por tramos se entra con las ecuaciones:

$$Q_2 = Q_0 + Q_1 \quad \text{Ecuación (2.7.1)}$$

$$L_0 = \text{DBO}_5 = \frac{Q_0 * \text{DBO}_5(Q_0) + Q_1 * \text{DBO}_5(Q_1)}{Q_2} \quad \text{Ecuación (2.7.2)}$$

Calculo de concentración de oxígeno se obtiene por medio de la multiplicación del caudal del efluente con la de la descarga doméstica, dividida para la sumatoria de los dos caudales, se aplica:

$$L_0 = \text{DBO}_5 = \frac{Q_0 * \text{DBO}_5(Q_0) + Q_1 * \text{DBO}_5(Q_1)}{Q_2} \quad \text{Ecuación (2.7.3)}$$

La cantidad de oxígeno disuelto, en función del tiempo de transporte, se puede obtener a partir de la ecuación:

$$D_c = \frac{K_1 * L_0}{K_2 - K_1} (e^{-(K_1)(t)} - e^{-(K_2)(t)}) + D_0 e^{-(K_2)(t)} \quad \text{Ecuación (2.8)}$$

2.11. TOXICOLOGÍA AMBIENTAL.

Peña, Carter y Ayala (2001) dicen que “Cuando el tóxico llega al organismo, dependiendo de la vía de exposición, entra en contacto con las superficies epiteliales del tracto digestivo, del aparato respiratorio o de la piel. Cuando cruza esas membranas y alcanza el torrente sanguíneo, se considera que el tóxico penetró al organismo (p.48).

La sangre lo transporta a los distintos órganos y en uno o en varios de ellos puede llegar a causar un daño permanente. La cantidad de tóxico que penetra al organismo puede ser muy diferente de la cantidad inhalada o ingerida, debido a que la sustancia no siempre está 100% biodisponible.

Por ejemplo; el arsénico ingerido en el agua se absorbe casi totalmente, pero se absorbe mucho menos si el vehículo de ingreso es el suelo. El arsénico no está

igualmente disponible cuando está absorbido en las partículas de suelo que cuando está disuelto en el agua.

2.11.1. TOXICODINÁMICA.

Peña, Carter y Ayala (2001) afirman que “En el medio ambiente la biota está rodeada permanentemente de una gran cantidad de sustancias con las cuales interacciona en todas sus actividades vitales. Aunque todos los compuestos con los que está en contacto, incluyendo el agua, pueden ser tóxicos en determinadas dosis, es evidente que un gran número de especies han tolerado esta situación” (p.53).

Para que un tóxico ambiental cause un daño, en primer lugar se debe estar expuesto a él y en segundo lugar el tóxico tiene que vencer las defensas del organismo que tratan de impedirle que llegue al tejido blanco en forma activa. Las defensas consisten fundamentalmente en mecanismos que restringen la movilidad y disminuyen el período de exposición del tejido blanco.

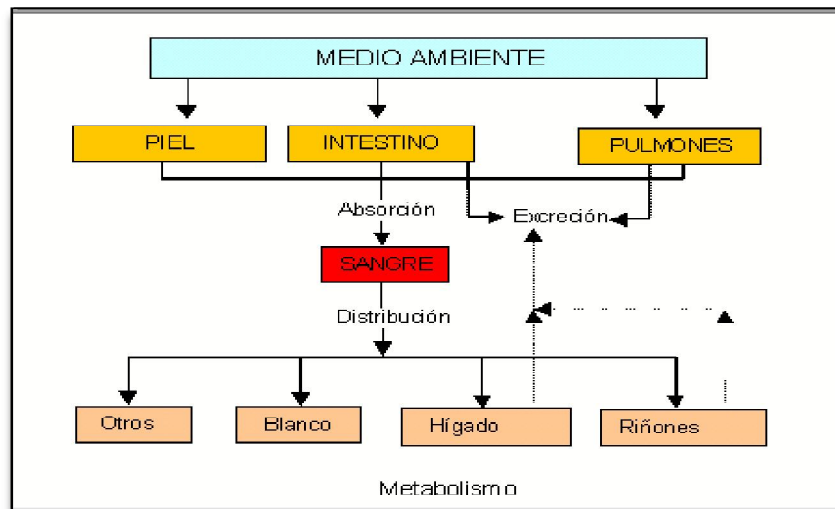
Esto lo puede hacer el organismo poniendo barreras a su desplazamiento hacia determinados tejidos, disminuyendo su difusibilidad a través de las membranas celulares y/o facilitando su excreción.

El efecto producido por una dosis, depende de la cantidad de tóxico que llegue en estado activo al sitio de acción y del tiempo que se le permita actuar allí.

El proceso de transporte y transformaciones que experimenta el tóxico desde la superficie epitelial de contacto hasta llegar a los órganos en los que se almacenan y en los que causa lesiones es muy complejo.

Por conveniencia, para facilitar su estudio se considera que consta de cuatro pasos: Absorción, Distribución, Metabolismo y Excreción.

Figura N° 2.6. Proceso de Adsorción, Distribución, Metabolismo y Excreción.



Fuente: Evaluación de Riesgos y Restauración Ambiental Peña Carlos.

2.12. EVALUACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES.

Peña, Carter y Ayala (2001) afirman que “El análisis de riesgos es una disciplina relativamente nueva con raíces antiguas, como campo del conocimiento se organizó en las últimas tres décadas y su auge se debe a que varios países han aprobado leyes para proteger, tanto a la salud humana como a la biota, de los peligros que puede acarrear la exposición a sustancias peligrosas presentes en el medio ambiente en base a la prevención y reducción de riesgos (p.102).

El análisis de riesgos es una técnica multidisciplinaria que utiliza conceptos desarrollados en varias ciencias en las que se incluyen a la toxicología, epidemiología, ingeniería, psicología, higiene industrial, seguridad ocupacional, seguridad industrial, evaluación del impacto ambiental, etc. El análisis de riesgos sirve para:

- Identificar y evaluar los problemas ambientales y de salud producidos por la realización de actividades peligrosas y el manejo de sustancias tóxicas.
- Comparar tecnologías nuevas y tradicionales que se usan en la determinación de la efectividad de los diferentes controles y técnicas de mitigación diseñadas para reducir riesgos.
- Localización de instalaciones potencialmente peligrosas.

- Selección de prioridades entre las posibles alternativas de acción para establecer secuencias de ejecución de acciones correctivas y/o de elaboración de reglamentos ambientales.

2.12.1. USO DEL ANÁLISIS DE RIESGOS.

Peña, Carter y Ayala (2001) afirman que “Las técnicas de análisis se pueden aplicar a un amplio rango de situaciones de riesgo para la salud, y el medio ambiente incluido. La introducción o el descubrimiento de una sustancia en el ambiente” (p.103).

- La exposición ocupacional a una sustancia o radiación.
- Contaminación del aire, tanto en espacios interiores como en el ambiente exterior.
- Disposición de residuos peligrosos.
- Presencia de sustancias peligrosas en la cadena alimentaria.
- Instalaciones que manejan o crean sustancias tóxicas.
- El análisis de riesgos también se puede aplicar a muy diferentes situaciones.

2.13. METODOLOGÍAS Y TÉCNICAS.

Peña, Carter y Ayala (2001) afirman que “El análisis de riesgos usa una serie de técnicas que se aplican cuando las respuestas no son obvias y la información es ambigua e incierta. Se utilizan las herramientas de la ciencia, la ingeniería y la estadística para analizar la información relacionada con los riesgos y, para estimar y evaluar la probabilidad y magnitud del riesgo ambiental y de la salud” (p.104)

El análisis de riesgos no proporciona una fórmula para tratar la problemática de riesgos. No resuelve las complicadas negociaciones políticas y sociales que se tienen que hacer en la toma de decisiones sobre riesgos. Lo que sí mejora es la

capacidad de los científicos y tomadores de decisiones en la identificación, evaluación, control y reducción de riesgos asociados con actividades del hombre.

El proceso de análisis de riesgos se puede pensar como formado de cuatro fases interrelacionadas, cada una con ciertos métodos y técnicas.

2.13.1. IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO.

Peña, Carter y Ayala (2001) aseguran que "En esta fase la pregunta que se trata de contestar es: ¿existe el peligro? Para contestar esta pregunta se tiene que recurrir a la toxicología, la cual hace uso de estudios epidemiológicos, estudios in vivo en modelos animales, pruebas realizadas in vitro utilizando cultivo de células y de tejidos, así como estudios de estructura/actividad"(p.105).

2.13.2. EVALUACIÓN DE RIESGOS.

Peña, Carter y Ayala (2001) mencionan que "Esta fase tiene como meta estimar la severidad y probabilidad de que se produzca un daño para la salud humana y el ambiente por una actividad o exposición a una sustancia, que bajo circunstancias es probable que pueda causar daño a la salud humana o al ambiente (p.105).

Se usan cuatro técnicas, aunque distintas, están muy relacionadas: evaluación de la fuente - mecanismo de emisión, evaluación de la exposición, evaluación de dosis - respuesta y caracterización del riesgo.

2.13.3. DETERMINACIÓN DE LA SIGNIFICANCIA DEL RIESGO.

Peña, Carter y Ayala (2001) atribuyen que "La fase involucra juicios y negociaciones para resolver la cuestión de qué nivel de riesgo es tolerable. Se cuenta con varias técnicas para contestar esta pregunta, incluyendo el análisis de

la percepción del riesgo, el análisis de costo - beneficio y análisis de decisiones” (p.105).

Como en el caso de la evaluación de riesgos estas técnicas proporcionan un mejor conocimiento del fenómeno pero también involucran incertidumbres. Sin embargo, de todas maneras la decisión de considerar un riesgo como aceptable genera controversia. Se tiene que negociar, formar consenso y usar otros medios para ampliar el involucramiento en el proceso de declarar un riesgo como aceptable.

2.13.4. COMUNICACIÓN DE RIEGOS.

Peña, Carter y Ayala (2001) afirman que “En esta fase los actores involucrados transfieren o intercambian información acerca de los niveles de riesgos para la salud o el ambiente, la importancia de esos riesgos, tipos de decisiones, acciones o políticas con que se cuenta para controlar o manejar los riesgos (p.105).

El principal canal para la comunicación de riesgos son los medios de comunicación, los cuales han sido criticados por exagerar los riesgos y poner más énfasis en los dramas que en los datos científicos. Los problemas en la comunicación provienen de lo numeroso que son las fuentes de información, causando frustración tanto a los comunicadores de riesgos como a los grupos que se pretende sean los receptores de la información.

El análisis de riesgos tiene sus virtudes y sus debilidades. Entenderlas puede ayudar a los tomadores de decisiones en la búsqueda del mejor uso posible de la información y de las suposiciones y juicios de experiencia involucrados en el tratamiento de los riesgos para la salud y el ambiente.

La metodología para hacer la evaluación de riesgos y la determinación de la significancia del riesgo. Los métodos descritos son los utilizados por la Agencia

de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos, a la que llamaremos por sus siglas en inglés EPA, para caracterizar los riesgos para la salud humana en sitios contaminados con sustancias peligrosas.

2.13.5. ESTIMACIÓN DE LA EXPOSICIÓN.

Peña, Carter y Ayala (2001) afirman que “Los tóxicos que interesan son aquellos que tienen probabilidad de llegar a estar en contacto con poblaciones humanas, en cualquier lugar que éstas se encuentren. Se estudian los desplazamientos de los tóxicos en el medio ambiente, desde el punto en que se emiten hasta el lugar en que contactan las poblaciones” (p.106).

Como se mencionó anteriormente, a este desplazamiento se le conoce como ruta de exposición. No se consideran relevantes los desplazamientos de tóxicos que no dan lugar a exposiciones humanas efectivas.

La corroboración de que en un sitio están ocurriendo exposiciones efectivas es la determinación del tóxico, o sus manifestaciones, en los organismos expuestos y la presencia del tóxico en el punto de contacto entre los medios ambientales y las poblaciones de interés.

En esta sección se describe la selección de las rutas relevantes de exposición, y el cálculo de la dosis suministrada por cada ruta. Se tratarán también los aspectos relacionados con el tiempo de exposición en función de su duración y frecuencia.

2.13.6. ESCENARIO DE EXPOSICIÓN.

Peña, Carter y Ayala (2001) dicen que “Al área física que comprende el lugar donde se derraman o emiten los tóxicos al ambiente, donde se transportan y donde las poblaciones entran en contacto con los medios contaminados recibe el nombre de escenario de exposición (p.106).

El estudio del escenario consta de dos partes fundamentales; la descripción fisicoquímica del sitio y la descripción de las poblaciones que es probable que sufran la exposición. Las características del sitio y de las poblaciones que interesan serán aquellas que son útiles para estimar las exposiciones.

2.13.7. DESCRIPCIÓN DEL SITIO.

Peña, Carter y Ayala (2001) afirman que “El sitio se describe en función de las variables que puedan tener influencia sobre la movilidad de los tóxicos y los niveles de contaminación. Las variables físicas y químicas que se evalúan son las que se utilizan para alimentar los modelos de transporte y destino y estimar las dosis suministradas” (p.106).

Las características físicas importantes del escenario de exposición son: clima, vegetación, topografía, edafología (composición y estructura de suelos) y geo-hidrología (estratos en el subsuelo, acuíferos subterráneos y corrientes superficiales).

En lo que se refiere al suelo y al subsuelo es conveniente describirlos en función de la humedad, pH, contenido de carbono orgánico y presencia de otros intercambiadores de iones.

Los modelos para representar el desplazamiento de los tóxicos en este estrato incluyen tales variables. El conocimiento del tipo de suelo puede ayudar a predecir la producción de polvos transportables. La posición de los acuíferos con respecto al nivel de la superficie es también una variable importante.

Un nivel freático muy somero puede incrementar la probabilidad de que un tóxico presente en el suelo emigre hacia el acuífero.

Los datos climatológicos permiten estimar la persistencia de los tóxicos en el ambiente, los posibles desplazamientos por acarreo de polvos y gases por los vientos y junto con la topografía los desplazamientos en corrientes superficiales.

Las características químicas importantes son: la identificación y cuantificación de las substancias que se saben o se sospecha que son tóxicas para los humanos, que se encuentren en uno o más medios de los que integran el sitio o que pueden salir del mismo. Los datos se obtienen experimentalmente en trabajo de campo, analizando los distintos medios con los que puede entrar en contacto la población. A esta actividad se le denomina “Muestreo o Monitoreo Ambiental.”

La recopilación de información y el muestreo se deben de planear para que al principio del trabajo se generen datos que permitan desarrollar una comprensión general del sitio, y así poder dirigir los esfuerzos subsiguientes para obtener sólo los datos que sirvan para llenar las lagunas remanentes de información. En esta forma se minimizará la recolección de datos innecesarios y se maximizará la calidad de los datos obtenidos.

La información fisicoquímica del sitio se utiliza para identificar las posibles rutas y vías de exposición, así como para calcular las dosis suministradas.

2.13.8. DESCRIPCIÓN DE LAS POBLACIONES.

Peña, Carter y Ayala (2001) afirman que “En la descripción de las poblaciones se consideran los asentamientos humanos dentro del sitio y sus cercanías, así como los que pudieran quedar expuestos en el futuro, aunque se encuentren localizados en sitios alejados de la fuente de contaminación (p.107)

Las poblaciones lejanas que no están en contacto con los medios contaminados, pero que es conveniente incluirlas en un estudio de evaluación de riesgos, son aquellas que se consideran que podrían quedar expuestas; tanto por sus actividades o hábitos, o bien porque los tóxicos pudieran emigrar en el futuro

hasta localidades donde esas poblaciones constituirían un nuevo escenario de exposición.

Como en el caso de la descripción del sitio, las poblaciones se describen especificando aquellas características que influyen en la exposición y sus consecuencias. Estas características son las siguientes:

- localización relativa al sitio
- presencia de sub poblaciones sensibles
- patrones de actividad.

2.13.9. RUTAS DE EXPOSICIÓN.

Peña, Carter y Ayala (2001) aseguran que "La trayectoria que sigue un tóxico desde la fuente de emisión hasta el contacto con las poblaciones previamente seleccionadas como potencialmente expuestas, incluyendo la vía de ingreso del tóxico a los organismos expuestos, como ya se especificó, se denomina ruta de exposición" (p.109)

Una ruta está completa si hay una liberación de una sustancia desde una fuente, un escenario de exposición donde pueda ocurrir un contacto y una vía de exposición o ingreso.

2.13.10. RIESGO - VULNERABILIDAD - AMENAZA.

Peña, Carter y Ayala (2001) dicen que "Dentro de muchas formas para visualizar el riesgo, una de las más simples expresiones matemáticas es:

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} * \text{Vulnerabilidad.}$$

El riesgo es un producto de dos componentes: la vulnerabilidad y la amenaza. De acuerdo con la expresión corresponde a un producto debido a que se

debe entender que si alguno de estos dos componentes llega a ser cero, el riesgo desaparece” (p.127).

Debe de coincidir la vulnerabilidad y la amenaza en un tiempo y en un espacio geográfico determinado. Si no existe esta relación, el riesgo no se concretiza. Además una de las máximas en la gestión de riesgos es que este debe de ser visualizado y asumido. El riesgo se debe de “ver” y no solo plantear.

Una de las formas de visualizar, estimar o concretizar el riesgo es por medio de los escenarios donde se pueda identificar las zonas y las zonas y las poblaciones prioritarias de atención.

Los sistemas de información geográfica actuales permiten manejar información variada en formatos especiales, este tipo de herramientas son indispensables entender cómo se distribuye el riesgo en un territorio, el tipo de población que involucra y los entornos de esas áreas. De ésta manera es posible identificar las zonas de riesgo cero (donde no coincide en tiempo y espacio la amenaza y la vulnerabilidad) y aquellas donde el riesgo es mayor.

Tabla N° 2.4. Esquema de análisis de riesgo actual.

AMENAZA	VULNERABILIDAD
Análisis de eventos Hidrometereologicos extremos	Análisis multifactorial de indicadores
Años secos extremos	Indicadores sociales
Años lluviosos extremos	Indicadores económicos
Período de retorno	Indicadores biológicos
Magnitud	ÍNDICES DE VULNERABILIDAD
ÍNDICE DE AMENAZA CLIMÁTICA	
RIESGOS	

Fuente: Evaluación de Riesgos y Restauración Ambiental Peña Carlos.

2.14. FUNDAMENTACIÓN TECNOLÓGICA.

Con el fin de realizar una investigación acorde a la realidad la investigación se fundamenta en el uso de tecnología como un conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico, para así desarrollar el problema de manera objetiva y ver una posible solución con el fin de la misma.

2.14.1. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.

Para realizar la investigación se busca apoyo legal en la Constitución de la República del Ecuador actual vigente en el capítulo segundo. Derecho del buen vivir, sección primera agua y alimentación artículo 12, 13 y 14.

También se acude al TULAS (Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria). Libro VI Anexo 1. Norma de Calidad Ambiental y de descargas de efluentes: Recurso Agua artículo 4.2.2, 4.2.2.1, 4.2.2.2, 4.2.2.3, Tabla 11.

2.14.2. CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR (NOV. 2008)

Introduce en su parte dogmática y orgánica, disposiciones fundamentales para la protección del entorno natural y el desarrollo de la gestión ambiental.

Establece la tutela jurídica del estado sobre el medio ambiente, concepto clave para la conservación del medio y el desarrollo de la gestión ambiental. Se expresa en tres potestades y obligaciones:

- La protección del patrimonio natural del país.
- La administración de ese patrimonio y sus recursos naturales.
- La representación del derecho ciudadano sobre el ambiente.

Con relación a la obligación de proteger el medio natural, el Art.3 señala, “Son deberes primordiales del estado”.

1. Garantizar sin discriminación alguna el efectivo goce de los derechos establecidos en la Constitución y en los instrumentos internacionales, en particular la educación, la seguridad social y el agua a sus habitantes.
2. Planificar el desarrollo nacional, erradicar la pobreza, promover el desarrollo sustentable y la redistribución equitativa de los recursos y la riqueza, para acceder al buen vivir.
3. Proteger el patrimonio natural y cultural del país.

En el Cap. V. Sectores Estratégicos, Servicios y Empresas Públicas, el Art. 318 señala en relación con la Gestión del Agua: “El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos. Se prohíbe toda forma de privatización del agua.

La gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria. El servicio público de saneamiento, el abastecimiento de agua potable y el riego, serán prestados únicamente por personas jurídicas estatales o comunitarias. Al hablar de administración se incluye el concepto de manejo, que a su vez se refiere a la potestad estatal de regular y controlar el uso sustentable de los recursos naturales.

La consulta previa informada se establece en el Art. 395: “La Constitución reconoce el siguiente principio ambiental:

El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.

2.14.3. LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL (CODIFICACIÓN 19, R.O. SUPLEMENTO 418 DEL 10 DE SEPTIEMBRE DEL 2004)

Establece los principios básicos y directrices de la política ambiental según los principios en la Declaración de Río de Janeiro de 1992:

- Art. 2 La gestión ambiental se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje y reutilización de desechos, utilización de energías alternativas ambientalmente sustentables y respecto a la cultura y prácticas tradicionales.
- Art. 5 Establece el Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental como un mecanismo de coordinación transectorial interacción y cooperación entre los ámbitos del sistema y subsistema de manejo ambiental y de gestión de recursos naturales.
- Art. 19. Las obras públicas, privadas o mixtas y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme al Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo rectos será el precautorio.
- Art. 20. Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia ambiental respectiva otorgada por el Ministerio del Ramo.
- Art. 33. Establece como instrumentos de aplicación a las normas ambientales los siguientes: parámetros de calidad ambiental, normas de efluentes y emisiones, normas técnicas de calidad de productos, régimen de permisos y licencias administrativas, evaluaciones de impacto ambiental, listado de productos contaminantes y nocivos para la salud humana y el medio ambiente, certificaciones de calidad ambiental de productos y servicios y otros que serán regulados en el respectivo reglamento.

2.14.4. TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE, LIBRO VI DE LA CALIDAD AMBIENTAL. TULAS- (R.O. NO. 725 DE 16 DE DICIEMBRE DE 2002).

Coordina las políticas de estado dirigidas hacia el desarrollo sustentable y la competitividad del país. Protege el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y asegura la conservación y uso sustentable del capital natural del país. Está conformado por lo siguiente:

- LIBRO I. Sistema Único de Manejo Ambiental.
- Libro IV. Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación ambiental.
- LIBRO VI. De Calidad Ambiental.

Título I. Del Sistema Único de Manejo Ambiental

Título IV: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.

Título V: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación de Desechos Peligrosos.

Título VI. Régimen Nacional para la Gestión de Productos Químicos Peligrosos.

Norma de: Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recurso Agua.

Norma de: Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados.

Norma de: Emisiones al Aire desde Fuentes Fijas de Emisión.

Norma de: Calidad del Aire Ambiente.

2.14.5. LEY DE AGUAS

Codificación de la Ley de Aguas, codificación 2004 -016, esta codificación fue elaborada por la Comisión de Legislación y Codificación, de acuerdo con lo dispuesto en el número 2 del Art. 139 de la Constitución Política de la República.

El objetivo de la ley es garantizar el derecho humano al agua, así como regular y controlar la autorización, gestión, preservación, conservación, restauración, uso y aprovechamiento del agua, el manejo integral y su recuperación, en sus distintas fases, formas y estados físicos, a fin de asegurar el Sumak Kawsay o el Buen Vivir.

En esta Ley, se regula el aprovechamiento del agua en todos sus estados y formas y se divide en los siguientes títulos:

Título I: Disposiciones Fundamentales

Usos del agua y sus limitaciones.

Aprovechamiento del recurso en función de la producción.

Conservación y preservación del recurso.

Pago de tarifas.

Título II: De la Conservación y Contaminación de las Aguas

Mejoras en la disponibilidad del agua.

Prohibiciones de contaminación del agua.

Capítulo I.

De la Conservación.

Capítulo II.

De la Contaminación.

Título III: De la Adquisición de Derechos de Aprovechamiento

Autorización de utilización de aguas: Preferencias para la satisfacción de múltiples requerimientos; Cancelación, suspensión o modificación en las concesiones de agua; Indemnizaciones.

Título IV: De los Usos de Aguas y Prelación

Preferencias para el uso de agua.

Título V: De las Concesiones del Derecho de Aprovechamiento de Aguas para Uso Doméstico y Saneamiento.

Las concesiones de agua para consumo humano, usos domésticos y saneamiento de poblaciones.

Título VI: De las Concesiones del Derecho de Aprovechamiento para Riego.

Título VII: De las Aguas para Fines Energético, Industriales y Mineros.

Derechos de aprovechamiento de aguas para la generación de energía destinada a actividades industriales y mineras.

Título VIII: Concesión de Derechos de Aprovechamiento de Aguas Subterráneas.

Título IX: de las Aguas Minerales, Termales y Medicinales.

Título X: Concesión de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas Remanentes.

Título XI: Del Riego y Saneamiento del Suelo.

Título XII: De la Obligatoriedad del Riego.

Título XIII: De las Propiedades Marginales

Título XIV: De los Estudios y Obras.

Título XV: De las Servidumbres.

Título XVI: De los Aprovechamientos Comunes, de los Directorios de Aguas y de las Juntas Administradoras de Agua Potable.

Título XVII: De las Infracciones y Penas.

Título XVIII De la Jurisdicción y Procedimiento.

Título XIX: Disposiciones Generales.

Disposiciones Especiales.

2.14.6. CÓDIGO DE LA SALUD.

El artículo 6 determina que el saneamiento ambiental es el conjunto de actividades dedicadas a acondicionar y controlar el ambiente en que vive el hombre, a fin de proteger su salud. El código de salud entró en vigencia el 8 de febrero de 1971.

La Ley de Gestión Ambiental introduce una reforma al artículo 2, agregando el siguiente inciso: “en aquellas materias de salud vinculadas con la calidad del ambiente, regirá como norma supletoria de este código, la Ley del Medio Ambiente”.

2.15. HIPÓTESIS

“La calidad del agua residual doméstica de la parroquia Yaruquí no incide significativamente para medir la capacidad de autodepuración, e higiene ambiental en el río Guayllabamba”

2.15.1. VARIABLES INDEPENDIENTES.

Calidad del agua residual doméstica que genera la parroquia Yaruquí.

2.15.2. VARIABLES DEPENDIENTES.

Proceso de autodepuración, seguridad e higiene ambiental

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE.

Vamos a utilizar el enfoque predominantemente cuantitativo, porque se utilizará la recolección y análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas.

3.2. MODALIDADES BÁSICAS DE LA INVESTIGACIÓN.

La investigación utilizará la modalidad bibliográfica documental porque se acudirá a fuentes bibliográficas con información secundaria obtenidas en libros, revistas, publicaciones, folletos, así como en fuentes de información primaria obtenidas en documentos válidos y confiables.

3.3. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.

3.3.1. EXPLORATORIO.

Porque permitirá sondear un problema poco investigado o desconocido en un contexto determinado, ya que nos permite recoger e identificar antecedentes generales, números y cuantificaciones, temas y tópicos respecto al problema de contaminación.

Su objetivo es identificar una descarga doméstica representativa, y hacer un monitoreo compuesto de siete días consecutivos poder identificar la carga contaminante que genera la parroquia de Yaruquí, como también recorrer aguas debajo de la descarga, para conocer el uso que se da al efluente.

3.3.1.1. MONITOREO DE DESCARGAS MUNICIPALES DOMÉSTICAS.

Para la realización de cada muestreo de descarga municipal doméstica se utilizó la siguiente información:

- Identificación y localización de la descarga con coordenadas geográficas.
- Naturaleza de la muestra de agua residual, residual-fluvial, industrial, etc.)
- Tipo de muestreo (manual, automático)
- Duración del muestreo
- Medición de parámetros In Situ (pH, temperatura, oxígeno disuelto, turbidez, etc.)
- Equipo utilizado
- Entrega de recepción de muestras (responsables, fecha y hora).

3.3.1.2. CADENA DE CUSTODIA.

Al igual que se registra y controla las actividades de muestreo en el sitio de descarga o vertido, también se controla el traslado de las muestras hacia el laboratorio, incluyendo información de transporte, recepción y aceptación de muestras.

- Identificación del sitio monitoreado
- Identificación de las muestras
- Codificación de envases
- Tipos de preservantes y envases
- Horario de transporte (salida llegada)
- Control de la temperatura en el sitio del monitoreo
- Análisis solicitado
- Recepción conforme a lo especificado al L3C (Laboratorio Control de Calidad de la EPMAPS)

3.3.1.3. ANÁLISIS DE LABORATORIO.

Una vez transportadas las siete muestras compuestas al laboratorio (L3C), correspondientes a los siete días consecutivos y con la recepción conforme, los procedimientos de caracterización son:

- Una vez recibidos los reportes de los análisis físicos, químicos y bacteriológicos de las muestras compuestas, se someterán a un análisis de validación y congruencia.
- Se realizó los análisis de DBO₅ con dos diluciones diferentes, para determinar la posible toxicidad en la dilución de menor concentración para minimizar el efecto de la posible toxicidad se prepara agua de dilución inoculada, con el uso de cápsulas de bacterias prefabricadas, en forma rutinaria para las muestras de alta concentración.
- Para la selección de las dos diluciones la determinará la DQO y el factor DQO/ DBO₅

Tabla N° 3.1. Determinaciones en el laboratorio.

Determinaciones en el laboratorio	Unidad	Envases
Temperatura	°C	
Ph	Unidades de pH	Plástico, vidrio
Turbiedad	UNT	Plástico, vidrio
Color	UC Pt-Co	Plástico, vidrio
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	Plástico, vidrio
Sólidos Suspendidos Volátiles 550°C	mg/l	Plástico, vidrio
DBO ₅ días y 20°C	mg/l	Plástico, vidrio
DQO	mg/l	Plástico, vidrio
Aceites y Grasa	mg/l	Vidrio de boca ancha
Detergentes MBAS	mg/l	Vidrio
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	Plástico, vidrio
Nitrógeno Orgánico	mg/l	Plástico, vidrio
Nitrógeno Kjeldahl Total	mg/l	Plástico, vidrio
Sulfatos	mg/l	Plástico, vidrio
Fosfatos	mg/l	Vidrio
Coliformes totales y Termotolerantes	NMP /100 ml	Plástico, vidrio

Fuente: Normas APHA- AWWPCF Estándard Methods for the examination of water and waste water.

3.3.2. DESCRIPTIVO.

Porque permitirá comparar, estudiar y describir modelos de comportamientos visualizados en las variables de estudio.

Asociación de variables porque permitirá medir el grado de relación entre variables con sujetos que pertenecen a un contexto determinado.

Realizar un monitoreo en la descarga doméstica, con la finalidad de conocer sus características físicas, químicas y biológicas in situ como ex situ, utilizando equipos de medición de parámetros ambientales debidamente calibrados, con estos resultados, me permiten comparar con los máximos permisibles del TULAS.

Con los parámetros que están fuera de norma, se toma decisiones para, las mismas que minimicen, compensen los efectos al medio ambiente.

3.3.2.1..POBLACIÓN Y MUESTRA.

El número de muestras a muestras depende de la variabilidad espacial, temporal (estacional), cotas máximas y mínimas del cuerpo de agua en estudio.

Se realizará un muestreo automático de siete días consecutivos las 24 horas del día, utilizaremos un equipo de muestreo automático; los mismos que disponen de:

- Sensores ultrasónicos y de área, velocidad con sus respectivos módulos.
- Instalación y recargas de baterías.
- Instalación de cerchas de anclaje del sensor, área – velocidad y succión de la bomba dosificadora.
- Programación de los equipos de monitoreo, con todas las posibilidades de monitoreo simple y compuesto en una botella central.
- Recuperación electrónica de datos, descarga en los equipos de computación y manejo del programa de procesamiento y presentación gráfica de los datos registrados.

- Mantenimiento de las mangueras y piezas móviles.
- Ingreso de los siguientes datos:
- Unidad de longitud = metros.
- Unidad de caudal = l/s
- Intervalo de tiempo de registro de lectura de los módulos = 5 minutos.
- Número de botellas a utilizar = 1 de 10 litros.
- Longitud de línea de succión = 3,80 metros
- Intervalo de muestre = 1 hora
- Volumen mínimo a muestrear = 100 ml
- Alícuota de muestreo = 10 ml por cada 200 litros de volumen de paso entre dos horas consecutivas.
- Programación de una etapa durante el muestreo y de dos etapas con restricción de calado para el caso de registro de caudal sin muestreo.

Se aplicara la siguiente ecuación

$$X = \frac{V_t}{(n \cdot Q_m)} \quad \text{Ecuación (3.1)}$$

$$V_i = X \cdot Q_i \quad \text{Ecuación (3.2)}$$

En donde:

V_i = es el volumen individual de cada una de las alícuotas (ml)

V_t = es el volumen de la muestra compuesta (ml) (generalmente 3500ml)

Q_i = es el caudal medio al momento del muestreo de cada una de las alícuotas (l/s)

Q_m = el caudal medio del periodo de muestreo (l/s)

X = es una constante del volumen de alícuota [ml/(l/s)].

Fuente: TDr Diseños definitivos de las obras de intercepción y tratamiento de las aguas residuales de las parroquias rurales que descargan a los ríos Guayllabamba y San Pedro *.Proyecto N° SP01-2010 –EP-BID.*

3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Operacionalización de la variable Independiente.

Tabla N° 3.2. Variable: Calidad del agua residual doméstica de la parroquia Yaruquí.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Es un procedimiento de conocimientos y técnicas , el cual me permite conocer la evolución en el tiempo acerca de los niveles de contaminación y calidad del agua del río Guayllabamba	Monitoreo	Aportes de: - Caudal - Toma de alícuotas - Cargas hidráulicas (Fuentes)	¿Se contempla en los organismos de control un programa para la medición de caudales y toma de alícuotas?	Guía de Monitoreo
	Caracterización	Aporte de: -Carga contaminante. -Cargas procesales (Fuentes)	¿Existen normas para medir carga contaminante?	Observación Directa Fichas Ambientales

Elaborado por: Ing. Vizquete Montero Marco Omar.

3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES DEPENDIENTES.

Tabla N° 3.3. Variable: Proceso de autodepuración, seguridad e higiene ambiental.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Es la capacidad que tiene un río que recibe o ha recibido una carga contaminante , de recuperar las condiciones fisicoquímicas y biológicas previas a su contaminación.	Autodepuración por zonas. Condiciones Fisicoquímicas y biológicas	-Descomposición bioquímica -Descomposición física y química -Concentraciones orgánicas e inorgánicas. -Índices de calidad: (Tamaños y Composición): SS, pH, DBO, DQO, ST, Coliformes.	¿Se contempla un control en las descargas líquidas en colectores y alcantarillas? ¿Existen estudios de calidad de ríos?	Toma de muestras Análisis de Laboratorio y modelo de degradación Comparación con el TULAS, normas u ordenanzas municipales, hojas de toma de datos.

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar.

3.6. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

Tabla Nº 3.4. Preguntas Básicas y Explicación.

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
¿Para qué?	Para alcanzar los objetivos de la investigación
¿De qué personas u objetos?	Sujetos: Personas u objetos que van a ser investigados
¿Sobre qué aspectos?	Indicadores ambientales (matriz de Operacionalización de variables)
¿Quién, quiénes?	Investigador
¿Cuándo?	(mayo-septiembre de 2012)
¿Dónde?	Parroquia Yaruquí
¿Cuántas veces?	Siete días consecutivos las veinticuatro horas
¿Qué técnicas de recolección?	monitoreo in situ y de laboratorio
¿Con qué?	Equipos de monitoreo de campo e instrumental de laboratorio
¿En qué situación?	Condiciones, circunstancias a la temporada

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar.

3.7. IDENTIFICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO.

Situación Geográfica de la parroquia de Yaruquí se encuentra a 32 kilómetros de la ciudad de Quito, su ubicación es de cero grados, 12 minutos 30 segundos latitud sur, 78 grados 20 minutos, 0 segundos longitud oeste; a 2.580,28 metros, sobre el nivel del mar, con una población de 17854 habitantes en el sector nor-oriental, del área metropolitana, y una temperatura de 14 grados centígrados. La humedad relativa es de 86.1% y la precipitación media anual es de 0.4 a 29.4 mm. Anexo IV.

Considerando que la caracterización de las descargas es una actividad netamente de campo sujeta a las condiciones meteorológicas predominantes en la parroquia de Yaruquí.

Con la finalidad de obtener datos de referencia de calidad, se adoptó un criterio de caracterizar a la parroquia de Yaruquí que tiene una población de 17854 habitantes (INEC 2010).

El propósito de caracterizar las descargas domésticas de la parroquia de Yaruquí es llegar a determinar la carga per cápita de la población, ya que no cuenta con una planta depuradora de agua residual doméstica.

Tabla N° 3.5. Descarga Doméstica Caracterizada.

Parroquia	Descarga	Área de aporte (ha)	Coordenadas		
			E (TM – QUITO)	N (TM- QUITO)	Altitud (m)
Yaruquí	Doméstica	20,46	520.565,33	9.981.662,39	2.580,28

Elaborado por: Ing. Vizúete Montero Marco Omar (Fuente EPMAPS.)

3.8. MEDICIÓN DE DATOS DE CAMPO.

Tanto la calidad como la cantidad del agua residual es variable en el tiempo y espacio, cuando se trata de vertidos domésticos, la variación proviene de los patrones y hábitos de consumo de los hogares.

3.9. FRECUENCIA DE MUESTREO.

La variación anual de los volúmenes descargados y de la contaminación arrastrada encuentra una explicación estacional (época seca y lluviosa). Los contaminantes que son diluibles, son más susceptibles a variaciones en el caudal y por ende, las mediciones realizadas bajo condiciones de lluvia excesiva, alteran los resultados dependiendo en la época en que se mida.

Para tratar de contrarrestar estas interferencias, las muestras que presenten altos grados de dilución, son desechadas.

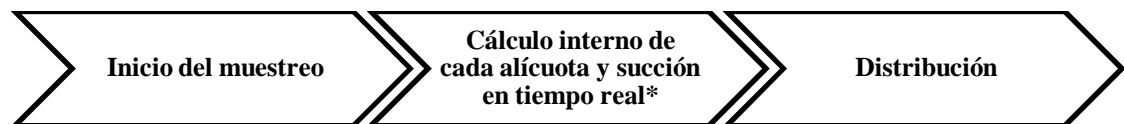
3.10. DESCRIPCIÓN Y COMPRENSIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.

La zona de influencia a la cuenca, para implementar esta información, el enfoque al que se aborda, la caracterización implica:

- Caracterización final de la descarga.
- Delimitación de probables áreas de aporte, incluyendo conformación de sectores, distinguiendo tipos de actividades (eminentemente domésticas, industriales y agrícolas)

3.11. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS.

La recolección de muestras se ha realizado exclusivamente mediante muestreos automáticos de 24 horas de duración por cada muestra obtenida, siendo estas muestras el resultado de proporciones relativas al caudal descargado durante esas 24 horas, registrado simultáneamente con cada recolección, por un periodo de muestreo de siete días.



* La modalidad de cálculo utilizada es tiempo constante y caudal variable.

3.12. TRANSPORTE DE MUESTRAS.

La precisión y calidad de los resultados no depende exclusivamente del cuidado ejercido durante los muestreos. La composición original de las muestras, se ve sustancialmente alterada sino se recurre a técnicas de preservación adecuadas, ya sea mediante refrigeración o aplicando agentes químicos hasta que la misma llegue al laboratorio.

Los requisitos impuestos para la preservación de las muestras desde su recolección hasta su traslado al laboratorio responden a los siguientes criterios:

- Muestras para ensayos bacteriológicos, se toma siempre de forma puntual y manual, directamente en un envase estéril, se traslada en cooler refrigeradores portátiles a temperatura menos a 4°C.
- Muestras para ensayos físicos y químicos, se preservan dentro de los mismos equipos automáticos con (hielo) para obtener temperaturas

inferiores a 4 °C, para luego trasportarlos al laboratorio bajo las mismas condiciones anteriores.

3.13. MEDIDAS DE SEGURIDAD.

Velázquez y López (2008). “El muestreo de descargas de aguas residuales está asociado con el manejo de sustancias peligrosas y, con frecuencia, con sitios sucios y desordenados. De acuerdo con las estadísticas de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) el 60% de las actividades que ocurren en ambientes laborables son causados por la falta de orden y limpieza en las áreas de trabajo; y el 25 al 35% se asocia al manejo de transporte inadecuado de sustancias y materiales” (p. 1).

Las sustancias que se manejan pueden ser tóxicas, biológicas- infecciosas o corrosivas. Así mismo los sitios en los que se lleva a cabo la toma de muestras, con frecuencia, no ofrecen las condiciones mínimas para asegurar la integridad de los muestreadores: espacios confinados que pueden estar contaminados o presentar déficit de oxígeno e incluso tratarse de atmósferas explosivas; pueden estar sucios, desordenados, con objetos punzo cortantes, húmedos y sin barandales de protección, entre otras cosas.

Los miembros de las brigadas de inspección no pueden actuar con negligencia en el desarrollo del muestreo; deben conocer y utilizar los equipos y la ropa de protección. Asimismo, deben aplicar los procedimientos de seguridad con el fin de minimizar riesgos. También deben estar preparados para actuar adecuadamente en caso de una emergencia.

Con ello se busca asegurar la integridad física de los muestreadores, y garantizar que podrán realizar su trabajo adecuadamente.

A continuación se listan una serie de medidas que se deben seguir para la seguridad del personal en el muestreo de agua residual doméstica.

- El personal debe recibir capacitación sobre el uso de los equipos y los procedimientos de seguridad. También, debe ser informado de los riesgos potenciales que enfrenta y también es deseable que reciban un curso de primeros auxilios.
- El muestreador se debe someter a un examen médico para verificar que no padece epilepsia, vértigo, claustrofobia o alguna otra alteración neurológica que puede afectar su seguridad y la de sus compañeros. Así mismo, cada muestreador debe contar con una ficha médica (que llevará al campo) donde se indique si es alérgico o inmune a algún medicamento, su tipo de sangre y padecimientos crónicos (si los hubiere).
- Los muestreadores deben mantener al día las vacunas de tétanos, hepatitis B, fiebre tifoidea y tratamiento antiparasitario antes de salir al campo.
- Definir la ruta para llegar al sitio de muestreo. Si es posible, realizar una visita de reconocimiento y evacuación del sitio para adoptar las medidas de seguridad necesarias y de esta forma reducir al mínimo cualquier riesgo.
- Contar con los documentos de identificación oficial y personal.
- Identificar y obtener los teléfonos del centro de salud más cercano para acudir a él en caso de accidente.
- Verificar las condiciones meteorológicas del lugar donde pretende trabajar y tomar las medidas necesarias. Si se presentan contratiempos por estas condiciones, se debe suspender el muestreo anotando en la bitácora la razón de la suspensión de actividades. Es importante hacer notar que el agua de lluvia puede alterar las condiciones naturales del afluente.
- Verificar que el vehículo contenga la herramienta mínima necesaria para casos de emergencia (gata hidráulica, barreta, llave de cruz, desarmador plano, desarmador en cruz, lámpara de mano, reflejantes o señales de emergencia, llanta de refacción en buen estado).

- La brigada debe de contar con un botiquín básico para emergencias que contenga al menos medicamento y materiales de primeros auxilios para cualquier eventualidad que se pueda presentar durante el desarrollo de una visita de inspección. Debe contener soluciones de limpieza para heridas como alcohol, isodine, agua oxigenada; al igual que un material para cubrirlas: gasas vendas, banditas, pastillas para el dolor o fiebre, pomadas o ungüentos para golpes y torceduras, sueros contra picaduras o mordeduras de alacranes, ciertos arácnidos o serpientes. Se recomienda tener bien ubicado el hospital o centro de salud más cercano, contar con medicamentos, tales como la evapena para minimizar los efectos en los que se llega.
- Se sugiere obtener una lista de información, medicamentos y materiales que pueden contener un botiquín de campo. (teléfonos de emergencia, información médica de los inspectores, guantes estériles, solución para lavar los ojos, lavaojos, banditas, gasas de varios tamaños, cinta microporo, compresas de varios tamaños, vendas elásticas de varios anchos, torundas con alcohol, agua oxigenada, jabón anti-bacterial, navaja estéril con un solo filo, jeringas desechables, sueros anti-alacrán, anticrotálico, antiveperino, vacunas contra el tétano, vitacilina o similar, aspirina o similar, acetaminocen, antidiarreico, avapena, dramamine, furacine, picrato, merthiolate, etc.
- Notificar a su superior inmediato la ruta, sitio y tiempo aproximado de muestreo, con el propósito de brindar apoyo en caso de accidentes.
- Llevar un teléfono celular o un radio localizador con pilas suficientes.
- Respetar las políticas de seguridad e higiene establecidas por la empresa que se inspecciona.
- Es obligatorio el uso del equipo personal de seguridad durante la toma y preservación de la muestra.

- El muestreador no debe salir solo al campo, por lo menos dos personas deben estar en el sitio del muestreo para que se puedan ayudar en el caso de algún percance.
- Durante la toma y preservación de las muestras no está permitido fumar, comer o beber. Con ello se reduce la probabilidad de exposición a microorganismos patógenos o a compuestos tóxicos presentes en el agua residual y en el ambiente circundante.
- Para la preservación de las muestras se utilizan sustancias corrosivas. Por lo tanto, es imprescindible que se transporte en recipientes seguros y siguiendo las indicaciones del fabricante; solamente se debe transportar la cantidad necesaria para la preservación de la muestra. Así mismo, es indispensable llevar un documento que indique: (Nombre científico de la sustancia, nombre comercial, concentración, riesgo o efectos, que hacer en caso de contacto con la piel o con las mucosas, de inhalación o de ingestión.
- En climas muy cálidos puede ocurrir una distensión en los envases que contienen los reactivos necesarios para la preservación de las muestras, lo cual resulta ser un peligro potencial, en el momento de abrirlo. Por ello, nunca manipule dichos recipientes sin guantes de protección.
- Al finalizar la toma y preservación de las muestras, el muestreador debe disponer adecuadamente de cualquier residuo que se generó como: tiras reactivas, envolturas de material, papel secante, guantes desechables, etc.
- En caso de accidente se debe suspender el muestreo, pedir ayuda médica por teléfono o radio al centro de salud más cercano. Así mismo dar aviso a la oficina central de lo ocurrido. En lo que llega la ayuda médica se puede tomar algunas medidas como: Si se produce quemadura por agente químico en la piel o mucosas: lavar abundantemente con agua corriente, por lo menos 15 minutos. Si inhala un ácido, llevar al accidentado al aire fresco; si respira con dificultad suministrar oxígeno; si no respira aplicar respiración

artificial (esto debe hacerlo un personal capacitado). Si se ingiere ácidos, no inducir al vómito, si el accidentado esta consiente dar agua leche o leche de magnesia. Si existe quemaduras por vapor, fuego o contacto con objetos calientes, irrigar con agua corriente, no a presión, no reventar las ampollas, si las quemaduras son en las manos no intente separar los dedos quemados; evite la exposición a la luz solar.

3.14. CONTROL DE CALIDAD.

La forma de controlar la calidad de los trabajos realizados en campo, además de la interpretación de los resultados, es contar con un registro de las actividades desarrolladas, en el que se identifiquen las condiciones bajo las que se ha desarrollado el muestreo, los recursos empleados (personal), equipo y materiales, los métodos empleados y las decisiones particulares adoptadas para situaciones atípicas.

3.15. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.

Los datos recogidos se transformarán siguiendo ciertos procedimientos.

- Revisión crítica de la información, es decir limpiando la información defectuosa, contradictoria, incompleta, etc.
- Estudio estadístico de datos con software, SPSS 19, Excel 2007 (análisis de datos), comparación con el TULAS, normas y ordenanzas municipales, entre otros.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

4.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS DE MONITOREO DE DESCARGAS DOMÉSTICAS.

Una vez obtenidos los resultados de los análisis, se elabora el procesamiento de datos.

El procesamiento de datos, tiene como objetivo identificar las tendencias de los resultados obtenidos del laboratorio de la calidad de agua, detectar resultados erróneos en las variables estudiadas y concluir los valores y/o percentiles.

4.2. AJUSTE DE CAUDALES.

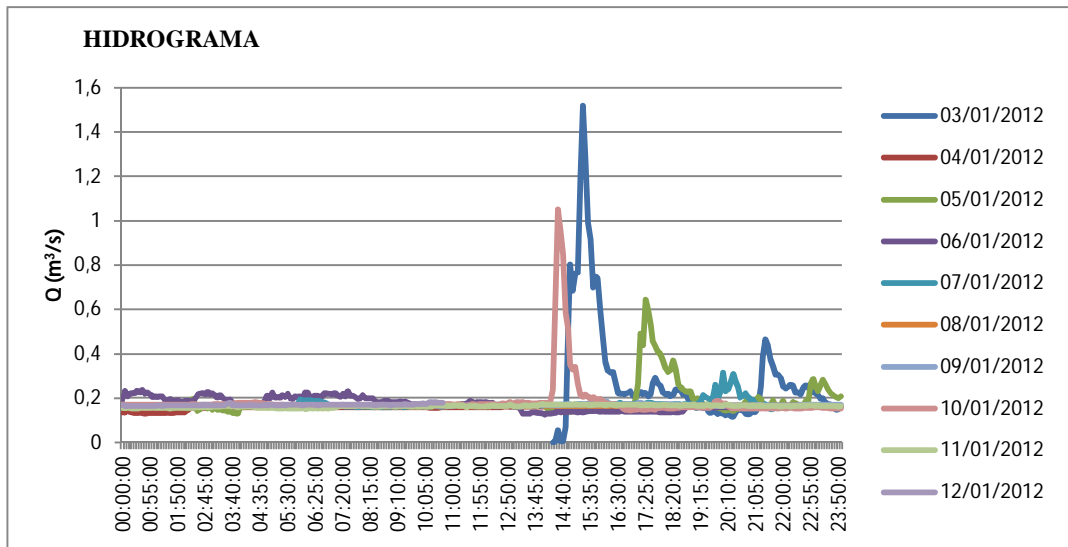
Las concentraciones de contaminantes corresponden al análisis de las muestras compuestas conformadas cada día de medición.

El cálculo de un caudal homogéneo para cada jornada de muestreo implica estimar un caudal representativo, en el que se elimine la influencia de factores ajenos a las descargas de tipo urbano que se han caracterizado.

Las áreas de aporte a las descargas caracterizadas comprenden una mezcla de usos, en los que a pesar de predominar aquellos orientados a actividades domésticas.

El análisis de los caudales registrados durante el periodo de muestreo permite evaluar, a través de los histogramas de descargas diarios, no solo la magnitud de los caudales observados, sino también su patrón de comportamiento ver Anexo 5.

Gráfico N° 4.1. Indicadores descriptivos de una muestra de datos.



Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar (Fuente EPMAPS)

Los escenarios que se enfrentan bajo las condiciones que se han realizado las caracterizaciones (zonas con actividades de distinta naturaleza e influencia parcial o total de lluvias) que se presentan en la tabla 4.1 donde se encuentra tres posibles escenarios, la explicación del comportamiento encontrado en el histograma de descargas y el criterio utilizado para la adopción del caudal definitivo considerando como representativo de la serie completa.

- Descargas exclusivamente domésticas.
- Descargas con considerable influencia de lluvia.
- Descargas con influencia de actividades no domésticas (industrial, agrícola o comercial)

Tabla N° 4.1. Criterios de selección de caudal de descarga representativo.

Escenario	Características del hidrograma	Criterio de adopción del caudal representativo
<p align="center">Descargas exclusivamente domésticas.</p> <p>Es el escenario de caracterización ideal que se espera encontrar en áreas exclusivamente de carácter habitacional, sin influencia de lluvias</p>	<p>Presenta oscilación constante a lo largo de una banda o franja cuyo valor medio es mayor en las horas de fuerte actividad doméstica (aproximadamente entre las 19:00 y 6:00 horas) y disminuye durante el resto del día en el que la población se desplaza a sus lugares de trabajo</p> <p>No existe presencia de lluvias relevante al no observar picos frecuentes de caudal a lo largo del período de edición.</p>	<p>Se adopta el mayor valor entre el caudal medio o el caudal medio recortado (eliminando el 5% de los datos extremos superiores o inferiores).</p> <p>Dado que se cuenta con registros de caudales de hasta más de 1000 datos (mediciones cada 5 minutos), es posible realizar el recorte al calcular el caudal medio sin contar con valores extremos y contar con que los resultados obtenidos son representativos de la masa principal de datos registrados.</p>
<p align="center">Descargas con considerable influencia de lluvia.</p> <p>Los caudales son afectados por la presencia de lluvias constantes a lo largo del período de medición, lo que puede llevar a sobrestimar los caudales y por ende las cargas contaminantes a calcular.</p>	<p>Se presentan picos durante al menos 3 de los 7 días del proceso de medición, en los cuales los picos suceden en periodos o días consecutivos que conllevan a que los caudales medios, aparentemente estables, se encuentren permanentemente afectados por el efecto de la escorrentía.</p>	<p>Se adopta el promedio de los caudales mínimos diarios, con el objeto de minimizar el efecto del aumento de caudal en función de la escorrentía natural para los cálculos de carga contaminante.</p>
<p align="center">Descargas con influencia de actividades no domésticas (industrial, agrícola o comercial)</p> <p>Existe una mezcla de actividades productivas desarrollándose dentro del área de aporte, por lo que los patrones cambian respecto al uso exclusivamente doméstico, invirtiéndose de forma parcial o total</p>	<p>Al igual que en el caso de descargas meramente domésticas, se presentan oscilaciones constantes de caudal dentro de un franja constante a lo largo de cada día. Sin embargo, el patrón se invierte en relación al doméstico: las horas en que se presentan los mayores valores son las horas laborables, en las cuales se desarrollan actividades de tipo productivo (aproximadamente entre las 6:00 y las 19:00 horas)</p>	<p>Al encontrar franjas con variación constante se adopta el caudal medio recortado al igual que en el caso de las descargas con características domésticas. Si la franja presenta contracciones a lo largo de cada día, se adoptará el promedio de los caudales mínimos diarios, al considerar que las expansiones o contracciones se han ocasionado a raíz de escorrentía presentada en la zona.</p>

Elaborado por: Ing. Vizuette Montero Marco Omar.

El conjunto de variables a analizar (datos de campo y laboratorio)

Datos de campo alcantarilla.

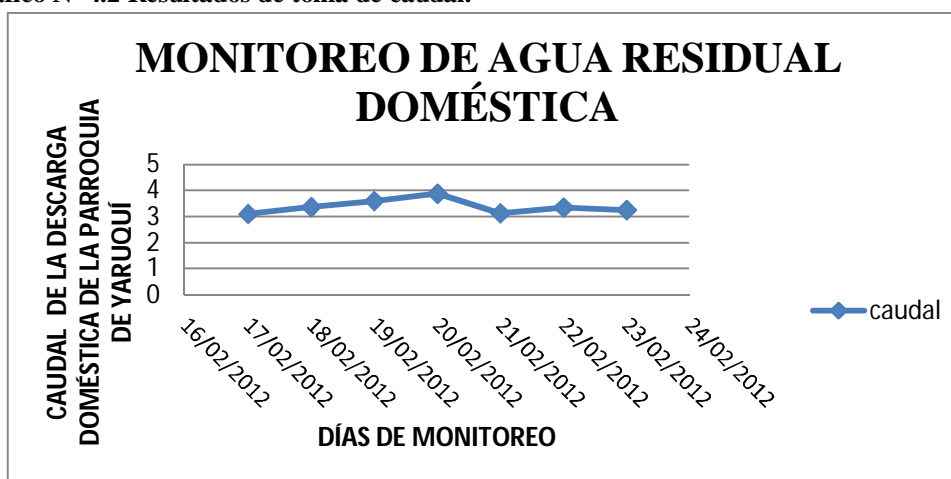
- **Medición de Caudal (l/s)**

Tabla N° 4.2 Resultados de toma de caudal.

DÍAS DE MUESTREO	CAUDAL (l/s)	MÁXIMO PERMISIBLE (TULAS) Tabla 11.
17/02/2012	3,101	1.5 veces el caudal promedio horario del sistema de alcantarillado
18/02/2012	3,369	
19/02/2012	3,601	
20/02/2012	3,878	
21/02/2012	3,135	
22/02/2012	3,353	
23/02/2012	3,253	

Elaborado por: Ing. Vizuette Montero Marco Omar (Fuente EPMAPS)

Gráfico N° 4.2 Resultados de toma de caudal.



Elaborado por: Ing. Vizuette Montero Marco Omar.

Tabla N° 4.2.1 Análisis Estadístico e Interpretación de Resultados.

Estadístico	Símbolo	Valor
Media Aritmética	X_{media}	3,384
Desviación estándar	S	0,34
Varianza	Var	0,11
Coefficiente de variación	CV	9,32%

Elaborado por: Ing. Vizuette Montero Marco Omar.

El caudal promedio de agua residual doméstica que recoge el alcantarillado de la parroquia de Yaruquí es de 3,384 l/s por lo que se concluye que está dentro de lo que establece el TULAS Tabla número 11 que es el 1.5 veces el caudal promedio horario del sistema de alcantarillado.

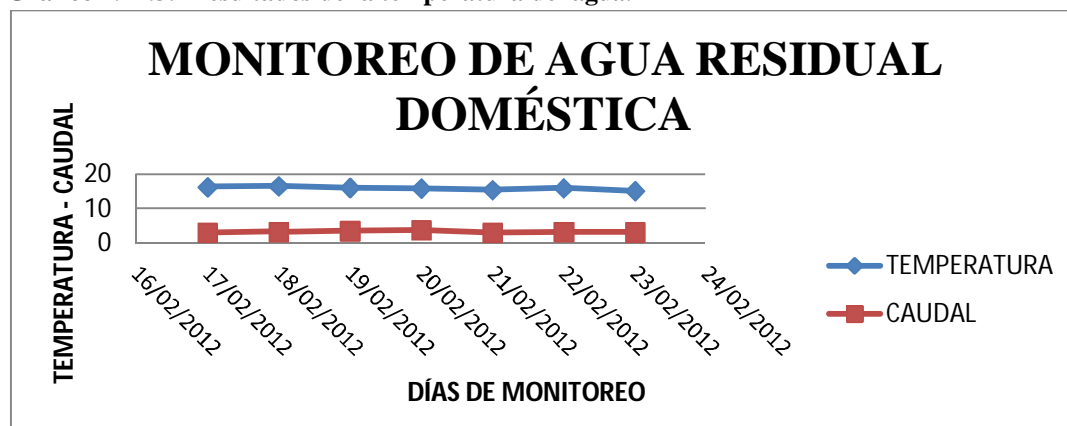
- **Temperatura (° C)**

Tabla N° 4.3. Temperatura de la descarga doméstica.

DÍAS DE MUESTREO	TEMPERATURA	MÁXIMO PERMISIBLE (TULAS) TABLA 11.	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (TEMPERATURA-CAUDAL) 0,138 (NS)	
			5%	1%
17/02/2012	16,30	Temperatura < 40°C	0,754	0,874
18/02/2012	16,60			
19/02/2012	16,10			
20/02/2012	15,90			
21/02/2012	15,50			
22/02/2012	16,00			
23/02/2012	15,20			

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar, (Fuente EPMAPS)

Gráfico N° 4.3. Resultados de la temperatura del agua.



Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar.

Tabla N° 4.3.1. Análisis Estadístico e Interpretación de Resultados.

Estadístico	Símbolo	Unidad °C Valor
Media Aritmética	X_{media}	15,94
Desviación estándar	S	0,38
Varianza	Var	0,14
Coefficiente de variación	CV	2,36%

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar.

La temperatura promedio del agua residual doméstica de la parroquia de Yaruquí es de 15.94 grados centígrados por lo que se concluye está dentro del límite máximo permisible que establece el TULAS tabla número 11 que dice que debe estar a una temperatura menor a 40 grados centígrados.

El valor tabular (r) para $(7-2) = 5$ grados de libertad a los niveles del 5 y del 1% son: 0.754 y 0.874, respectivamente; por cuanto el valor calculado es de 0,138, por lo tanto se concluye que no hay significancia (NS).

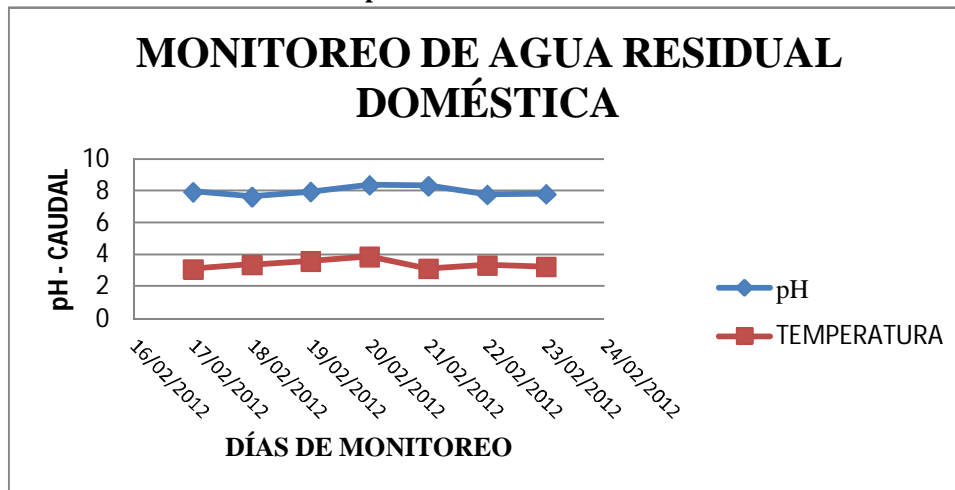
- **pH (Unidades de pH)**

Tabla N° 4.4. Resultados del pH.

DÍAS DE MUESTREO	pH	MÁXIMO PERMISIBLE (TULAS) Tabla 11.	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (pH- Caudal) 0,322	
			5%	1%
17/02/2012	7,94	5 – 9	0,754	0,874
18/02/2012	7,64			
19/02/2012	7,95			
20/02/2012	8,37			
21/02/2012	8,32			
22/02/2012	7,77			
23/02/2012	7,81			

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar, (Fuente EPMAPS)

Gráfico N° 4.4. Resultados del pH.



Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar.

Tabla N° 4.4.1. Análisis Estadístico e Interpretación de Resultados

Estadístico	Símbolo	Valor
Media Aritmética	X_{media}	7,97
Desviación estándar	S	0,24
Varianza	Var	0,06
Coefficiente de variación	CV	3,07%

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar.

El pH del agua residual doméstica de la parroquia de Yaruquí tiene un promedio de 7.97 por lo que se concluye que si se encuentra dentro del límite máximo permisible que establece el TULAS Tabla número 11 que dice que debe estar en el rango (5-9)

El valor tabular (r) para $(7-2) = 5$ grados de libertad a los niveles del 5 y del 1% son: 0.754 y 0.874, respectivamente; por cuanto el valor calculado es de 0,322 por lo tanto se concluye que no hay significancia (NS).

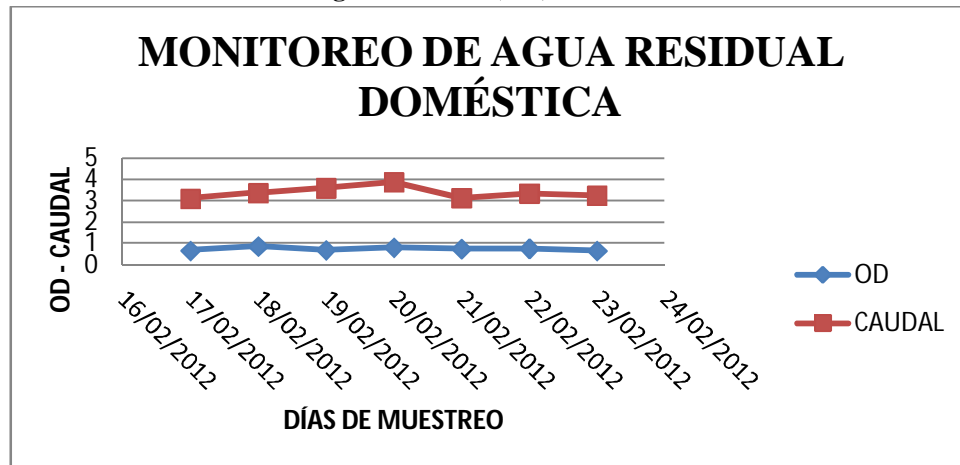
- Oxígeno Disuelto (OD) (mg/l)

Tabla N° 4.5. Resultados del Oxígeno Disuelto (OD).

DÍAS DE MUESTREO	OD (mg/l)	MÁXIMO PERMISIBLE (TULAS) Tabla 8	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (Oxígeno Disuelto- Caudal) 0,433	
			5%	1%
17/02/2012	0,67	3,0 mg/l	0,754	0,874
18/02/2012	0,87			
19/02/2012	0,70			
20/02/2012	0,82			
21/02/2012	0,75			
22/02/2012	0,77			
23/02/2012	0,66			

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar, (Fuente EPMAPS.)

Gráfico N° 4.5. Resultados del Oxígeno Disuelto (OD).



Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar.

Tabla N° 4.5.1. Análisis Estadístico e Interpretación de Resultados.

Estadístico	Símbolo	Valor
Media Aritmética	X_{media}	0,74
Desviación estándar	S	0,07
Varianza	Var	0,00
Coefficiente de variación	CV	9,10%

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar.

El Oxígeno Disuelto del agua residual doméstica de la parroquia de Yaruquí tiene un OD promedio de 0,74 mg/l. No existe un máximo permisible que establece el TULAS Tabla número 11.

El valor tabular (r) para (7-2) = 5 grados de libertad a los niveles del 5 y del 1% son: 0.754 y 0.874, respectivamente; por cuanto el valor calculado es de 0,433 por lo tanto se concluye que no hay significancia (NS).

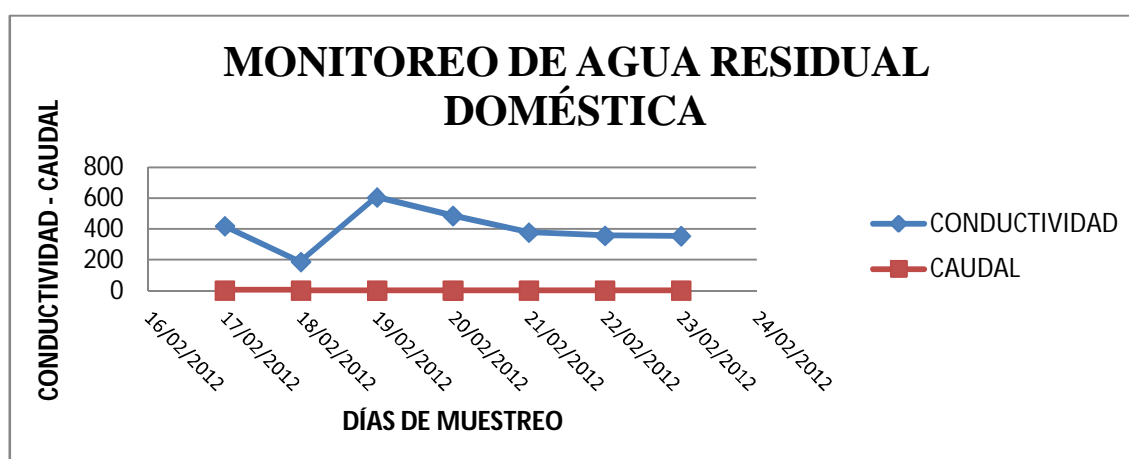
- **Conductividad (µs/cm)**

Tabla N° 4.6. Resultados de la Conductividad (µs/cm).

DÍAS DE MUESTREO	Conductividad (µs/cm)	MÁXIMO PERMISIBLE (TULAS) Tabla 11.	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (Conductividad- Caudal) 0,458	
			5%	1%
17/02/2012	420	N/D	0,754	0,874
18/02/2012	189			
19/02/2012	606			
20/02/2012	486			
21/02/2012	379			
22/02/2012	358			
23/02/2012	356			

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar, (Fuente EPMAPS.)

Gráfico N° 4.6. Resultados de la Conductividad.



Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar.

Tabla N° 4.6.1. Análisis Estadístico e Interpretación de Resultados.

Estadístico	Símbolo	Valor
Media Aritmética	X_{media}	399,14
Desviación estándar	S	101,33
Varianza	Var	10.267,73
Coefficiente de variación	CV	24,75%

Elaborado por: Ing. Vizuette Montero Marco Omar.

La conductividad del agua residual doméstica de la parroquia de Yaruquí tiene un promedio de 399,14 $\mu\text{s}/\text{cm}$

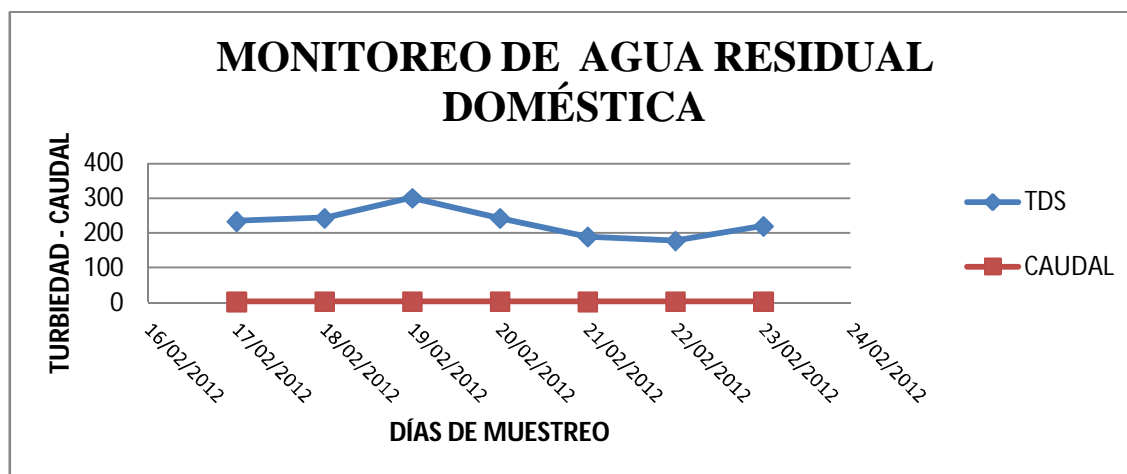
- **Sólidos Totales Disueltos TDS (mg/l)**

Tabla N° 4.7. Resultados Sólidos Totales Disueltos (TDS).

DÍAS DE MUESTREO	TDS (mg/l)	MÁXIMO PERMISIBLE (TULAS) Tabla 11.	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (Sólidos Totales Disueltos- Caudal) 0,501	
			5%	1%
17/02/2012	234	1600 mg/l	0,754	0,874
18/02/2012	243			
19/02/2012	301			
20/02/2012	243			
21/02/2012	190			
22/02/2012	178			
23/02/2012	220			

Elaborado por: Ing. Vizuette Montero Marco Omar, (Fuente EPMAPS.)

Gráfico N° 4.7. Resultados Sólidos Totales Disueltos (TDS).



Elaborado por: Ing. Vizuette Montero Marco Omar.

Tabla N° 4.7.1. Análisis Estadístico e Interpretación de Resultados.

Estadístico	Símbolo	Valor
Media Aritmética	X_{media}	229,85
Desviación estándar	S	34,37
Varianza	Var	1.181,50
Coefficiente de variación	CV	15,01%

Elaborado por: Ing. Vizuette Montero Marco Omar.

Los Sólidos Totales Disueltos (TDS) del agua residual doméstica de la parroquia de Yaruquí tiene un promedio de 229,85 mg/l por lo que se concluye que esta fuera del límite máximo permisible que establece el TULAS Tabla número 11 que dice que debe estar en 160 mg/l.

El valor tabular (r) para $(7-2) = 5$ grados de libertad a los niveles del 5 y del 1% son: 0,754 y 0,874, respectivamente; por cuanto el valor calculado es de 0,501 por lo tanto se concluye que no hay significancia (NS).

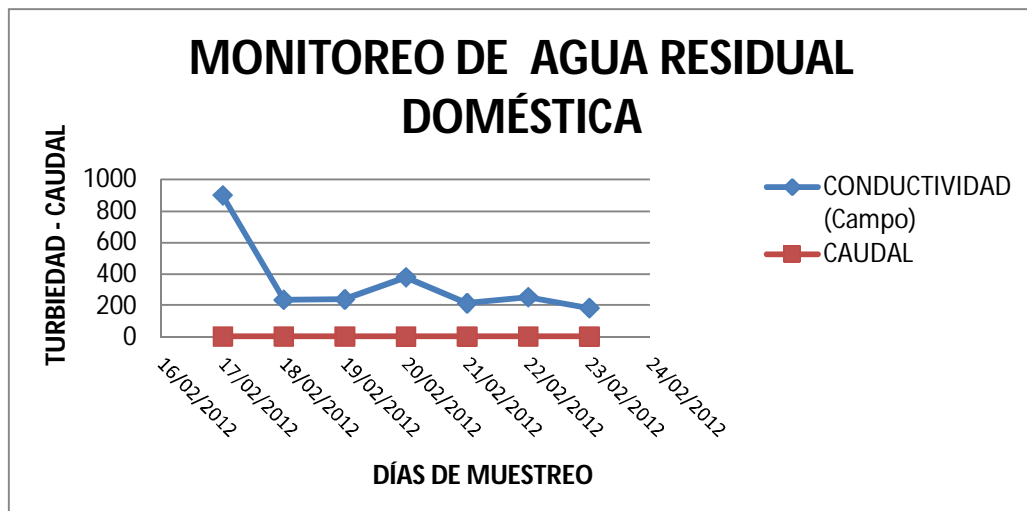
- **Turbiedad (NTU)**

Tabla N° 4.8. Resultados de la Turbiedad (NTU).

DÍAS DE MUESTREO	Turbiedad (NTU)	MÁXIMO PERMISIBLE (TULAS) Tabla 11.	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (Turbiedad-Caudal) 0,053	
			5%	1%
17/02/2012	901,9		0,754	0,874
18/02/2012	236,80			
19/02/2012	238,90			
20/02/2012	380,70			
21/02/2012	214,40			
22/02/2012	253,80			
23/02/2012	184,30			

Elaborado por: Ing. Vizuette Montero Marco Omar, (Fuente EPMAPS.)

Gráfico N° 4.8. Resultados de la Turbiedad (NTU).



Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar.

Tabla N° 4.8.1. Análisis Estadístico e Interpretación de Resultados.

Estadístico	Símbolo	Valor
Media Aritmética	X_{media}	344,40
Desviación estándar	S	214,71
Varianza	Var	46.100,26
Coefficiente de variación	CV	59,88%

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar.

La Turbiedad (NTU) del agua residual doméstica de la parroquia de Yaruquí tiene un promedio de 344,40 (NTU)

El valor tabular (r) para $(7-2) = 5$ grados de libertad a los niveles del 5 y del 1% son: 0.754 y 0.874, por cuanto el valor calculado es de 0,053 por lo tanto se concluye que no hay significancia (NS).

Datos de Laboratorio

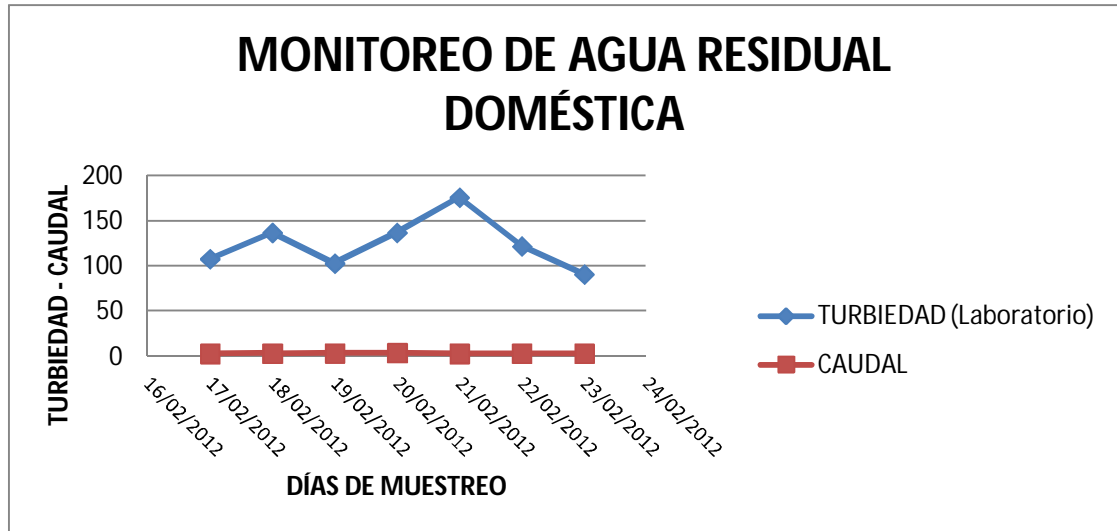
- **Turbiedad (UT)**

Tabla N° 4.9. Resultados de la Turbiedad (NTU).

DÍAS DE MUESTREO	Turbiedad (NTU)	MÁXIMO PERMISIBLE (TULAS) Tabla 11.	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (Turbiedad- Caudal) 0,050	
			5%	1%
17/02/2012	108		0,754	0,874
18/02/2012	137			
19/02/2012	103			
20/02/2012	137			
21/02/2012	176			
22/02/2012	122			
23/02/2012	90.9			

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar, (Fuente EPMAPS.)

Gráfico N° 4.9. Resultados de la Turbiedad (NTU).



Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar.

Tabla N° 4.9.1. Análisis Estadístico e Interpretación de Resultados.

Estadístico	Símbolo	Valor
Media Aritmética	X_{media}	130,50
Desviación estándar	S	25,72
Varianza	Var	661,56
Coefficiente de variación	CV	20,91%

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar.

La Turbiedad (NTU) del agua residual doméstica de la parroquia de Yaruquí tiene un promedio de 130,50 (NTU) (datos del Laboratorio L3C)

El valor tabular (r) para $(7-2) = 5$ grados de libertad a los niveles del 5 y del 1% son: 0,754 y 0,874, por cuanto el valor calculado es de -0,050 por lo tanto se concluye que no hay significancia (NS).

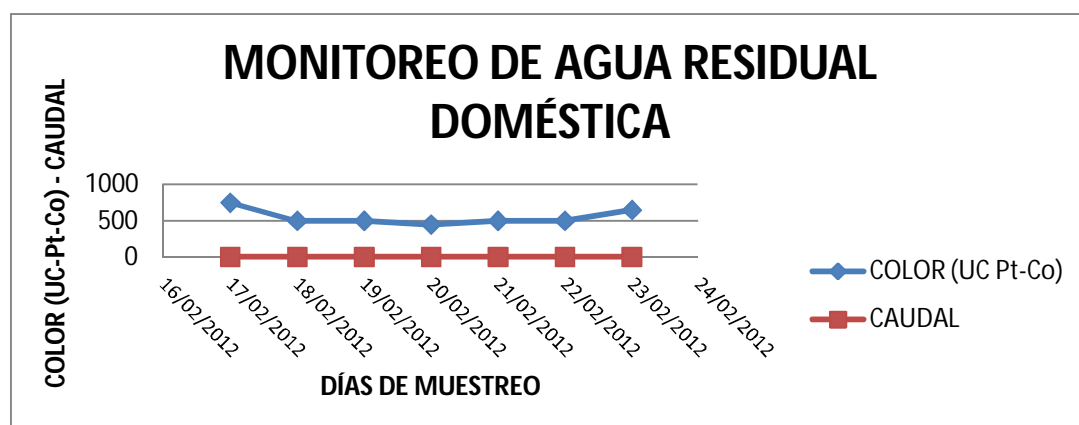
- **Color (UC Pt-Co)**

Tabla N° 4.10. Resultados del Color (UC Pt-Co).

DÍAS DE MUESTREO	Color (UC Pt-Co)	MÁXIMO PERMISIBLE (TULAS) Tabla 11.	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (Color - Caudal) 0,647	
			5%	1%
17/02/2012	750		0,754	0,874
18/02/2012	500			
19/02/2012	500			
20/02/2012	450			
21/02/2012	500			
22/02/2012	500			
23/02/2012	650			

Elaborado por: Ing. Vizúete Montero Marco Omar, (Fuente EPMAPS.)

Gráfico N° 4.10. Resultados del Color (UC Pt-Co).



Elaborado por: Ing. Vizúete Montero Marco Omar.

Tabla N° 4.10.1. Análisis Estadístico e Interpretación de Resultados.

Estadístico	Símbolo	Valor
Media Aritmética	X_{media}	550,00
Desviación estándar	S	103,92
Varianza	Var	10.800,00
Coefficiente de variación	CV	19,25%

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar.

El Color (UC Pt-Co) del agua residual doméstica de la parroquia de Yaruquí tiene un promedio de 550,00 (UC Pt-Co) (datos del Laboratorio L3C)

El valor tabular (r) para $(7-2) = 5$ grados de libertad a los niveles del 5 y del 1% son: 0.754 y 0.874, respectivamente; por cuanto el valor calculado es de 0,647 por lo tanto se concluye que no hay significancia (NS).

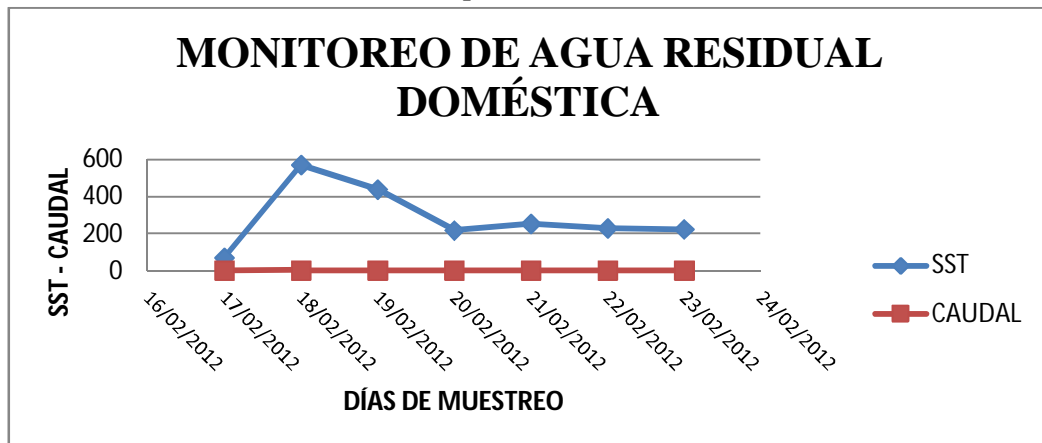
- **Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)**

Tabla N° 4.11. Resultados de Sólidos Suspendidos Totales.

DÍAS DE MUESTREO	Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	MÁXIMO PERMISIBLE (TULAS) Tabla 11.	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (Sólidos Suspendidos Totales - Caudal)	
			5%	1%
17/02/2012	71,0	220,00 mg/l	0,754	0,874
18/02/2012	570,59			
19/02/2012	438,89			
20/02/2012	218,42			
21/02/2012	254,17			
22/02/2012	230,00			
23/02/2012	224,39			

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar, (Fuente EPMAPS.)

Gráfico N° 4. Resultados de Sólidos Suspendidos Totales.



Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar.

Tabla N° 4.11.1. Análisis Estadístico e Interpretación de Resultados.

Estadístico	Símbolo	Valor
Media Aritmética	X_{media}	286,78
Desviación estándar	S	139,61
Varianza	Var	19.491,80
Coefficiente de variación	CV	50,23%

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar.

Los Sólidos Suspendidos Totales (TSS) del agua residual doméstica de la parroquia de Yaruquí tiene un promedio de 286,78 mg/l por lo que se concluye que se encuentra fuera del límite máximo permisible que establece el TULAS Tabla número 11 que dice que debe estar en 220 mg/l.

El valor tabular (r) para $(7-2) = 5$ grados de libertad a los niveles del 5 y del 1% son: 0,754 y 0,874, respectivamente; por cuanto el valor calculado es de 0,273 por lo tanto se concluye que no hay significancia (NS).

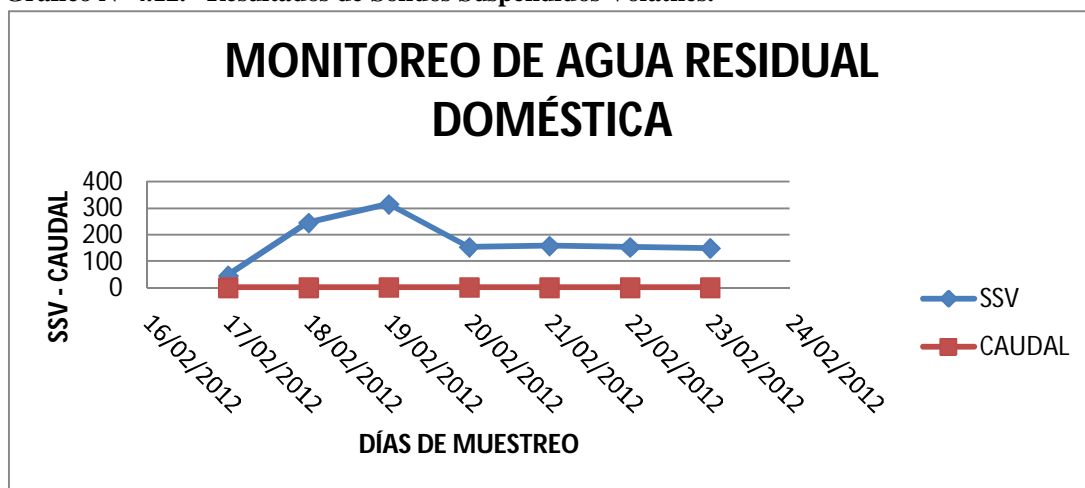
- **Sólidos Suspendidos Volátiles 550°C (mg/l).**

Tabla N° 4.12. Resultados de Sólidos Suspendidos Volátiles.

DÍAS DE MUESTREO	Sólidos suspendidos volátiles 550°C (mg/l)	MÁXIMO PERMISIBLE (TULAS) Tabla 11.	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (Sólidos Suspendidos Volátiles 550°C - Caudal) 0,453	
			5%	1%
17/02/2012	48,00		0,754	0,874
18/02/2012	247,06			
19/02/2012	316,67			
20/02/2012	155,26			
21/02/2012	160,42			
22/02/2012	155,00			
23/02/2012	151,22			

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar, (Fuente EPMAPS.)

Gráfico N° 4.12. Resultados de Sólidos Suspendidos Volátiles.



Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar.

Tabla N° 4.12.1. Análisis Estadístico e Interpretación de Resultados.

Estadístico	Símbolo	Valor
Media Aritmética	X_{media}	176,23
Desviación estándar	S	74,16
Varianza	Var	5.499,70
Coefficiente de variación	CV	44,41%

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar.

Los Sólidos Totales Volátiles del agua residual doméstica de la parroquia de Yaruquí tienen un promedio de 176,23 gr/l.

El valor tabular (r) para (7-2) = 5 grados de libertad a los niveles del 5 y del 1% son: 0,754 y 0,874, respectivamente; por cuanto el valor calculado es de 0,453 por lo tanto se concluye que no hay significancia (NS).

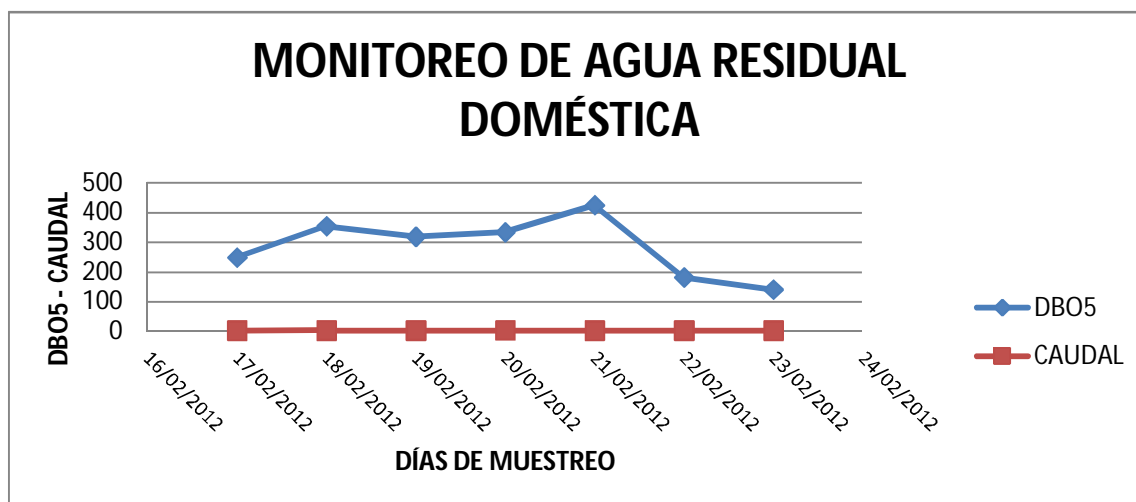
- **DBO₅ días y 20°C (mg/l)**

Tabla N° 4.13. Resultados de Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO₅.

DÍAS DE MUESTREO	DBO ₅ días y 20°C (mg/l)	MÁXIMO PERMISIBLE (TULAS) Tabla 11.	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (DBO ₅ días y 20°C - Caudal) 0,168	
			5%	1%
17/02/2012	249,00	250,00 mg/l	0,754	0,874
18/02/2012	225,00			
19/02/2012	319,00			
20/02/2012	334,00			
21/02/2012	225,00			
22/02/2012	182,00			
23/02/2012	141,00			

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar, (Fuente EPMAPS.)

Gráfico N° 4.13. Resultados de Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO₅.



Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar.

Tabla N° 4.13.1. Análisis Estadístico e Interpretación de Resultados.

Media Aritmética	X_{media}	239,28
Desviación estándar	S	92,75
Varianza	Var	8.603,31
Coefficiente de variación	CV	32,78%

Elaborado por: Ing. Vizquete Montero Marco Omar.

La DBO₅ días y 20°C del agua residual doméstica de la parroquia de Yaruquí tiene un promedio de 239,28 mg/l por lo que se concluye que se encuentra dentro del límite máximo permisible que establece el TULAS Tabla número 11 que dice que debe estar en 250 mg/l.

El valor tabular (r) para (7-2) = 5 grados de libertad a los niveles del 5 y del 1% son: 0,754 y 0,874, respectivamente; por cuanto el valor calculado es de 0,168 por lo tanto se concluye que no hay significancia (NS).

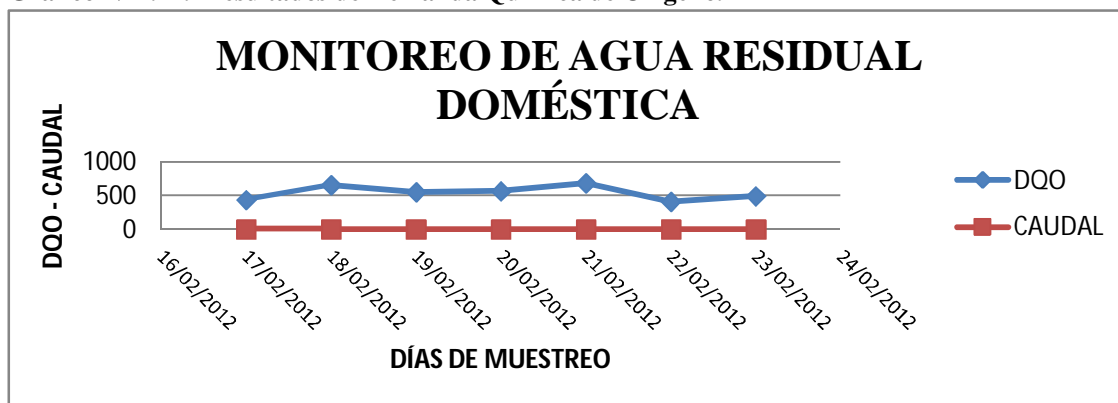
- **Demanda Química de Oxígeno DQO (mg/l).**

Tabla N° 4.14. Resultados de Demanda Química de Oxígeno.

DÍAS DE MUESTREO	DQO (mg/l)	MÁXIMO PERMISIBLE (TULAS) Tabla 11.	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN Demanda Química de Oxígeno DQO - Caudal 0,096	
			5%	1%
17/02/2012	440,00	500 mg/l	0,754	0,874
18/02/2012	660,00			
19/02/2012	554,00			
20/02/2012	568,00			
21/02/2012	687,00			
22/02/2012	413,00			
23/02/2012	496,00			

Elaborado por: Ing. Vizquete Montero Marco Omar, (Fuente EPMAPS.)

Gráfico N° 4.14. Resultados de Demanda Química de Oxígeno.



Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar.

Tabla N° 4.14.1. Análisis Estadístico e Interpretación de Resultados.

Estadístico	Símbolo	Valor
Media Aritmética	X_{media}	545,42
Desviación estándar	S	91,85
Varianza	Var	8.437,11
Coefficiente de variación	CV	16,94%

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar.

La DQO del agua residual doméstica de la parroquia de Yaruquí tiene un promedio de 542,42 mg/l por lo que se concluye que se encuentra fuera del límite máximo permisible que establece el TULAS Tabla número 11 que dice que debe estar en 500 mg/l.

El valor tabular (r) para $(7-2) = 5$ grados de libertad a los niveles del 5 y del 1% son: 0.754 y 0.874, respectivamente; por cuanto el valor calculado es de 0,096 por lo tanto se concluye que no hay significancia (NS).

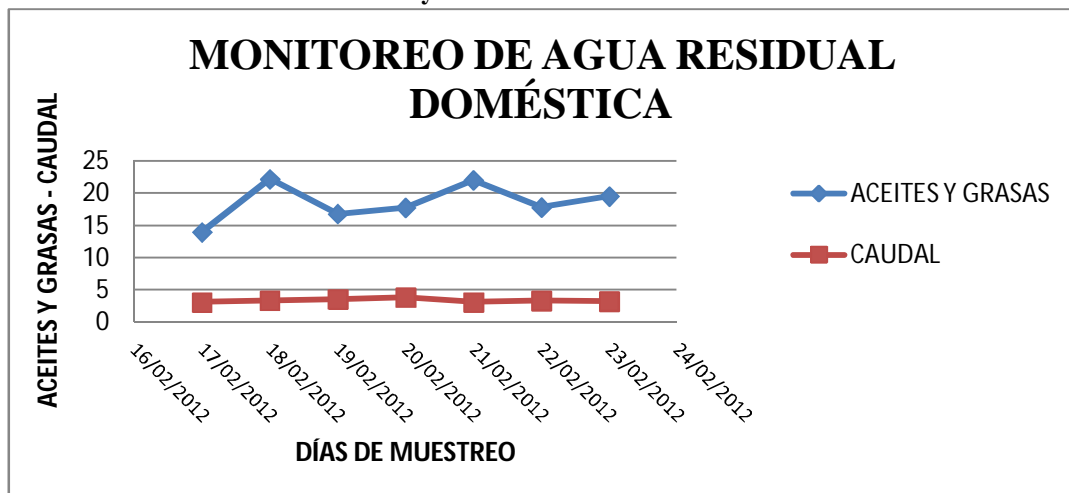
- Aceites y grasas (mg/l).

Tabla N° 4.15. Resultados de Aceites y Grasas.

DÍAS DE MUESTREO	Aceites y grasas (mg/l)	MÁXIMO PERMISIBLE (TULAS) Tabla 11.	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (Aceites y grasas - Caudal) 0,104	
			5%	1%
17/02/2012	13,97	100,00 mg/l	0,754	0,874
18/02/2012	22,16			
19/02/2012	16,79			
20/02/2012	17,75			
21/02/2012	22,03			
22/02/2012	17,79			
23/02/2012	19,50			

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar, (Fuente EPMAPS.)

Gráfico 4.15. Resultados de Aceites y Grasas.



Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar.

Tabla N° 4.15.1. Análisis Estadístico e Interpretación de Resultados.

Estadístico	Símbolo	Valor
Media Aritmética	X_{media}	18,57
Desviación estándar	S	2,45
Varianza	Var	6,00
Coefficiente de variación	CV	13,22%

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar.

Aceites y Grasas del agua residual doméstica de la parroquia de Yaruquí tiene un promedio de 18.57 mg/l por lo que se concluye que está dentro del límite máximo permisible que establece el TULAS Tabla número 11 que dice que debe estar en 100 mg/l.

El valor tabular (r) para $(7-2) = 5$ grados de libertad a los niveles del 5 y del 1% son: 0.754 y 0.874, respectivamente; por cuanto el valor calculado es de -0,104 por lo tanto se concluye que no hay significancia (NS).

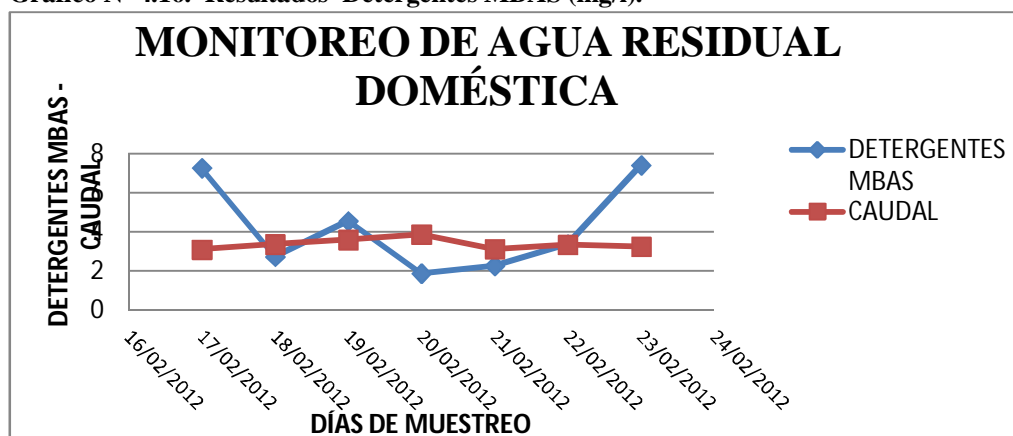
- **Detergentes MBAS (mg/l).**

Tabla N° 4.16. Resultados Detergentes MBAS (mg/l).

DÍAS DE MUESTREO	Detergentes MBAS (mg/l)	MÁXIMO PERMISIBLE (TULAS) Tabla 11.	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (Detergentes MBAS - Caudal) 0,482	
			5%	1%
17/02/2012	7,28	2 mg/l	0,754	0,874
18/02/2012	2,74			
19/02/2012	4,56			
20/02/2012	1,88			
21/02/2012	2,27			
22/02/2012	3,37			
23/02/2012	7,42			

Elaborado por: Ing. Vizuite Montero Marco Omar, (Fuente EPMAPS.)

Gráfico N° 4.16. Resultados Detergentes MBAS (mg/l).



Elaborado por: Ing. Vizuite Montero Marco Omar.

Tabla N° 4.16.1. Análisis Estadístico e Interpretación de Resultados.

Estadístico	Símbolo	Valor
Media Aritmética	X_{media}	4,21
Desviación estándar	S	2,01
Varianza	Var	4,03
Coefficiente de variación	CV	48,10%

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar.

Los Detergentes MBAS del agua residual doméstica de la parroquia de Yaruquí tiene un promedio de 4,21 mg/l por lo que se concluye que está fuera del límite máximo permisible que establece el TULAS Tabla número 11 que dice que debe estar en 2,00 mg/l.

El valor tabular (r) para $(7-2) = 5$ grados de libertad a los niveles del 5 y del 1% son: 0.754 y 0.874, respectivamente; por cuanto el valor calculado es de - 0,482 por lo tanto se concluye que no hay significancia (NS).

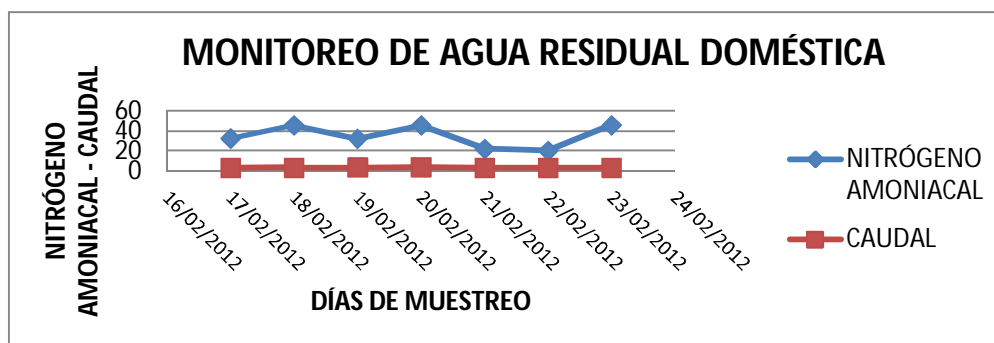
- **Nitrógeno Amoniacal (mg/l).**

Tabla N° 4.17. Resultados Nitrógeno Amoniacal (mg/l).

DÍAS DE MUESTREO	Nitrógeno Amoniacal (mg/l)	MÁXIMO PERMISIBLE (TULAS) Tabla 11.	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (Nitrógeno Amoniacal Caudal) 0,407	
			5%	1%
17/02/2012	32,60		0,754	0,874
18/02/2012	45,80			
19/02/2012	32,40			
20/02/2012	45,70			
21/02/2012	22,20			
22/02/2012	20,30			
23/02/2012	45,90			

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar, (Fuente EPMAPS.)

Gráfico N° 4.17. Resultados Nitrógeno Amoniacal (mg/l).



Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar.

Tabla N° 4.17.1. Análisis Estadístico e Interpretación de Resultados.

Estadístico	Símbolo	Valor
Media Aritmética	X_{media}	34,98
Desviación estándar	S	9,21
Varianza	Var	84,88
Coficiente de variación	CV	26,66%

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar.

El Nitrógeno Amoniacal del agua residual doméstica de la parroquia de Yaruquí tiene un promedio de 34,98 mg/l

El valor tabular (r) para $(7-2) = 5$ grados de libertad a los niveles del 5 y del 1% son: 0.754 y 0.874, respectivamente; por cuanto el valor calculado es de 0,407 por lo tanto se concluye que no hay significancia (NS).

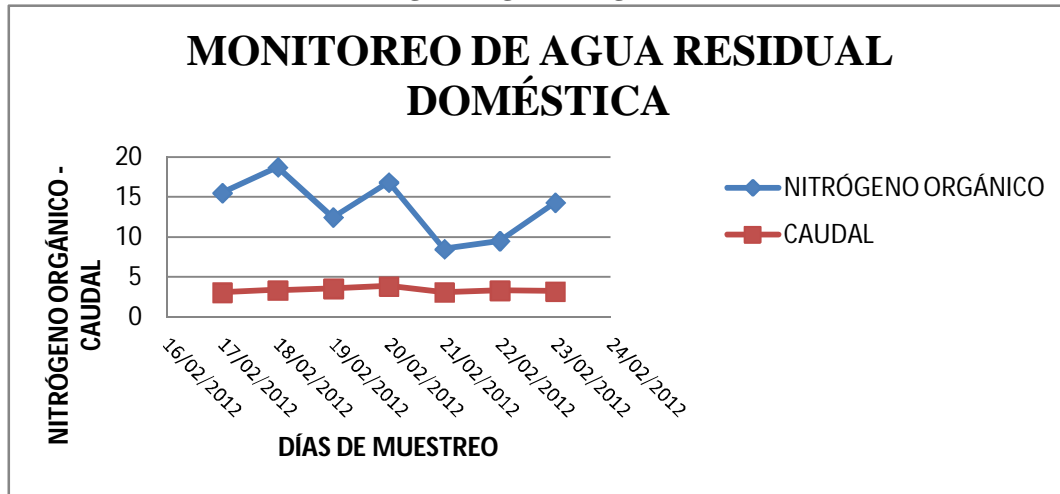
- **Nitrógeno Orgánico (mg/l)**

Tabla N° 4.18. Resultados Nitrógeno Orgánico (mg/l).

DÍAS DE MUESTREO	Nitrógeno Orgánico (mg/l)	MÁXIMO PERMISIBLE (TULAS) Tabla 11.	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (Nitrógeno Orgánico - Caudal) 0,330	
			5%	1%
17/02/2012	15,52		0,754	0,874
18/02/2012	18,75			
19/02/2012	12,50			
20/02/2012	16,85			
21/02/2012	8,52			
22/02/2012	9,54			
23/02/2012	14,32			

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar, (Fuente EPMAPS.)

Gráfico N° 4.18. Resultados Nitrógeno Orgánico (mg/l).



Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar.

Tabla N° 4.18.1. Análisis Estadístico e Interpretación de Resultados.

Estadístico	Símbolo	Valor
Media Aritmética	X_{media}	13,71
Desviación estándar	S	3,54
Varianza	Var	12,56
Coefficiente de variación	CV	25,99%

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar.

El Nitrógeno Orgánico del agua residual doméstica de la parroquia de Yaruquí tiene un promedio de 13,71 mg/l

El valor tabular (r) para $(7-2) = 5$ grados de libertad a los niveles del 5 y del 1% son: 0.754 y 0.874, respectivamente; por cuanto el valor calculado es de 0,330 por lo tanto se concluye que no hay significancia (NS).

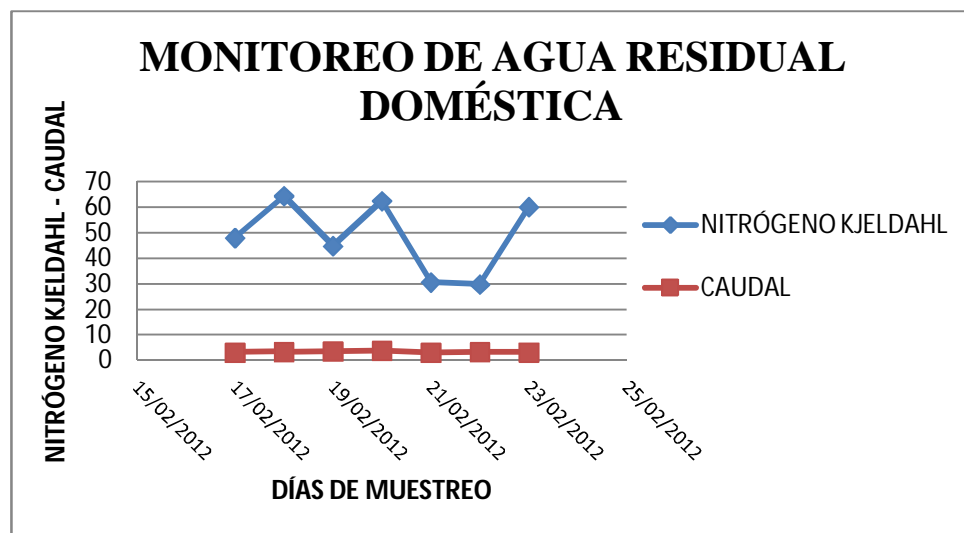
- **Nitrógeno Kjeldahl Total (mg/l).**

Tabla N° 4.19. Resultados Nitrógeno Kjeldahl Total (mg/l).

DÍAS DE MUESTREO	Nitrógeno Kjeldahl total (mg/l)	MÁXIMO PERMISIBLE (TULAS) Tabla 11.	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (Nitrógeno Kjeldahl Total - Caudal) 0,396	
			5%	1%
17/02/2012	48,12	40 mg/l	0,754	0,874
18/02/2012	64,55			
19/02/2012	44,90			
20/02/2012	62,55			
21/02/2012	30,72			
22/02/2012	29,84			
23/02/2012	60,22			

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar, (Fuente EPMAPS.)

Gráfico N° 4.19. Resultados Nitrógeno Kjeldahl Total (mg/l).



Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar.

Tabla N° 4.19.1. Análisis Estadístico e Interpretación de Resultados.

Estadístico	Símbolo	Valor
Media Aritmética	X_{media}	48,70
Desviación estándar	S	12,49
Varianza	Var	156,05
Coefficiente de variación	CV	25,40%

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar.

El Nitrógeno Kjeldahl Total del agua residual doméstica de la parroquia de Yaruquí tiene un promedio de 48,70 mg/l por lo que se concluye que está fuera del límite máximo permisible que establece el TULAS Tabla número 11 que dice que debe estar en 40,00 mg/l.

El valor tabular (r) para (7-2) = 5 grados de libertad a los niveles del 5 y del 1% son: 0.754 y 0.874, respectivamente; por cuanto el valor calculado es de 0,396 por lo tanto se concluye que no hay significancia (NS).

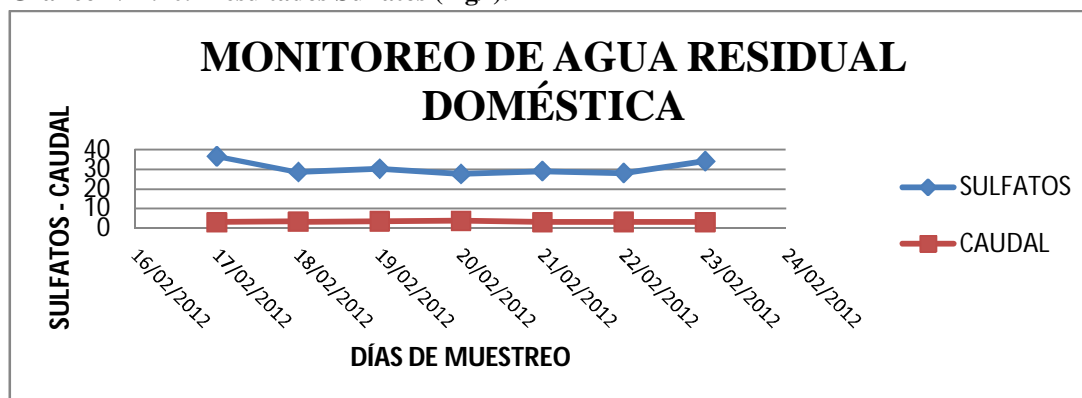
- **Sulfatos (mg/l).**

Tabla N° 4.20. Resultados Sulfatos (mg/l).

DÍAS DE MUESTREO	Sulfatos (mg/l)	MÁXIMO PERMISIBLE (TULAS) Tabla 11.	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (Sulfatos - Caudal) 0,572	
			5%	1%
17/02/2012	36,70	400 mg/l	0,754	0,874
18/02/2012	28,70			
19/02/2012	30,45			
20/02/2012	27,70			
21/02/2012	29,20			
22/02/2012	28,20			
23/02/2012	34,20			

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar, (Fuente EPMAPS.)

Gráfico N° 4.20. Resultados Sulfatos (mg/l).



Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar.

Tabla N° 4.20.1. Análisis Estadístico e Interpretación de Resultados.

Estadístico	Símbolo	Valor
Media Aritmética	X_{media}	30,73
Desviación estándar	S	3,02
Varianza	Var	9,10
Coficiente de variación	CV	9,84%

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar.

Los Sulfatos del agua residual doméstica de la parroquia de Yaruquí tiene un promedio de 30,73 mg/l por lo que se concluye que está dentro del límite máximo permisible que establece el TULAS Tabla número 11 que dice que debe estar en 400,00 mg/l.

El valor tabular (r) para $(7-2) = 5$ grados de libertad a los niveles del 5 y del 1% son: 0,754 y 0,874, respectivamente; por cuanto el valor calculado es de 0,572 por lo tanto se concluye que no hay significancia (NS).

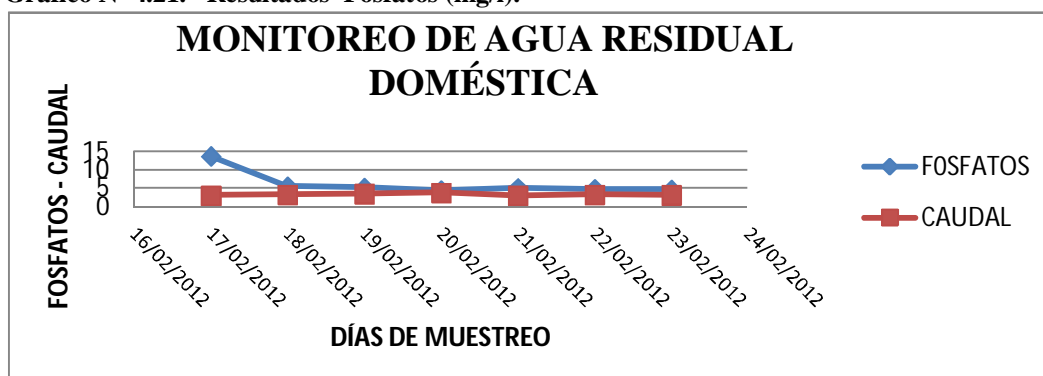
- **Fosfatos (mg/l).**

Tabla N° 4.21. Resultados Fosfatos (mg/l).

DÍAS DE MUESTREO	Fosfatos (mg/l)	MÁXIMO PERMISIBLE (TULAS) Tabla 11.	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (Fosfatos- Caudal) 0,489	
			5%	1%
17/02/2012	13,80		0,754	0,874
18/02/2012	5,60			
19/02/2012	5,25			
20/02/2012	4,55			
21/02/2012	5,20			
22/02/2012	4,90			
23/02/2012	4,75			

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar, (Fuente EPMAPS.)

Gráfico N° 4.21. Resultados Fosfatos (mg/l).



Elaborado por Ing. Vizuette Montero Marco Omar.

Tabla N° 4.21.1. Análisis Estadístico e Interpretación de Resultados.

Estadístico	Símbolo	Valor
Media Aritmética	X_{media}	6,29
Desviación estándar	S	2,80
Varianza	Var	7,82
Coficiente de variación	CV	42,82%

Elaborado por: Ing. Vizuette Montero Marco Omar.

Los Fosfatos del agua residual doméstica de la parroquia de Yaruquí tienen un promedio de 6,29 mg/l

El valor tabular (r) para $(7-2) = 5$ grados de libertad a los niveles del 5 y del 1% son: 0,754 y 0,874, respectivamente; por cuanto el valor calculado es de -0,489 por lo tanto se concluye que no hay significancia (NS).

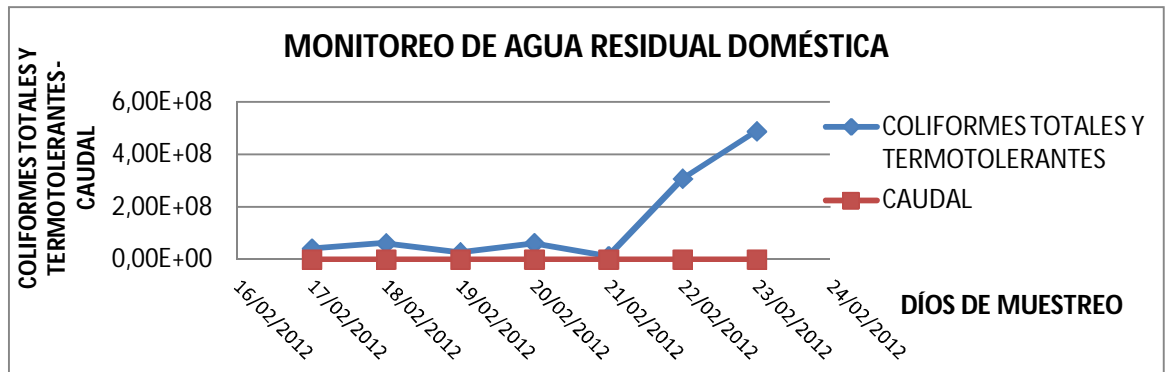
- **Coliformes Totales y Termotolerantes (NMP /100ml).**

Tabla N° 4.22. Resultados Coliformes Totales y Termotolerantes (NMP /100ml).

DÍAS DE MUESTREO	Coliformes totales y termotolerantes (NMP /100ml)	MÁXIMO PERMISIBLE (TULAS) Tabla 6.	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (Coliformes Totales y Termotolerantes NMP/100 ml)	
			5%	1%
17/02/2012	4,11E+07	1000 (NMP/100 ml)	0,754	0,874
18/02/2012	6,17E+07			
19/02/2012	2,75E+07			
20/02/2012	6,24E+07			
21/02/2012	1,21E+07			
22/02/2012	3,08E+08			
23/02/2012	4,88E+08			

Elaborado por: Ing. Vizuette Montero Marco Omar, (Fuente EPMAPS.)

Gráfico N° 4.22. Resultados Coliformes Totales y Termotolerantes (NMP /100ml).



Elaborado por: Ing. Vizuette Montero Marco Omar.

Tabla N° 4.22.1. Análisis Estadístico e Interpretación de Resultados.

Estadístico	Símbolo	Valor
Media Aritmética	X_{media}	1,43E+08
Desviación estándar	S	1,65E+08
Varianza	Var	
Coefficiente de variación	CV	106,45%

Elaborado por: Ing. Vizuette Montero Marco Omar.

Los Coliformes Totales y Termotolerantes (NMP /100ml) del agua residual doméstica de la parroquia de Yaruquí tiene un promedio de 1,43E+08 NMP/100ml

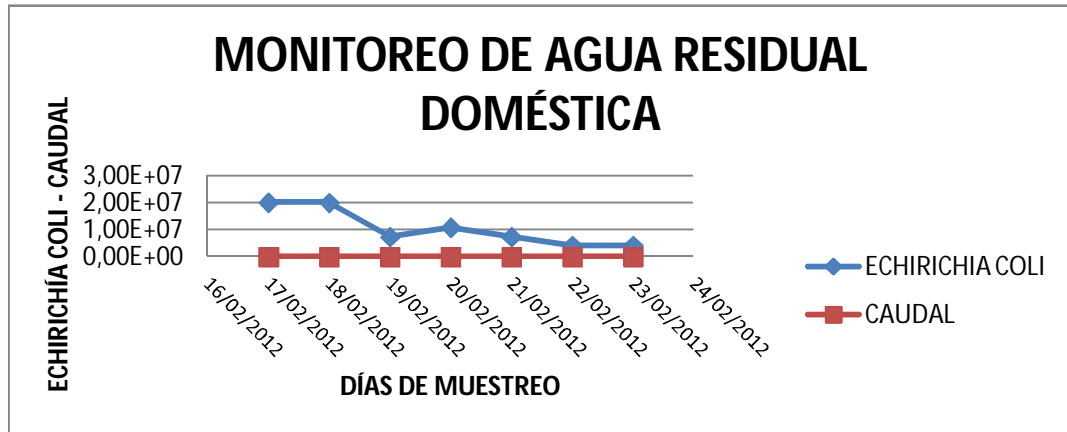
- **EchirichiaColi (NMP /100ml).**

Tabla N° 4.23. Resultados EchirichiaColi (NMP /100ml).

DÍAS DE MUESTREO	EchirichiaColi (NMP /100ml)	MÁXIMO PERMISIBLE (TULAS) Tabla 11.	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (EchirichiaColi Caudal) 0,136	
			5%	1%
17/02/2012	2,02E+07		0,754	0,874
18/02/2012	2,01E+07			
19/02/2012	7,40E+06			
20/02/2012	1,09E+07			
21/02/2012	7,40E+06			
22/02/2012	4,10E+06			
23/02/2012	4,10E+06			

Elaborado por: Ing. Vizuette Montero Marco Omar, (Fuente EPMAPS.)

Gráfico N° 4.23. Resultados EchirichiaColi (NMP /100ml).



Elaborado por: Ing. Vizuette Montero Marco Omar.

Tabla N° 4.23.1. Análisis Estadístico e Interpretación de Resultados.

Estadístico	Símbolo	Valor
Media Aritmética	X_{media}	1,06E+07
Desviación estándar	S	5.49E+06
Varianza	Var	
Coefficiente de variación	CV	48,87%

Elaborado por: Ing. Vizuette Montero Marco Omar.

Escherichia. Coli (NMP /100ml) es una bacteria a diferencia de coliformes totales exclusivamente indicadora de contaminación fecal, se deduce que el agua residual está contaminada los resultados son altos.

El valor tabular (r) para $(7-2) = 5$ grados de libertad a los niveles del 5 y del 1% son: 0,754 y 0,874 respectivamente; por cuanto el valor calculado es de 0,136 por lo tanto se concluye que no hay significancia (NS).

- **Cálculo de cargas contaminantes.**

A partir de los datos de caracterización obtenidos en la campaña de caracterización, se calcula la carga contaminante aplicando la ecuación.

$$L = Q * C \quad \text{ecuación} \quad (2.1)$$

Tabla N° 4.24. Carga contaminante media ponderada.

PARÁMETRO	CARGA MEDIA PONDERADA	
	Kg/ día	gr/día
Análisis realizados		
Demanda bioquímica de oxígeno 5 días	1,00 E-03	9,90E-04
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	1,89E-03	1,87E-03
Ph	3,00E-05	3,00E-05
Nitrógeno Amoniacal (NH ₃ -N)	1,20E-04	1,20E-04
Nitrógeno Kjeldahl Total (NKT)	1,70E-04	1,70E-04
Sólidos Suspendidos Totales	1,03E-03	1,00E-03
Sólidos Suspendidos Volátiles 550°C	6,30E-04	6,20E-04
Detergentes (MBAS)	1,39E-05	1.41E-05
Grasa y aceite	6,41E-05	6,37E-04
Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	1,05E-04	1,05E-04
Coliformes Totales	4,69E+02	4.78+02
E. Coli	3,68E+01	3,64E+01

Elaborado por: Ing. Vizuette Montero Marco Omar. (Fuente EPMAPS)

El cálculo de la concentración media se obtiene a través de una media ponderada, a partir de dichos valores, se calcula la carga contaminante de cada parámetro, como el promedio ponderado de las cargas diarias en Kg/día. Verificación de la Hipótesis.

4.2.1. MÉTODO LÓGICO.

Formulación de la hipótesis.

- H₀ = Hipótesis nula.
- H₁ = Hipótesis alterna.

H₀= La calidad del agua residual doméstica de la parroquia Yaruquí no incide significativamente para medir la capacidad de autodepuración, e higiene ambiental, del río Guayllabamba

H₁= La calidad del agua residual doméstica de la parroquia Yaruquí incide significativamente para medir la capacidad de autodepuración, e higiene ambiental, del río Guayllabamba.

4.2.2. MÉTODO ESTADÍSTICO.

González, G (1994) “Análisis de varianza (ordenación múltiple). Diseño de bloques completamente al azar; el objetivo es reunir las unidades experimentales a la que se aplican los tratamientos en bloques de cierto tamaño, de tal modo que los tratamientos participen por igual de condiciones tan uniformes como sea posible, dentro de cada bloque” (p.150).

La variabilidad entre unidades experimentales de diferentes bloques, es mayor que entre unidades dentro del mismo bloque. En consecuencia, las diferencias que se encuentre entre unidades, se debe, en su mayor parte a diferencias entre tratamientos; la diferencia que no se debe a tratamientos, es removida por el diseño y forma parte del error experimental.

De acuerdo a esto, es fácil ver que la variabilidad entre bloques, no afecta a las diferencias entre medias de tratamientos puesto que en cada bloque aparece una vez cada tratamiento. Por esto se afirma que bloques y tratamientos son ortogonales. Anexo VI

Tabla N° 4.25. Prueba de ADEVA (Análisis de la Varianza).

ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA)						
					Ft	
D de V	g de L	SC	CM	F _c	5%	1%
TOTAL	104	3,440E+17				
REPETICIONES	6	2,380E+16	3,966E+15	< 1		
VARIEDAD	14	1,438E+17	1,027E+16	4,885	2,068	2,590
ERROR	84	1,767E+17	2,103E+15			

Elaborado por: Ing. Vizueté Montero Marco Omar

El valor calculado de **F** (**F_c**) para probar la hipótesis nula que no existe diferencias entre parámetros ambientales, está dada por $1,027E+16 / 2,103E+15 = 4,885$ (**) con 14 y 84 grados de libertad (g. de l.). Al contrastar con los valores tabulares (**F_c**) encontramos que es altamente significativo, puesto que supera no solo el valor de **F al 5%** (2,068) sino al valor de **F al 1%** (2,590).

De acuerdo a éstos resultados vemos que existe evidencia para rechazar la H_0 y aceptar H_1 existen diferencias reales entre los parámetros ambientales medidos.

4.3. AUTODEPURACIÓN DEL RÍO GUAYLLABAMBA.

El propósito es determinar el contenido de Oxígeno Disuelto (OD) real mediante la evolución del río Guayllabamba.

Al zonificar el río en tramos de (500 metros) con características homogéneas entre sí, se debe considerar el caudal circulante asimilable a régimen permanente, los vertidos constantes.

El río Guayllabamba recibe un vertido de aguas residuales domésticas de la parroquia de Yaruquí, con un área de aporte de 20,46 Ha Tabla 3.2.

4.4. ESTIMACIÓN DE LA DBO AGUAS ABAJO.

Aplicando la ecuación (2.2) para obtener la DBO última de la mezcla, adopta la forma:

$$C = \frac{C_r Q_r + C_w Q_w}{Q_r + Q_w} \quad \text{Ecuación (2.2)}$$

Sustituimos:

$$C = \frac{(112\text{mg/l}) * (2.2\text{mg/l}) + (249\text{mg/l}) * (0.00310\text{mg/l})}{(0.00310 \text{ mg/l}) + (2.2\text{mg/l})} = 112.192 \text{ mg/l}$$

Se sabe que, aplicando la ecuación (2.2.1) se obtiene:

$$t = \frac{d}{v}$$

$$t = \frac{1\text{m}}{0.5 \text{ m/s}} = 0.2 \text{ s} = 0.00000231 \text{ días}$$

De la ecuación (2.5) se tiene finalmente que:

$$Y = (112.192\text{mg/l})e^{-(0.20)(0.0000231)}$$

$$Y = 112.19 \text{ mg/l.}$$

Tabla N° 4.26 Cálculo de la DBO día uno.

ANTES DE LA DESCARGA		DESCARGA DOMÉSTICA		VELOCIDAD (m/s)	DATOS CALCULADOS	
caudal (m ³ /s)	DBO (mg/l)	caudal (m ³ /s)	DBO (mg/l)		DISTANCIA (m)	DBO (mg/l)
2,2	112	0,00310	249	5	1	112,19
					500	111,933
					1000	111,677
					1500	111,466
					2000	111,164
					2500	110,92
					3000	110,64

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar

En la unión del Río Guayllabamba con la descarga de agua residual doméstica que genera la Parroquia Yaruquí naturalmente disminuye la concentración de la DBO en 0.258 mg/l cada 500 metros aproximadamente.

Tabla N° 4.27 Cálculo de la DBO día dos.

ANTES DE LA DESCARGA		DESCARGA DOMÉSTICA		CORRIENTE (m/s)	DATOS CALCULADOS	
caudal (m ³ /s)	DBO (mg/l)	caudal (m ³ /s)	DBO (mg/l)		DISTANCIA (m)	DBO (mg/l)
3,2	105	0,00337	355	6,2	0,1	105,262
					500	105,243
					1000	105,223
					1500	105,204
					2000	105,184
					2500	105,263
					3000	105,145

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar

En la unión del Río Guayllabamba con la descarga de agua residual doméstica que genera la Parroquia Yaruquí naturalmente disminuye la concentración de la DBO en 0.019 mg/l cada 500 metros aproximadamente.

Tabla N° 4.28 Cálculo de la DBO día tres.

ANTES DE LA DESCARGA		DESCARGA DOMÉSTICA		CORRIENTE (m/s)	DATOS CALCULADOS	
caudal (m ³ /s)	DBO (mg/l)	caudal (m ³ /s)	DBO (mg/l)		DISTANCIA (m)	DBO (mg/l)
4,9	122	0,00337	319	5,8	0,1	122,132
					500	122,108
					1000	122,084
					1500	122,059
					2000	122,035
					2500	122,011
					3000	121,986

Elaborado por: Ing. Vizquete Montero Marco Omar.

En la unión del Río Guayllabamba con la descarga de agua residual doméstica que genera la Parroquia Yaruquí naturalmente disminuye la concentración de la DBO en 0.024 mg/l cada 500 metros aproximadamente.

Tabla N° 4.29 Cálculo de la DBO día cuatro.

ANTES DE LA DESCARGA		DESCARGA DOMÉSTICA		CORRIENTE (m/s)	DATOS CALCULADOS	
caudal (m ³ /s)	DBO (mg/l)	caudal (m ³ /s)	DBO (mg/l)		DISTANCIA (m)	DBO (mg/l)
3,25	100	0,00337	334	7,2	0,1	100,231
					500	100,215
					1000	100,199
					1500	100,183
					2000	100,167
					2500	100,151
					3000	100,135

Elaborado por: Ing. Vizquete Montero Marco Omar

En la unión del Río Guayllabamba con la descarga de agua residual doméstica que genera la Parroquia Yaruquí naturalmente disminuye la concentración de la DBO en 0.016 mg/l cada 500 metros aproximadamente.

Tabla N° 4.30 Cálculo de la DBO día cinco

ANTES DE LA DESCARGA		DESCARGA DOMÉSTICA		CORRIENTE (m/s)	DATOS CALCULADOS	
caudal (m ³ /s)	DBO (mg/l)	caudal (m ³ /s)	DBO (mg/l)		DISTANCIA (m)	DBO (mg/l)
2,98	134	0,00337	425	8,2	0,1	134,327
					500	134,309
					1000	134,29
					1500	134,271
					2000	134,252
					2500	134,233
					3000	134,214

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar

En la unión del Río Guayllabamba con la descarga de agua residual doméstica que genera la Parroquia Yaruquí naturalmente disminuye la concentración de la DBO en 0.018 mg/l cada 500 metros aproximadamente.

Tabla N° 4.31 Cálculo de la DBO día seis.

ANTES DE LA DESCARGA		DESCARGA DOMÉSTICA		CORRIENTE (m/s)	DATOS CALCULADOS	
caudal (m ³ /s)	DBO (mg/l)	caudal (m ³ /s)	DBO (mg/l)		DISTANCIA (m)	DBO (mg/l)
4,21	120	0,00337	182	6,25	0,1	120,039
					500	120,017
					1000	119,995
					1500	119,973
					2000	119,951
					2500	119,928
					3000	119,906

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar

En la unión del Río Guayllabamba con la descarga de agua residual doméstica que genera la Parroquia Yaruquí naturalmente disminuye la concentración de la DBO en 0.022 mg/l cada 500 metros aproximadamente.

Tabla N° 4.32 Cálculo de la DBO día siete.

ANTES DE LA DESCARGA		DESCARGA DOMÉSTICA		CORRIENTE (m/s)	DATOS CALCULADOS	
caudal (m ³ /s)	DBO (mg/l)	caudal (m ³ /s)	DBO (mg/l)		DISTANCIA (m)	DBO (mg/l)
2,85	90	0,00337	141	9,1	0,1	90,059
					500	90,048
					1000	90,037
					1500	90,025
					2000	90,014
					2500	90,002
					3000	89,991

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar

En la unión del Río Guayllabamba con la descarga de agua residual doméstica que genera la Parroquia Yaruquí naturalmente disminuye la concentración de la DBO en 0.011 mg/l cada 500 metros aproximadamente.

El promedio de disminución de la DBO en los siete días de monitoreo en la descarga del agua residual doméstica por cada 500 metros de recorrido disminuye la DBO aproximadamente en 0.044 mg/l.

Cálculo del déficit de oxígeno.

Empleando la ecuación (2.3) se obtiene el déficit inicial

$$D_0 = O_s - O_m$$

$$D_0 = 9.2 - 7,33$$

$$D_0 = 1,87 \text{ mg/l}$$

Tabla N° 4.33 Déficit de oxígeno en el río.

DÍAS DE MUESTREO	CAUDAL INICIAL (m ³ /s)	VELOCIDAD (m/s)	DBO ₅ (mg/l)	CONCENTRACIÓN O ₂ (mg/l)	CONCENTRACIÓN SATURACIÓN EN AGUA A 24°C	DÉFICIT DE O ₂
17/02/2012	2,2	19,5	112	7,33	9,2	1,87
18/02/2012	3,2	14,5	105	7,39		1,81
19/02/2012	4,9	18,5	122	6,6		2,6
20/02/2012	3,25	18	100	5,15		4,05
21/02/2012	2,98	19	134	5,01		4,19
22/02/2012	4,21	19	120	5,27		3,93
23/02/2012	2,85	20	90	5,6		3,6

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar

El promedio del déficit de oxígeno en el río Guayllabamba, durante siete días de monitoreo es de 3,15 mg/l., según interpretación de la tabla N° 4.33

Tabla N° 4.34 Déficit de oxígeno en la descarga de agua residual doméstica

DÍAS DE MUESTREO	CAUDAL INICIAL (m ³ /s)	VELOCIDAD (m/s)	DBO ₅ (mg/l)	CONCENTRACIÓN O ₂ (mg/l)	CONCENTRACIÓN SATURACIÓN EN AGUA A 24°C	DÉFICIT DE O ₂
17/02/2012	0,0031	5	249	0,67	9,2	8,53
18/02/2012	0,00337	6,2	355	0,87		8,33
19/02/2012	0,00337	5,8	319	0,7		8,5
20/02/2012	0,00337	7,2	334	0,82		8,38
21/02/2012	0,00337	8,2	425	0,75		8,45
22/02/2012	0,00337	6,25	182	0,77		8,43
23/02/2012	0,00337	9,1	141	0,66		8,54

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar

El promedio del déficit de oxígeno en la red de alcantarillado de la parroquia de Yaruquí, durante siete días de monitoreo es de 8.45 mg/l., según interpretación de la tabla N° 4.34

En Q_2 (tramo de 5 kilómetros)

Aplicando la ecuación (2.8.1)

$$Q_2 = Q_0 + Q_1$$

Aplicando la ecuación (2.8.2)

$$L_0 = DBO_5 = \frac{Q_0 * DBO_5(Q_0) + Q_1 * DBO_5(Q_1)}{Q_2}$$

Tabla N° 4.35 Oxígeno disuelto por tramos.

DÍA DE MUESTREO	Caudal (0)	Caudal (1)	Caudal (2)	DBO₅ (0)	DBO₅ (1)	L₀ = DBO₅
17/02/2012	2,2	0,0031	2,2031	112	249	112,19
18/02/2012	3,2	0,00337	3,2033	105	355	105,26
19/02/2012	4,9	0,00337	4,9033	122	319	122,13
20/02/2012	3,25	0,00337	3,2533	100	334	100,24
21/02/2012	2,98	0,00337	2,9833	134	425	134,32
22/02/2012	4,21	0,00337	4,2133	120	182	120,05
23/02/2012	2,85	0,00337	2,8533	90	141	90,06

Elaborado por: Ing. Vizuette Montero Marco Omar

Aplicando la ecuación:

$$LT = DBO_5 = L_0 * e^{-k_2 * t}$$

Aplicando la ecuación (2.7):

$$K_2 = k_2 * \emptyset^{(T-20^{\circ}C)}$$

Dónde:

$\emptyset = 1,135$ para temperaturas de 4 a 20°C.

$$t = \frac{\text{distancia}}{\text{Velocidad del río}}$$

$$t = \frac{5 \text{ km}}{1585,44 \text{ Km/día}} = 0,00315 \text{ días}$$

$K_2 =$ constante de reoxigenación =0,28 (l/día)

$$K_2 = K_T = 0,28 * 1,056^{(24-20^{\circ}C)}$$

$$K_2 = 0,348$$

Cálculo de la concentración de oxígeno.

Aplicando la ecuación (2.8.3):

$$Q_2 i = \frac{Q_0 * O_2 (Q_0) + Q_1 * O_2 (Q_1)}{Q_2}$$

Tabla N° 4.36 Cálculo de la concentración de oxígeno.

DÍA DE MUESTREO	Caudal (0) (m3/s)	CONCENTRACIÓN O ₂ (mg/l)	CAUDAL(1) (m ³ /s)	CONCENTRACIÓN O ₂ (mg/l)	Caudal (2)	Oxígeno inicial mg/l
17/02/2012	2,2	7,33	0,00310	0,67	2,2031	7,32
18/02/2012	3,2	7,39	0,00337	0,87	3,20337	7,38
19/02/2012	4,9	6,6	0,00337	0,7	4,90337	6,59
20/02/2012	3,25	5,15	0,00337	0,82	3,25337	5,14
21/02/2012	2,98	5,01	0,00337	0,75	2,98337	5,00
22/02/2012	4,21	5,27	0,00337	0,77	4,21337	5,26
23/02/2012	2,85	5,6	0,00337	0,66	2,85337	5,59

Elaborado por: Ing. Vizuet Montero Marco Omar

Déficit de oxígeno inicial.

Aplicando la fórmula: la fórmula (2.3)

$$D O_2 = Conc. Satura. agua a 24^{\circ}C - O_2 I$$

$$D O_2 = 9,2 - 7,32$$

$$D O_2 = 1,88 \text{ mg/l}$$

Calculado la concentración de oxígeno inicial Tabla (4.36), nos permite aplicar la ecuación (2.3), el cual la constante (9.2 mg/l), nos permite calcular el déficit de oxígeno.

DO₂ = Déficit de oxígeno inicial

$$O_2 f = \text{Conc. Saturada. agua a } 24^\circ\text{C} - D_x$$

$O_2 f$ = oxígeno final

Aplicando la ecuación de **Streeter – Phelps**(2,9):

D_x = déficit de oxígeno en el punto (x).

$$D_x = D_0 * e^{-k_1*t(x)} + \left(\frac{k_1 + L_0}{k_2 - k_1} \right) [e^{-k_1*t} - e^{-k_2*t}]$$

Los factores k_1 (constante de oxidación) y k_2 (constante de reoxigenación) deben ser corregidos: aplicando la ecuación

Aplicando la ecuación (2.5.1)

$$K_1 = k_1 * T^{-20}$$

$$K_1 = 0,15 * 1,056^{(24-20)}$$

$$K_1 = 0,1865$$

Aplicando la ecuación (2.5.2)

$$K_2 = k_2 * T^{-20}$$

$$K_2 = 0,28 * 1,056^{(24-20)}$$

$$K_2 = 0,3481$$

$$D_x = -1,88 * e^{-(0,1865)(0,00315)} + \left(\frac{0,1865 + 112,193}{0,3481 - 0,1865} \right) [e^{-(0,1865*0,00315)} - e^{-(0,3481)*(0,00315)}]$$

$$D_x = 2,22 \text{ mg/l}$$

Oxígeno disuelto Final.

Se calcula con la fórmula:

$$O_2 f = \text{Oxígeno en saturación} - \text{Déficit de oxígeno en el punto } x$$

$$O_2 f = (9,2 - 2,22)$$

$$O_2 f = 6,98 \text{ mg/l}$$

Tabla N° 4.37 Déficit de oxígeno en un punto x.

D₀ mg/l	k1	k2	Distancia (Km)	Velocidad del río (Km/día)	Tiempo (días)	L₀=DBO5	Déficit de oxígeno en el punto (x)	Oxígeno de saturación a 20°C	Oxígeno Disuelto Final
1,88	0,1865	0,3481	5	1585,44	0,003	112,19	2,22	9,2	6,98
1,88	0,1865	0,3481	10	1585,44	0,031	112,19	2,57	9,2	6,63
1,88	0,1865	0,3481	15	1585,44	0,063	112,19	2,91	9,2	6,29
1,88	0,1865	0,3481	20	1585,44	0,094	112,19	3,26	9,2	5,94
1,88	0,1865	0,3481	25	1585,44	0,126	112,19	3,60	9,2	5,60
1,88	0,1865	0,3481	30	1585,44	0,157	112,19	3,96	9,2	5,24
1,88	0,1865	0,3481	35	1585,44	0,189	112,19	4,29	9,2	4,91
1,88	0,1865	0,3481	40	1585,44	0,252	112,19	4,64	9,2	4,56
1,88	0,1865	0,3481	45	1585,44	0,315	112,19	4,99	9,2	4,21
1,88	0,1865	0,3481	50	1585,44	0,378	112,19	5,33	9,2	3,87
1,88	0,1865	0,3481	55	1585,44	0,504	112,19	5,67	9,2	3,53
1,88	0,1865	0,3481	60	1585,44	0,63	112,19	6,02	9,2	3,18

Elaborado por: Ing. Vizquete Montero Marco Omar.

Aplicando la ecuación de **Streeter – Phelps** para poder calcular el déficit de oxígeno por tramos de 5 kilómetros, determinamos que el río Guayllabamba recupera su oxigenación a partir de los 20 kilómetros aproximadamente, teniendo en este punto una concentración de oxígeno de 3.96 mg/l; el cual se está cumpliendo con la Normativa Ambiental TULAS Libro VI. Anexo I, Tabla número 8. Criterios de Calidad para aguas de uso pecuario.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 CONCLUSIONES.

- La calidad del agua residual doméstica que evacúa la parroquia de Yaruquí al río Guayllabamba altera negativamente las propiedades físico-químicas y biológicas del cuerpo hídrico, con una alta carga contaminante según la tabla 4.24.
- La capacidad de autodepuración que tiene el río Guayllabamba es crítica, debido a que su oxígeno disuelto, DBO, sobrepasa los máximos permisibles establecidos por la normativa ambiental vigente TULAS Libro VI anexo I tabla 11, ya que el río Guayllabamba recupera su oxigenación a partir de los 20 kilómetros aproximadamente según la tabla 4.37.
- Se aplica el método estadístico ADEVA (Análisis de la Varianza), con la finalidad de comprobar la hipótesis nula, contrastar los valores tabulares (F_c) de **4,885** se determina que es valor altamente significativo puesto que superan los valores **F_t al 5%** (2,068) sino al valor de **F_t al 1%** (2,590), según 11 tabla 4.25.
- De mantener el efluente en éstas condiciones, altera considerablemente el entorno receptor (río Guayllabamba), debido a que los microorganismos patógenos de las aguas residuales convierten las aguas naturales en inseguras como fuente de suministro para la agricultura, recreación, piscicultura, entre otras actividades.

5.2. RECOMENDACIONES.

- Para el mejoramiento de la calidad de agua que se evacúa al río Guayllabamba se diseña una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas para pequeñas comunidades, misma que se instala en la parroquia Yaruquí, con una distancia de 2 kilómetros aproximadamente de la descarga (agua residual doméstica), debido a que se requiere la planta tenga una eficiencia del 62% de remoción de la DBO, como también la concentración de oxígeno disuelto de 3mg/l para cumplir la normativa ambiental TULAS Libro VI Anexo I Tabla 8; para cumplir este objetivo se basa en la tabla 4.26 y tabla 4.37 del cálculo de la DBO y déficit de oxígeno .
- Diseñar una planta de tratamientos de aguas residuales domésticas adecuada; de acuerdo a las características físico-químicas y biológicas del efluente que genera la parroquia de Yaruquí; como también se toma en cuenta los parámetros ambientales, propios de la zona.
- Diseñar un sistema de monitoreo integral para los componentes ambientales (suelo, agua, aire y ruido) en las distintas fases del proyecto (construcción y operación) respectivamente.
- Crear un instructivo de monitoreo ambiental, con la finalidad de estandarizar las técnicas de recolección y envío de las muestras para sus respectivos análisis.
- Asignar responsables para procesar adecuadamente los datos generados en los distintos monitoreos, y generar oportunamente los informes operacionales anuales u otros que sean requeridos para los análisis respectivos.

CAPÍTULO VI.

6. LA PROPUESTA.

La propuesta planteada es el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para pequeñas comunidades, el mismo que será de apoyo a las autoridades para tomar decisiones en la protección de la salud de los pobladores de la parroquia, y también cuidar el ambiente de la contaminación.

6.1. DATOS INFORMATIVOS.

La siguiente propuesta se realiza para la parroquia de Yaruquí, la misma que se encuentra a 32 kilómetros de la ciudad de Quito, su ubicación es de cero grados, 12 minutos 30 segundos latitud sur, 78 grados 20 minutos, 0 segundos longitud oeste; a 2.580,28 metros, sobre el nivel del mar, con una población de 17854 habitantes en el sector nor-oriental, del área metropolitana, y una temperatura de 14 grados centígrados. La humedad relativa es de 86.1% y la precipitación media anual es de 0.4 a 29.4 mm.

6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.

Las entidades del sector público, deben tomar decisiones orientadas a satisfacer las necesidades ambientales de la población, y por ello es importante buscar mejorar la calidad del agua del río Guayllabamba. El presente tema de tesis propone el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para pequeñas comunidades.

La EPMAPS posee de un sistema de gestión para el saneamiento de los ríos del Distrito Metropolitano de Quito DMQ, el mismo que propone construir una planta de aguas residuales en el sur de la ciudad de Quito, pero el mismo no es un justificativo para que no se diseñe una planta tratadora de aguas residuales

domésticas para pequeñas comunidades, como es este caso el de la parroquia de Yaruquí.

6.3. JUSTIFICACIÓN.

Perera. P (2001) menciona que “En los últimos quince años se han adoptado sistemas de tratamiento para agua residual clasificándola a las poblaciones en pequeñas y grandes, por lo que cada una requiere de un sistema de tratamiento apropiado para lo cual se han desarrollado nuevas tecnologías de tratamiento de las aguas residuales, necesarios para proteger la salud de las comunidades, y también cuidar el ambiente de la contaminación” (p.145).

El tratamiento de las aguas residuales, empezaron a desarrollarse ante la necesidad de velar por la salud pública y evitar las condiciones adversas provocadas por la descarga del agua residual al medio ambiente, con el progresivo aumento de la población. El propósito del tratamiento es acelerar la acción de las fuerzas de la naturaleza, bajo condiciones controladas, en instalaciones de tratamiento de tamaño comparativamente menor.

6.4. OBJETIVOS.

6.4.1. OBJETIVO GENERAL

- Diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas para pequeñas comunidades en la parroquia de Yaruquí.

6.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Dimensionar la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas para pequeñas comunidades en la parroquia Yaruquí a través de datos básicos de diseño, balance de sólidos.
- Diseñar un sistema integral de monitoreo para medir la calidad del agua tratada mediante un levantamiento sistemático de datos en puntos de muestreo seleccionados.

- Elaborar un instructivo de técnicas de monitoreo para los componentes ambientales (agua, aire, suelo y ruido).

6.5. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

El periodo de diseño es el lapso del tiempo durante el cual, la capacidad del sistema será suficiente, para atender las necesidades presentes y futuras de la parroquia de Yaruquí en lo que corresponde a la seguridad alimentaria, salud y de mantener los factores bióticos y abióticos inalterables, con la finalidad de tener un ambiente sostenible y sustentable como manda la constitución política del estado Ecuatoriano.

Para la determinación del periodo de diseño se tomaron en cuenta lo siguiente:

- Nivel socioeconómico de la población (medio bajo) Fuente: Encuesta de estratificación del nivel socioeconómico, INEC 2011
- Vida útil de la estructura que conforma el sistema proyectado para 20 años (RAS 2000)
- Tasa de crecimiento poblacional (1%) (datos del INEC)
- Tiempo de tratamiento (1 hora de retención hidráulica)

Tabla N° 6.1 Periodo de planeamiento de redes de recolección y evacuación de aguas residuales y lluvias.

NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA	PERÍODO DE DISEÑO (años)
Bajo y Medio	15
Medio Alto	20
Alto	25

Fuente: Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS-2000

6.6.DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN FUTURA.

Para poder conocer el crecimiento y distribución espacial y temporal de la población es necesario recurrir a metodologías de proyección (método EX IEOS y método Geométrico), donde se puede diferenciar dos niveles distintos. En primer lugar se debe aplicar un modelo, el cual parte de una población en las fechas deseadas.

En segundo lugar es necesario estimar los valores futuros del conjunto de parámetros de la proyección, la forma más sencilla de proyectar la población futura es aplicar a la población actual la tasa de crecimiento prevista para el periodo proyectado.

Aplico las siguientes fórmulas:

Método EX IEOS

$$Pf = P_a(1 + i)^n \quad \text{Ecuación (6.1)}$$

Método Geométrico

$$Pf = P_{UC}(1 + i)^{TF-Tve} \quad \text{Ecuación (6.2)}$$

6.6.1. SISTEMAS DE TRATAMIENTO.

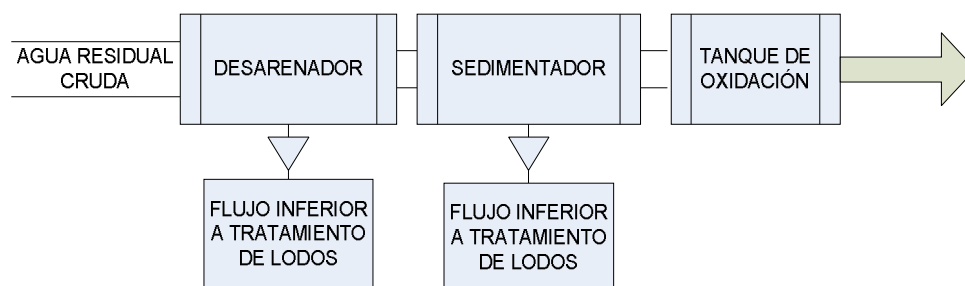
Las rejillas tienen como objeto separar y retener los cuerpos voluminosos flotantes y en suspensión, que arrastra consigo el agua residual, de esta forma se logra:

- Eludir posteriores depósitos.
- Interceptar la materia que por sus excesivas dimensiones podrían dificultar el funcionamiento de las unidades posteriores (desarenador, sedimentador, tanque de oxidación, medidor de caudal, etc.)
- Aumentar la eficiencia de los tratamientos posteriores.

6.6.2. DESCRIPCIÓN DEL TRATAMIENTO.

Las características de las aguas residuales domésticas de la parroquia Yaruquí, tiene presencia de sólidos gruesos y partículas abrasivas, hacen necesaria la utilización de dispositivos de retención o triturado antes del tratamiento biológico.

Figura N° 6.1. Subsistemas de tratamiento de agua residual doméstica



Elaborado por: Ing. Vizquete Montero Marco Omar.

Tabla N° 6.2. Información típica para el proyecto de rejillas y barras de limpieza manual y mecánica

CARACTERÍSTICAS	LIMPIEZA MANUAL	LIMPIEZA MECÁNICA
Tamaño de la barra		
Anchura (mm)	5 – 15	5 – 15
Profundidad (mm)	25 – 37,5	25 – 37,5
Separación entre barras (mm)	25 – 50	15 – 75
Pendiente en relación a la vertical, grados	25 – 50	50 – 82,5
Velocidad de aproximación (m/s)	150	150
Pérdida de carga admisible	150	150

Fuente: Ingeniería de aguas residuales, tratamiento, vertido y reutilización Metcalf & Eddy

6.6.2.1. REJILLAS DE LIMPIEZA MANUAL.

Se utiliza en pequeñas y grandes instalaciones donde ayudan a proteger las bombas y tornillos en caso que sea necesario utilizar para elevar agua hasta la planta de tratamiento de aguas residuales antes del desbaste.

Las rejas están construidas por barrotes rectos soldados a unas barras de separación situadas en la parte superior.

6.6.2.2. DIMENSIONAMIENTO

El cálculo de las dimensiones de las rejillas es imprescindible determinar la velocidad a la cual llega el agua residual hasta la instalación donde va a ser tratada, para luego hacer una comparación con parámetros de velocidad y abertura de las rejas (sugeridos en la bibliografía).

Ecuación De Manning.

$$v = \frac{1}{n} R h^{2/3} S^{1/2} \quad \text{Ecuación (6.3)}$$

Dónde:

V = velocidad

n = Coeficiente de Manning

Rh =Radio hidráulico

S = Gradiente hidráulico

Cálculo de la suma de separaciones entre barras.

$$b_g = \left(\frac{b - e}{S + e} + 1 \right) e \quad \text{Ecuación (6.4)}$$

Cálculo del área entre barrotes

$$\text{Hipotenusa} = \frac{h}{\text{sen } b} \quad \text{Ecuación (6.5)}$$

Cálculo de la velocidad a través de la rejilla.

$$v = \frac{Q}{A} \quad \text{Ecuación (6.6)}$$

Cálculo del número de barrotes

$$n = \frac{b_g}{e} - 1 \quad \text{Ecuación (6.7)}$$

A continuación se detalla información de rejillas para el volumen que pueda soportar y qué tipo de materias puedan ser retenidas.

Tabla. N° 6.3 Volumen de materias retenidas en las rejillas.

SEPARACIÓN LIBRE ENTRE BARRAS (mm)	VOLUMEN RETENIDO (l/hab.año)
3	15 – 25
20	5 – 10
40 – 50	2 – 3

Fuente: Manual de depuración Uralita

Las aguas residuales domésticas llegarán a la planta de tratamientos por gravedad, conducidas por el emisor, hasta el lugar donde será construida la planta de tratamiento de aguas residuales, los materiales sólidos y bastos, tales como cáscaras de frutas, aparatos, palos, trozos de papel y madera que frecuentemente e inexplicablemente encuentran su destino en el sistema de alcantarillado, se separan pasando las aguas a través de las rejillas, hechas con varillas de hierro paralelas.

El propósito fundamental de los dispositivos de cribado es proteger a los dispositivos subsiguientes de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas.

Tabla N° 6.4 Características de las materias retenidas en la rejilla.

CARACTERÍSTICAS	PORCENTAJE %
Contenido de humedad	15 – 25
Contenido de materia orgánica	5 – 10
Contenido de materia inerte	2 – 3

Fuente: Manual de depuración Uralita

La velocidad de paso a través de las rejas debe ser suficiente para que las materias en suspensión se apliquen sobre ella sin que provoque una gran pérdida de carga ni atascamiento en los barrotes, para esto se establece una velocidad mínima y máxima que generalmente oscila entre 0,6 y 1,0 m/s, pudiendo llegar hasta 1,4 m/s como máximo.

Las pérdidas de carga están comprendidas entre 0,05 y 0,15 metros en aguas potables y entre 0,10 y 0,40 en aguas residuales.

6.6.2.3. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE LAS REJILLAS.

La información básica para el diseño de las rejillas de espesor grueso o fino se presenta en la Tabla 6.5; el análisis asociado con el uso de equipos para el tamizado grueso completa la determinación de las pérdidas de carga producidas por el paso del agua a través de éstas unidades Ver anexo 19.

Tabla N° 6.5 Parámetros de diseño de rejilla.

PARÁMETROS DE DISEÑOS	UNIDAD	RANGO	REJILLA GRUESA	REJILLA FINA
Espaciamiento entre barras	mm	15 – 50	40	20
Diámetro de las barras	pulgadas	3/8 - 1 1/2	½	½
Velocidad de aproximación	m/s	0,3 - 0,6	0,45	0,5
Velocidad a través de las barras	m/s	0,3 - 0,6	0,6	0,6
Ángulo de inclinación	°	60 – 45	45	45

Fuente: Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS-2000

Las pérdidas hidráulicas a través de las rejillas son una función de la velocidad de aproximación del fluido a través de los barrotes. Las pérdidas de carga a través de una rejilla, se puede estimar por medio de la siguiente ecuación.

$$h_f = \frac{1}{0,7} \left(\frac{V^2 - v^2}{2 * g} \right) \quad \text{Ecuación (6.8)}$$

Dónde:

$h_f = 1/0,7$ Coeficiente empírico que incluye pérdidas de turbulencia y formación de remolinos.

V = velocidad del flujo a través del espacio entre las barras de la reja (m/s)

v = velocidad de aproximación del fluido hacia la reja (m/s)

g = aceleración de la gravedad (m/s^2)

Las pérdidas de carga calculadas con ayuda de la ecuación solo pueden ser aplicadas en caso de que las rejillas estén limpias, ya que las pérdidas de carga aumentan en la medida en que las rejillas se van saturando con los residuos retenidos

Las pérdidas de carga en el diseño de rejillas se pueden estimar suponiendo que parte del espacio disponible para el agua a tratar se encuentre obstruido, cuando se realiza la limpieza mecánica de las rejillas, el mecanismo actúa a medida que las pérdidas van aumentando.

6.6.2.4. DESARENADOR.

El término arena se emplea para referirse a las arenas propiamente dichas, a las gravas, cenizas y cualquier otro material pesado cuya velocidad de sedimentación o peso específico sea considerablemente mayor al de los sólidos orgánicos susceptibles a la descomposición presentes en el agua residual. Las arenas se remueven de las aguas residuales para:

- Proteger los equipos mecánicos y de abrasión y el excesivo desgaste.

- Reducir la formación de depósitos de sólidos pesados en unidades y conductos aguas abajo.
- Reducir la frecuencia de limpieza de los digestores por causa de acumulación excesiva de arenas.

Normalmente los desarenadores se ubican después de las unidades que remueven sólidos gruesos (tamizado) y antes de tanques de sedimentación primaria, aunque en algunas plantas de tratamiento los desarenadores anteceden las unidades de tamizado. Por lo general, la instalación de unidades de tamizado fino antes del desarenador facilita la operación y mantenimiento de las unidades destinadas a la remoción de arenas. Ver anexo 19

6.6.2.5. DESARENADORES RECTANGULARES DE FLUJO HORIZONTAL.

En los desarenadores rectangulares de flujo horizontal el agua a tratar pasa a través de la cámara en dirección horizontal y la velocidad lineal del flujo se controla con las dimensiones del canal, ubicando compuertas especiales a la entrada para lograr una mejor distribución del flujo, o utilizando vertederos de salida con secciones especiales.

Tabla N° 6.6. Relación entre diámetros, partículas, velocidad y sedimentación de arenas.

MATERIAL	LÍMITE DE LAS PARTÍCULAS (cm)	DE REYNOLDS	Vs	RÉGIMEN	LEY APLICABLE
Grava	> 1.0	> 10.000	100	Turbulento	$V_s = 1.82 \sqrt{dg \left(\frac{a-}{\mu}\right)}$ Newton Ecuación (6.9)
Arena Gruesa	0.100	1000	10.0	Transición	$V_s = 0,22 \left(\frac{a-}{\mu}\right)^{2/3} \left[\frac{d}{(\mu/\rho)^{1/3}} \right]$ Allen Ecuación (6.10)
	0.080	600	8.3		
	0.050	180	6.4		
	0.050	27	5.3		
	0.040	17	4.2		

	0.030	10	3.2		
	0.020	4	2.1		
	0.015	2	1.5		
Arena Fina	0.010	0.8	0.8	Laminar	$V_s = \frac{1}{18} g \left(\frac{a-}{\mu} \right) d^2$ Stokes Ecuación (6.11)
	0.008	0.5	0.6		
	0.006	0.24	0.4		
	0.005	1.0	0.3		
	0.004	1.0	0.2		
	0.003	1.0	0.13		
	0.002	1.0	0.06		
	0.001	1.0	0.015		
CONTAMINANTES	UNIDAD	CONCENTRACIÓN			
		DÉBIL	MEDIA	FUERTE	
Sólidos Totales	mg/l	350	720	1200	
Disueltos Totales	mg/l	250	500	850	
Disueltos Fijos	mg/l	145	300	525	
Disueltos Volátiles	mg/l	105	200	325	
Sólidos en Suspensión	mg/l	100	220	350	
Sólidos Fijos	mg/l	20	55	75	
Sólidos Volátiles	mg/l	80	165	275	

Fuente: Linsley, E. Franzini, J.

Tabla N° 6.7. Criterios de diseño para desarenadores rectangulares de flujo horizontal.

CARACTERÍSTICA	VALOR		
	UNIDAD	INTERVALO	VALOR USUAL
Tiempo de retención para el caudal pico	min	2 – 5	3
Dimensiones			
Profundidad	m.	2 – 5	3
Longitud	m.	7.5 – 20	12
Ancho	m.	2.5 – 7	3.5
Relación ancho – profundidad	Razón	1:1 a 5:1	1.5:1
Relación Largo- ancho	Razón	3:1 a 5:1	4:1

Fuente: Organización Panamericana de la Salud.

6.6.2.6. DIMENSIONAMIENTO DEL DESARENADOR RECTANGULAR.

Los desarenadores están ubicados después de las rejillas, el propósito es separar la arena del material orgánico susceptible de putrefacción es evitar depósitos de arena en los tanques de aireación, obstrucción de tuberías, desgaste de rastras en sedimentadores, bombas, etc. El equipo mecánico y electromecánico se desgasta con mayor rapidez debido a la arena.

Durante la época de lluvias se arrastra gran cantidad de éste material, por lo que es necesario que su diseño considere el manejo eficiente del agua en esa época, ya que es cuando se requiere de los desarenadores.

Se diseña para separar del agua partículas minerales de hasta 0.2 mm de diámetro; sin embargo existen restos de alimentos que tienen diámetro grande, con velocidad de sedimentación semejante a la de la arena, por lo que el material extraído del desarenador contiene partículas orgánicas y debe manejarse adecuadamente para prevenir y atenuar el mal olor.

El volumen del desarenador rectangular se lo calcula mediante la ecuación:

$$V = Q_p * T_r \quad \text{Ecuación (6.12)}$$

Se determina la velocidad de sedimentación de acuerdo con los criterios indicados en la tabla 6.2 en relación a los diámetros de las partículas:

$$V_s = \frac{1}{18} g \left(\frac{d_a - d_{agua}}{\mu} \right) d^2 \quad \text{Ecuación (6.13)}$$

Dónde:

V_s = Velocidad de sedimentación (cm)

d = Diámetro de la partícula (cm)

μ = Viscosidad cinemática del agua (cm²/s)

d_a = Densidad de la arena (g/cc)

g = Aceleración de la gravedad (cm/ s²)

Al disminuir la temperatura aumenta la viscosidad afectando la velocidad de sedimentación de las partículas (aguas frías retienen sedimentos por periodos más largos que cursos de agua más caliente)

Se comprueba el número de Reynolds

$$R_e = \frac{V_s * d}{\mu} \quad \text{Ecuación (6.14)}$$

En caso que el número de Reynolds no cumpla para la aplicación de la Ley de Stokes ($Re < 0.5$), se debe realizar un reajuste al valor V_s considerando la sedimentación de la partícula en régimen de transición, mediante el término del diámetro y el término de velocidad de sedimentación.

Se determina además, el coeficiente de arrastre (C_d) valor del número con el valor del número de Reynolds a partir del valor V_s hallado.

$$V_s = \frac{24}{R} + \frac{3}{\sqrt{R}} + 0.34 \quad \text{Ecuación (6.15)}$$

Se debe determinar la velocidad de sedimentación de la partícula en la zona de transición mediante:

$$V_s = \sqrt{\frac{4}{3} * \frac{g}{C_D} (a - 1) * d} \quad \text{Ecuación (6.16)}$$

Se realiza un ajuste tomando en cuenta el tiempo de retención teórico del agua respecto al práctico (coeficiente de seguridad).

Se tiene que:

$$V_s = \frac{Q}{A_s} \quad \text{Ecuación (6.17)}$$

Entonces:

$$V_s = \left(\frac{Q * coefic. seg}{A_s} \right) \quad \text{Ecuación (6.18)}$$

Determinamos la velocidad límite que responde al material o velocidad de desplazamiento.

$$V_d = \sqrt{\frac{8k}{f} g(a - 1)d} \quad \text{Ecuación (6.19)}$$

Dónde:

k= Factor de forma (0.04, arenas unigranulares no adheribles)

Vd= Velocidad de desplazamiento (cm/s)

f= Factor de rugosidad de la cámara

Se determina la velocidad horizontal (Vh), mediante:

$$V_h = \frac{Q}{A_t} \quad \text{Ecuación (6.20)}$$

Se debe cumplir la relación $V_d > V_h$ lo que asegura que no se producirá la resuspensión. La longitud de la transición de ingreso se determina mediante:

$$L_{g1} = \frac{B - b}{2 * tg} \quad \text{Ecuación (6.21)}$$

Dónde:

Θ = ángulo de divergencia (12°)

B= ancho del sedimentador (m)

b= ancho del canal de llegada a la transición (m)

6.7. TRATAMIENTO PRIMARIO.

6.7.1. SEDIMENTADOR.

El proceso de sedimentación o decantación es uno de los más comunes en los tratamientos de aguas residuales y consiste en la separación del agua, a través del asentamiento gravitacional, de las partículas disueltas que son más pesadas que el agua. Los términos decantación o sedimentación son usados para el mismo proceso y así se los llama tanques de sedimentación o tanques de flotación.

Los tanques de sedimentación pequeños, de diámetro o lado no mayor deben ser proyectados sin equipos mecánicos. La forma puede ser rectangular, circular o cuadrado; los rectangulares pueden tener varias tolvas y los circulares o cuadrados una tolva central, como es el caso de los sedimentadores tipo Dormund. La inclinación de las paredes de las tolvas de lodos es de por lo menos 60° con respecto a la horizontal.

El objetivo principal de los tanques de sedimentación es la eliminación de los sólidos sedimentables.

6.7.1.1. DIMENSIONAMIENTO DEL SEDIMENTADOR RECTANGULAR.

El cálculo está enfocado a determinar las dimensiones de los tanques, es decir el largo, área, ancho y altura.

El área superficial del tanque sedimentador se la obtiene mediante:

$$A = \frac{Q}{v_c} \quad \text{Ecuación (6.22)}$$

Dónde:

A= Área superficial del tanque sedimentador en (m²)

Q = Caudal a tratar en m³/h

v_c = Velocidad terminal en m/h

Se detalla los valores sugeridos para la velocidad terminal.

Tabla N° 6.8 Velocidades terminales o caudal medio.

DECANTACIÓN PRIMARIA	VELOCIDAD O CAUDAL MEDIO		
	VALOR MÍNIMO	VALOR TÍPICO	VALOR MÁXIMO
Decantadores Circulares	1,0 m/h	1,5 m/h	2,0 m/h
Decantadores Rectangulares	0,8 m/h	1,3 m/h	1,8 m/h

Fuente: Manual de depuración Uralita

Tabla N° 6.9 Velocidades terminales o caudal máximo.

DECANTACIÓN PRIMARIA	VELOCIDAD O CAUDAL MÁXIMO		
	VALOR MÍNIMO	VALOR TÍPICO	VALOR MÁXIMO
Decantadores Circulares	2,0 m/h	2,5 m/h	3,0 m/h
Decantadores Rectangulares	1,8 m/h	2,2 m/h	2,6 m/h

Fuente: Manual de depuración Uralita

Para calcular las dimensiones del interior del tanque sedimentador se toma en cuenta la siguiente recomendación de parámetros de diseño dada en la bibliografía:

- Relación de largo/ancho de 1/3 y se aplica la siguiente ecuación:

$$A = L_g * b \quad \text{Ecuación (6.23)}$$

Dónde:

L_g = Largo del tanque sedimentador en (m)

b = Ancho del tanque sedimentador en (m)

Aplicando la relación largo/ancho tomada en la bibliografía se tiene:

$$l_g = 3b \quad \text{Ecuación (6.24)}$$

Reemplazando Lg en la ecuación (6.24)

$$A = 3b * b \quad \text{Ecuación (6.25)}$$

$$A = 3b^2 \quad \text{Ecuación (6.26)}$$

$$A = \sqrt{\frac{A}{3}} \quad \text{Ecuación (6.27)}$$

Una vez determinado el ancho del tanque sedimentador procedemos al cálculo del largo del mismo con ayuda de la ecuación (6.28)

Consecutivamente se realiza la determinación del volumen del tanque sedimentador, aplicando:

$$V = b * l_g * H \quad \text{Ecuación (6.28)}$$

Dónde:

V = Volumen del tanque sedimentador (m³)

b= Ancho del tanque sedimentador (m)

Lg = Largo del tanque sedimentador (m)

H = Altura del tanque sedimentador (m)

6.7.1.2.TIEMPO DE RETENCIÓN HIDRÁULICO.

Es el tiempo que se estima demora la partícula en recorrer la longitud del sedimentador en sentido horizontal desde el momento de su entrada al sistema:

$$Tr_h = \frac{V}{Q} \quad \text{Ecuación (6.29)}$$

Donde

T_{rh} = Tiempo de retención hidráulico (h)

Q = Caudal a tratar (m^3/h)

V = Volumen (m^3)

En caso de no poder obtener el tiempo de retención mediante el cálculo se puede utilizar los siguientes tipos de retención:

Tabla N° 6.10. Tiempos de retención para sedimentadores.

DECANTACIÓN PRIMARIA	VELOCIDAD A CAUDAL MÁXIMO		
	Valor mínimo	Valor típico	Valor máximo
Tiempo de retención para caudal medio	1,5 h	2,0 h	3,0 h
Tiempo de retención para caudal máximo	1,0 h	1,5 h	2,0 h

Fuente: Manual de depuración Uralita

Con la decantación primaria se usa como tratamiento único, deben incorporarse las cifras anteriores en un 30%.

6.8. TRATAMIENTO SECUNDARIO.

Los objetivos que persigue este tipo de tratamiento son la transformación de la materia orgánica y la coagulación y eliminación de los sólidos coloidales no sedimentables. En el caso de algunas aguas residuales urbanas, también se persigue la eliminación de Nitrógeno y de Fósforo. Por último, se consigue además la disminución de los microorganismos patógenos y fecales que habitan el agua residual.

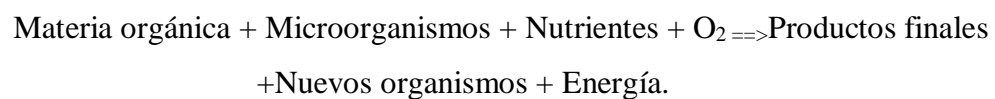
6.8.1. OXIDACIÓN BIOLÓGICA.

Después del tratamiento primario, preliminar del agua residual doméstica; pasa a la etapa de tratamiento secundario que parte de la oxidación biológica a las etapas subsecuentes.

La oxidación biológica consiste en suministrar oxígeno al agua residual en unos tanques cuyo volumen está previamente calculado para mantener el agua durante un tiempo de cuando menos una hora, regulando el oxígeno disuelto entre 1 a 3 mg/l.

Para que las bacterias de tipo aerobio se reproduzcan por división binaria, en el fundamento de que si a éstas bacterias se les proporcionan los medios de reproducción adecuados como son nutrientes, temperatura y oxígeno, de una célula bacteriana, a los 20 minutos, se obtienen dos células, de estas dos, cuatro y así sucesivamente de tal forma que en 24 horas se obtienen millones de bacterias vivas y activas que se encargan de degradar la materia orgánica, reduciendo los niveles de contaminación.

En éste tanque se debe mantener en equilibrio la biomasa (bacterias y materia orgánica) para que se lleve a cabo el proceso de degradación y a la vez exista la formación de flóculos.



6.8.2. DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE DE OXIDACIÓN RECTANGULAR.

En el dimensionamiento de ésta unidad se debe prestar especial atención en la determinación del área superficial del mismo, esto se debe a que hay que controlar que el tiempo de retención en el tanque sea el necesario para que el agua

residual en éste último proceso tenga un grado de depuración eficiente, previo a la descarga al cuerpo de agua Ver Anexo 19.

Como primer paso se determina el volumen del tanque mediante la aplicación de la siguiente fórmula.

$$V = Q + t_r \quad \text{Ecuación (6.30)}$$

Dónde:

V = Volumen del tanque de oxidación (m³)

Q= Caudal a tratar (m³/s)

t_r = Tiempo de retención (h)

Conociendo que:

$$V = A * H \quad \text{Ecuación (6.31)}$$

Dónde:

V= Volumen del tanque de oxidación (m³)

A= Área superficial del tanque de oxidación (m²)

H= Altura del tanque en (m)

Despejado se tiene:

$$A = \frac{V}{H} \quad \text{Ecuación (6.32)}$$

En la determinación de las dimensiones de largo y el ancho del tanque de oxidación se recurre a la ecuación (6.28) y la ecuación (6.31) respectivamente.

6.8.3. BOMBA DE AIREACIÓN.

Debido a la gran cantidad de oxígeno que se necesita para el proceso de aireación, este debe ser aportado de forma constante al agua residual doméstica,

esto puede hacerse inyectando aire u oxígeno gas en el agua.

Para el cálculo de la potencia de la bamba de aireación para la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas utilizaremos la ecuación de Degremont, cuya ecuación es:

$$P = \frac{Q \times H_{Total}}{\mu \times 366} \quad \text{Ecuación (6.33)}$$

Dónde:

P = Potencia a suministrar por la bomba en Kw

Q = Caudal que suministra la bomba en m^3/h

H_{Total} = Altura total

μ = rendimiento de la bomba

6.9. MODELO OPERATIVO.

6.9.1. DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN FUTURA.

Valdez y Vázquez (2008) “Las agua residuales urbanas domésticas proceden de la actividad humana, por tanto es esencial conocer las características de los asentamientos humanos que vierten los efluentes sobre la cuenca hidrográfica. Las características que presenten estos núcleos de población nos permiten analizar el comportamiento respecto al crecimiento y distribución espacial de ésta” (p.90).

La población futura se ha determino promediando los resultados de los dos métodos de cálculo, tomando en cuenta un índice de crecimiento del 1% que tiene la parroquia de Yaruquí (según último censo de población y vivienda 2010 realizado por el INEC) y un periodo de diseño de 20 años.; dado que la mayoría de las plantas de tratamiento se diseñan para condiciones previstas en el futuro, los criterios de diseño deben de considerarse las condiciones existentes en el momento, éstas se basan en estimaciones sobre la población a servir y en los estudios de costo - beneficio para los periodos de diseño.

Método EX – IEOS

Aplicando la ecuación (6.1):

$$Pf = Pa (1+i)^n$$

$$Pf = 17854 (1 + 0.01)^{20}$$

$$Pf = 21785 \text{ hab}$$

Método Geométrico.

Aplicando la ecuación (6.2)

$$Pf = P_{UC} (1+i)^{Tf-Tuc}$$

$$Pf = 17854 (1+0, 01)^{2033-2012}$$

$$Pf = 22003 \text{ Hab.}$$

Al promediar, se obtiene una población futura de diseño de **21894** hab.

6.9.2. CAUDALES DE DISEÑO.

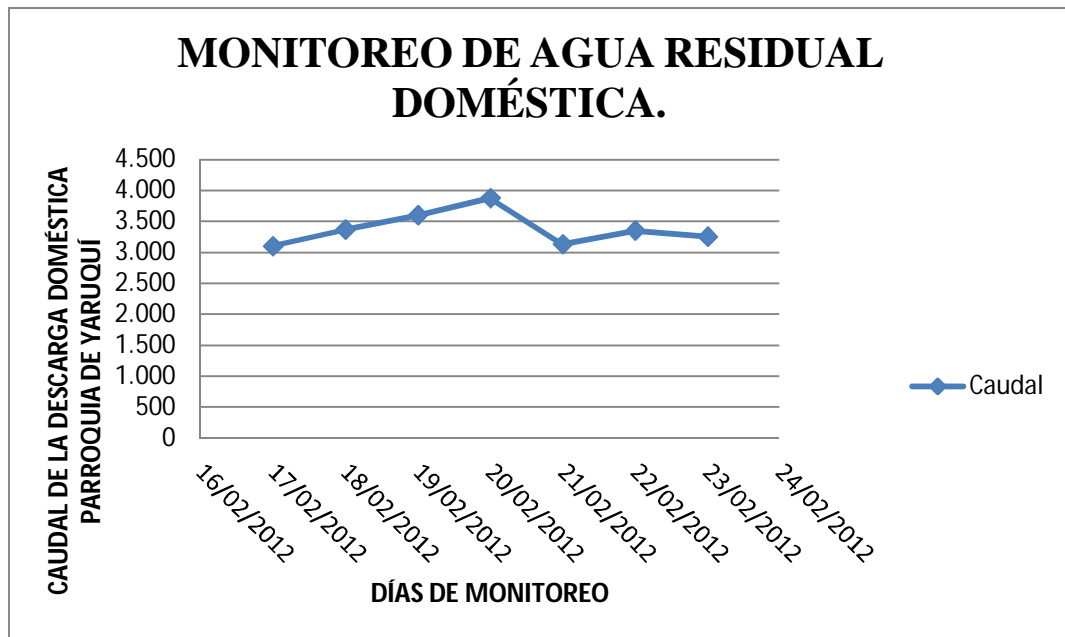
De acuerdo con las normas vigentes (INEN, TULAS, RAS) el caudal de las aguas residuales domésticas varía entre el 70% y 80% de la dotación de agua potable.

Tabla 6.11. Resultado en la medición de caudales.

DÍAS DE MUESTREO	CAUDAL (l/s)	RADIO HIDRÁULICO (m)
17/02/2012	3.101	0,11
18/02/2012	3.369	0,11
19/02/2012	3.601	0,11
20/02/2012	3.878	0,11
21/02/2012	3.135	0,11
22/02/2012	3.353	0,11
23/02/2012	3.253	0,11
PROMEDIO	3.384	0,11

Elaborado por: Ing. Vizueté Montero Marco Omar (Fuente EPMAPS)

Gráfico N° 6. 1. Resultados de la medición de caudal de aguas residuales domésticas de la parroquia de Yaruquí.



Elaborado por: Ing. Vizuette Montero Marco Omar (Fuente EPMAPS)

Agua residual doméstica aforada en la parroquia de Yaruquí 3,384 (l/s), según la tabla (6.11).

Cálculo de la dotación de agua, a partir de la medición de agua residual que se obtiene del muestreo tabla 4.2.

$$Dotación \left(\frac{l}{hab} \cdot dia \right) = \frac{Q \text{ promedio} * 1000 \frac{l}{m^3}}{\text{número de habitantes}} \quad \text{Ecuación (6.34)}$$

Aplicando la ecuación (6.29)

$$Dotación (l/hab.dia) = \frac{(292.37m^3/día) (1000 \frac{l}{m^3})}{17854 \text{ hab}} = 16,37 \text{ lt hab/día}$$

6.9.3. CAUDAL DE DISEÑO.

Calculo del caudal promedio considerando la población futura que se estima sea 21894 hab. Mediante la ecuación:

$$Q_{promedio} = \frac{\# \text{ hab} * \text{dotación de agua} \frac{l}{\text{hab}} \cdot \text{dia}}{1000 l/m^3} \quad \text{Ecuación (6.35)}$$

Aplicando la ecuación (6.30):

$$Q_{promedio} = \frac{21894 \text{ hab} * \frac{16,37l}{\text{hab}} \cdot \text{dia}}{1000 l/m^3} = 358.40 m^3/\text{día}$$

$$Q_{promedio} = 14,93 \frac{m^3}{h}$$

Caudal de diseño

$$Q_{dis} = Q_{promedio} * M$$

Dónde:

Tabla N° 6.12 Caudal de diseño.

Caudal de diseño	Q dis.		m^3/d
Caudal promedio	Q prom	14,93	m^3/d
Factor de Harmon	M		

Elaborado por: Ing. Vizquete Montero Marco Omar.

Cálculo del factor de Harmon utilizado para la estimación del caudal máximo que genera una población, mediante la ecuación

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P_f}} \quad \text{Ecuación (6.36)}$$

Dónde:

Población final en miles de habitantes Pf = 21894 hab.

Aplicando la ecuación (6.36)

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{21894}} = 1,092$$

$$Q_{\text{dis}} = 358,40 \text{ m}^3/\text{día} * 1,092$$

$$Q_{\text{dis}} = 391.37 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$Q_{\text{dis}} = 0,00453 \text{ m}^3/\text{s}$$

6.10. DIMENSIONAMIENTO DE LAS REJILLAS (PRE TRATAMIENTO).

Para el dimensionamiento de las rejillas es necesario diseñar el canal por el cual se conduce el agua hacia el proceso de tratamiento, se debe considerar también que las rejillas de limpieza manual se instalan con una inclinación de 30 a 60° con respecto al plano horizontal. Ver anexo 19

Se recurre a la ecuación (6.3) para el cálculo de la velocidad de entrada en la tabla (6.10) se encuentra el valor promedio del radio hidráulico “R_h” de la alcantarilla que conduce el agua residual y una pendiente “s” del 2%.

$$v = \frac{1}{n} R h^{2/3} S^{1/2} \quad \text{Ecuación (6.37)}$$

Dónde:

Tabla N° 6. 13 Dimensionamiento de las rejillas.

Factor de Manning	N	0,013	
Radio hidráulico	Rh	0,11	m
Pendiente	S	2	%

Elaborado por: Ing. Vizuet Montero Marco Omar.

El valor de factor de Manning para el concreto que es el material con el que se ha de construir la planta es de 0,013 y es a dimensional.

$$v = \frac{1}{0,013} (0,11)^{2/3} (0,02)^{1/2}$$

v= 2,49 m/s.

Cálculo de las dimensiones del canal

Área transversal del canal. Con la ecuación (6.6)

$$A = \frac{Q}{v}$$

Dónde:

Tabla N° 6.14 Cálculo de las dimensiones del canal.

Área transversal del canal	A		m^2
Caudal	Q	0,00453	m^3/s
Velocidad de entrada al flujo	v	2,49	m/s

Elaborado por: Ing. Vizuite Montero Marco Omar.

La velocidad de entrada de flujo se calcula mediante la ecuación de Manning.

$$A = \frac{0,00453 \text{ m}^3/s}{2,49 \text{ m/s}}$$

$$A = 0,001819 \text{ m}^2$$

Altura efectiva. Ecuación

$$A = b * H \quad \text{Ecuación (6.38)}$$

Dónde:

Tabla N° 6.15 Cálculo altura efectiva.

Altura efectiva	H		m.
Área transversal del canal	A	0,001819	m^2
Ancho del canal (propuesto)	b	0,8	m.

Elaborado por: Ing. Vizuite Montero Marco Omar.

Aplicando la ecuación (6.38)

$$H = \frac{0,001819m^2}{0,80 m}$$

$$H = 0,00227 m$$

Profundidad.

Finalmente al establecer un borde libre de 0,15 m, la profundidad total del canal se redondea a 0,70 m.

Las dimensiones finales del canal de entrada; así como también de las dimensiones de las rejillas tanto de grueso como de finos tienen una separación de 5 metros están resumidas en la tabla (6.5)

Cálculo de la sumas de las separaciones entre barras para las rejillas de gruesos.

Usando la ecuación (6.4)

$$b_g = \left(\frac{b - e}{S + e} + 1 \right) e$$

Donde

Tabla N° 6.16 Cálculo de la sumas de las separaciones entre barras para las rejillas de gruesos

Suma de separaciones entre barras	b_g		m.
Ancho del canal de entrada (propuesto)	b_g	800	mm.
Separación entre barras	e	40	mm.
Espesor de las barras	S	12,7	mm.

Elaborado por: Ing. Vizueté Montero Marco Omar.

$$b_g = \left(\frac{800 - 40}{12,7 + 40} + 1 \right) 40$$

$$b_g = 616,85 mm = 0,62 m$$

Por lo tanto se tiene la separación total de 0,62 m lo que quiere decir que los barrotes ocupan 0,18 m del ancho total del canal que es de 0,80 metros.

Cálculo del área entre barrotes para la rejilla de gruesos.

Aunque diariamente el flujo en el canal debe ser laminar, se recomienda que el agua tenga una velocidad de al menos 0.5 m/s para detener los materiales que se procura, dejando pasar las partículas pequeñas. Sin embargo, durante la época de lluvia la velocidad se incrementa: en éstas condiciones se recomienda que la velocidad máxima sea de 2.0 m/s.

En el diseño de rejillas se considera el caudal de aguas residuales y los tirantes que se presentan antes y después del emparrillado, los cuales depende de la cantidad de material retenido, que puede evaluarse mediante el porcentaje de emparrillado que obstaculizan.

Usando la ecuación (6.5)

$$Hipotenusa = \frac{H}{\text{Sen } b}$$

Dónde:

Tabla N° 6.17 Cálculo del área entre barrotes para la rejilla de gruesos

Altura efectiva	H	0,00227	m.
Ancho del canal	b	0,8	m.

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar

$$Hipotenusa = \frac{0,00227}{\text{Sen } (80)} = 0,00230$$

$$\text{Área libre} = 0,62 \text{ m} * 0,00230 \text{ m}$$

$$\text{Área libre} = 0,0014 \text{ m}^2$$

Cálculo de la velocidad a través de la rejilla de gruesos

Mediante la ecuación (6.6)

$$v = \frac{Q}{A}$$

Dónde:

Tabla N° 6.18 Cálculo de la velocidad a través de la rejilla de gruesos.

Velocidad de la rejilla	V		m/s
Caudal del diseño	Q	0,00452	m ³ /s
Área libre	A	0,0014	m ²

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar

$$v = \frac{0,00452 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0014 \text{ m}^2}$$

$$v = 3,23 \text{ m/s}$$

Cálculo del número de barrotes de la rejilla de gruesos

Usando la ecuación (6.7)

$$n = \frac{b_g}{e} - 1$$

Dónde:

Tabla N° 6.19 Cálculo del número de barrotes de la rejilla de gruesos

Número de barrotes	n		
Suma de separaciones entre barrotes	bg	616,85	mm.
Separación entre barras	e	40	mm.

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar

$$n = \frac{616,85 \text{ mm}}{40 \text{ mm}} - 1$$

$$n = 14,42 \cong 14$$

Para el cálculo de la pérdida de carga.

Usando la ecuación (6.8)

$$h_f = \frac{1}{0,7} \left(\frac{V^2 - v^2}{2 * g} \right)$$

Donde

Pérdida de carga

Tabla N° 6.20 Pérdida de carga.

Pérdida de carga	Hf		m
Coefficiente empírico	K	1,4285	
Velocidad de flujo a través del espacio entre las barras de la reja	V2	3,23	m/s
Velocidad de aproximación del flujo hacia la reja	v2	2,49	m/s
Aceleración de la gravedad	g	9,8	m/s ²

Elaborado por: Ing. Vizúete Montero Marco Omar.

$$h_f = \frac{1}{0,7} \left(\frac{\left(\frac{3,23m}{s}\right)^2 - \left(\frac{2,49m}{s}\right)^2}{2 * \left(\frac{9,8m}{s^2}\right)} \right)$$

$$h_f = 0,308 \text{ m}$$

Cálculo de la suma de separaciones entre barras para la rejilla de finos.

Utilizaremos la fórmula

$$b_g = \left(\frac{b - e}{S + e} + 1 \right) 25$$

Dónde:

Tabla N° 6.21 Cálculo de la suma de separaciones entre barras para la rejilla de finos

Suma de separaciones entre barras	bg		m
Ancho del canal de entrada (propuesto)	b	800	mm
separación entre barras	b	25	mm
Espesor de las barras	S	12,7	mm

Elaborado por: Ing. Vizúete Montero Marco Omar

$$b_g = \left(\frac{800 - 25}{12,7 + 25} + 1 \right) 25$$

$$b_g = 539 \text{ mm} = 0,54 \text{ m}$$

Por lo tanto se tiene una separación total de 0,54 m lo que quiere decir lo que los barros ocupan 0,26 m del ancho total del canal, que es de 0,80 m

Cálculo del área libre entre barrotes de la rejilla de finos.

Usamos la ecuación (6.5)

$$\text{Hipotenusa} = \frac{h}{\text{Sen } b}$$

Dónde:

Tabla N° 6.22 Cálculo del área libre entre barrotes de la rejilla de finos

Altura efectiva	h	0,00227	m.
Ancho del canal	b	0,8	m.

Elaborado por: Ing. Vizquete Montero Marco Omar

$$\text{Hipotenusa} = \frac{0,00227 \text{ m}}{\text{Sen } 80} = 0,00230 \text{ m}$$

Área libre = 0,54m * 0,00230 m

Área libre= 0,00124 m².

Cálculo de la velocidad a través de la rejilla.

Utilizamos la ecuación. (6.6)

$$v = \frac{Q}{A}$$

Dónde:

Tabla N° 6.23 Cálculo de la velocidad a través de la rejilla.

Velocidad a través de la rejilla	v		
Caudal de diseño	Q	0,00453	m ³ /s
Área libre	A	0,00124	m ²

Elaborado por: Ing. Vizquete Montero Marco Omar

$$v = \frac{0,00453 \text{ m}^3/\text{s}}{0,00124 \text{ m}^2}$$

$$v = 3,65 \text{ m/s}$$

Cálculo del número de barrotes de la rejilla de finos.

Utilizaremos la ecuación (6.7)

$$n = \frac{b_g}{e} - 1$$

Dónde:

Tabla N° 6.24 Cálculo del número de barrotes de la rejilla de finos.

número de barrotes	n		
Suma de separaciones entre barrotes	b _g	539	Mm
Separaciones entre barras	e	25	Mm

Elaborado por: Ing. Vizuet Montero Marco Omar

$$n = \frac{539}{25} - 1$$

$$n = 20,56 \cong 21$$

Para el cálculo de la pérdida de carga

Se utiliza la ecuación. (6,8)

$$h_f = k \left(\frac{V^2 - v^2}{2 * g} \right)$$

Dónde:

Tabla N° 6. 25 Para el cálculo de la pérdida de carga.

Pérdida de carga	hf		
Coefficiente empírico	K	1.428	
Velocidad de flujo a través del espacio entre las barras de la reja	V2	3,23	m/s
velocidad de aproximación del flujo hacia la reja	v2	2,49	m/s
Aceleración de la gravedad	g	9,8	m/s ²

Elaborado por: Ing. Vizuet Montero Marco Omar

$$h_f = \frac{1}{0,7} \left(\frac{(3,23)^2 - (2,49)^2}{2 * 9,8} \right) \qquad h_f = 0,3080 \text{ m}$$

6.11. DIMENSIONAMIENTO DEL DESARENADOR RECTANGULAR (PRE TRATAMIENTO).

Caudal a tratar

$$Q_{dis} = \frac{0,00453 \text{ m}^3/\text{s}}{2} = 0,00226 \text{ m}^3/\text{s}$$

El cálculo del volumen del tanque desarenador rectangular, mediante la ecuación (6.30), y tomando en consideración el valor usual para el tiempo de retención que es de 180 segundos, el mismo que esta dado en la tabla (6.7)

Se tiene $V = Q_p * T_r$

Dónde:

Tabla N° 6.26 Dimensionamiento del desarenador rectangular (Pre tratamiento)

Volumen del tanque desarenador	V		m^3
Caudal a tratar	Q	0,00226	l/s
Tiempo de retención	Tr	180	S

Elaborado por: Ing. Vizquete Montero Marco Omar

$$V = 0,00226 \text{ m}^3 / \text{s} * 180 \quad V = 0,4068 \text{ m}^3$$

Cálculo de las dimensiones propias del tanque.

Tomando en consideración:

Relación ancho – profundidad “RAP” = 1.25:1 Tabla (6.7)

Relación largo – ancho =3:1 Tabla (6.7)

Ancho

H = 2 m (propuesto)

$$b = \text{RAP} * H \quad b = 1.25 * 2\text{m} \quad b = 2.5 \text{ m}$$

Longitudes

$$L_g = \frac{V}{b * H} \quad \text{Ecuación (6.39)}$$

Tabla N° 6.27 Calculo de las dimensiones propias del tanque

Longitud	Lg		
Volumen del tanque desarenador	V	0,4068	m^3
Ancho del tanque desarenador	b	2.5	m.
Altura del tanque desarenador (Propuesto)	H	2	m.

Elaborado por: Ing. Vizquete Montero Marco Omar

$$L_g = \frac{0,4068 \text{ m}^3}{2.5\text{m} * 2\text{m}} = 0,081 \text{ m}$$

Para consideraciones de diseño se toma en cuenta la recomendación de bibliografía en la que se asume una longitud mínima de 7.5 metros (tabla 6.7)

Cálculo de la longitud de la transición de ingreso al desarenador

Se aplica la ecuación (6,21)

$$L_{g1} = \frac{B - b}{2 * tg}$$

Dónde:

Tabla N° 6.28 Cálculo de la longitud de la transición de ingreso al desarenador

Longitud de transición de ingreso al desarenador	Lg		m.
Ancho del desarenador	B	2.5	m.
Ancho del canal de entrada	b.	0,76	m.
Ángulo de divergencia de entrada al desarenador	O	12.5	°

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar

$$L_{g1} = \frac{2.5 - 0,76}{2 * tg12.5} = 3,92 \text{ m}$$

El ángulo de divergencia de 12.5° tiene la finalidad de disminuir la turbulencia con la que el agua ingresa al desarenador y por consiguiente provocar una mayor eficacia en la unidad.

Cálculo de la velocidad de sedimentación

Utilizaremos la ecuación (6,11)

$$V_s = \frac{1}{18} g \left(\frac{\rho_{arena} - \rho_{agua}}{\mu} \right) d^2$$

Dónde:

Tabla N° 6.29 Cálculo de la velocidad de sedimentación

Velocidad de sedimentación	Vs		cm/s ²
Aceleración de la gravedad	g	980	cm/s ²
Densidad de la arena	ρ arena	2,65	g/cc
Densidad del agua	ρ agua	1	g/cc
Viscosidad cinemática del agua	μ	0,01172	cm ² /s
Diámetro de las partículas	d	0,02	cm.

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar

Los valores utilizados son constantes

$$V_s = \frac{980 \text{ cm/s}^2}{18} \left(\frac{2,65 - 1}{0,01172 \frac{\text{cm}^2}{\text{s}}} \right) * (0,02)^2$$

$$V_s = 3,1 \text{ cm/s} \cong 3.1 \times 10^{-2} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Cálculo de la cantidad de arena que se va a extraer del desarenador

La concentración promedio de sólidos totales obtenida en la caracterización del agua residual, tiene un valor de **286,78 mg/l**; recurriendo a la Tabla 4.1 en la cual obtenemos una concentración fuerte de sólidos totales.

Cálculo del volumen de arena.

La tabla 6.6 (SST) proporciona valores típicos propuestos para sólidos suspendidos totales (arena) y se obtiene $20 \text{ mg/l} = 9.1 \text{ cm}^3/\text{m}^3$.

$$V_a = SST * Q \quad \text{Ecuación (6.40)}$$

$$V_a = 9.1 \text{ cm}^3/\text{m}^3 * 0,00453 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_a = 0,041 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$$

$$V_a = 0.041 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}$$

Cálculo del volumen total del tanque para lodos.

Aplicaremos la ecuación (6.31)

Tabla N° 6.30 Cálculo del volumen total del tanque 01 para lodos

Longitud del tanque 1	Lg	1	m.
Ancho del tanque 1	B	2.5	m.
Alto del tanque 1	H	0,0227	m.

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar.

$$V_1 = Lg * B * H$$

$$V_1 = (1m * 2,5m * 0,0227)$$

$$V_1 = 0,0567 m^3$$

Longitud del tanque 2

Tabla N° 6.31 Cálculo del volumen total del tanque 01 para lodos

Longitud del tanque 1	Lg	0,75	m.
Ancho del tanque 1	B	2.5	m.
Alto del tanque 1	H	0.227	m.

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar

$$V_2 = \frac{Lg * B * H}{2} \quad \text{Ecuación (6.41)}$$

$$V_2 = \frac{0,75m * 2,5m * 0,2275m}{2}$$

$$V_2 = 0,2531 m^3$$

Volumen final

$$V_f = V_1 + V_2 \quad \text{Ecuación (6.42)}$$

$$V_f = 0,0567 m^3 + 0,021 m^3$$

$$V_f = 0,0777 m^3$$

Se obtiene el volumen total para la recolección de lodos de 0,0777 m³ el mismo que nos sirve para calcular el intervalo de tiempo en el cual se va a desalojar los lodos de cada una de las unidades de tratamiento

Tabla N° 6.32 Volumen final.

Intervalo de tiempo de desalojo de lodos	t.		Días
Caudal diario de lodo	Q	0.0256	m ³ /día
Volumen del tanque de lodos	V	0,0777	m ³

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar

$$t = \frac{V}{Q} \quad \text{Ecuación (6.43)}$$

$$t = \frac{0,0777 \text{ m}^3}{0,02056 \text{ m}^3/\text{día}}$$

$$t = 3,77 \text{ días}$$

Es decir que cada cuatro días por seguridad de que el proceso de desarenado se lleve de manera eficiente se debe abrir las compuertas ubicada a los extremos de los tanques de lodos para que de manera hidráulica se evacúe los lodos.

6.12. DIMENSIONAMIENTO DEL SEDIMENTADOR RECTANGULAR (TRATAMIENTO PRIMARIO).

Se calculara mediante la ecuación (6.22) y el valor de la velocidad terminal que se lo toma en consideración a la bibliografía (Manual de depuración Uralita) y es de 1.8

Aplicando la ecuación (6.22)

$$A = \frac{Q}{v_c}$$

Dónde:

Tabla N° 6.33 Dimensionamiento del sedimentador rectangular (tratamiento primario)

Área superficial del tanque sedimentador	A		m ²
Caudal	Q	16,308	m ³ /h
Velocidad terminal	V _c	1.8	m/h

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar

$$A = \frac{16,308 \text{ m}^3/\text{h}}{1,8 \text{ m}/\text{h}} \quad A = 9,06 \text{ m}^2$$

El ancho del tanque se calcula mediante la ecuación (6.27):

$$b = \sqrt{\frac{A}{3}}$$

Dónde:

Tabla N° 6.34 El ancho del tanque

Ancho del tanque sedimentador	b		m.
Área superficial del tanque sedimentador	A	9,06	m ²

Elaborado por: Ing. Vizuet Montero Marco Omar

$$b = \sqrt{\frac{9,06 \text{ m}^2}{3}} = 1,73 \text{ m}$$

El largo del tanque

Se calcula mediante la ecuación (624)

$$l_g = 3b$$

Dónde:

Tabla N° 35 El largo del tanque

Longitud del tanque sedimentador	Lg		m.
Ancho del tanque sedimentador	B	1,73	m.

Elaborado por: Ing. Vizuet Montero Marco Omar

$$l_g = 3 * 1,73 \text{ m}$$

$$l_g = 5,21 \text{ m}$$

El volumen del tanque se calcula:

Mediante la ecuación (6.28)

$$V = b * l_g * H$$

Dónde:

Tabla N° 6.36 El volumen del tanque

Volumen del tanque sedimentador	V		m ³
Ancho del tanque sedimentador	b	1,5	m.
Largo del tanque sedimentador	lg	5,21	m.
Altura del tanque sedimentador (propuesto)	H	2,5	m.

Elaborado por: Ing. Vizuet Montero Marco Omar

$$V = 1,5 \text{ m} * 5,21 \text{ m} * 2,5\text{m}$$

$$V = 19,53 \text{ m}^3$$

Tiempo de retención

Se aplica la ecuación (6.29)

$$Tr_h = \frac{V}{Q}$$

Dónde:

Tabla N° 6.37 Tiempo de retención

Tiempo de retención	Trh		H
Volumen del tanque sedimentador	V	19,53	m ³
Caudal	Q	16,308	m ³ /h

Elaborado por: Ing. Vizquete Montero Marco Omar

$$Tr_h = \frac{19,53 \text{ m}^3}{16,308 \text{ m}^3/\text{h}}$$

$$Tr_h = 1,19 \text{ hora}$$

Cálculo de la velocidad de arrastre

$$V_a = \left[\frac{8k(s-1)g_d}{f} \right]^{1/2} \quad \text{Ecuación (6.44)}$$

Dónde:

Tabla N° 6.38 Cálculo de la velocidad de arrastre

Constante de cohesión	K	0,05	
Gravedad específica	S	1	
Aceleración de la gravedad	G	9,806	m/s ²
Diámetro de las partículas	D	100	μm
Factor de fricción Darcy- Weisbach	F	0,025	

Elaborado por: Ing. Vizquete Montero Marco Omar

$$V_a = \left[\frac{8 * 0,05 (1,25 - 1) 9,806 * 100 * 10^{-6}}{f 0,025} \right]^{1/2}$$

$$V_a = 6,26 \times 10^{-2} \text{ m/s}$$

Cálculo de la velocidad horizontal

$$v_H = \frac{Q}{A_x} \quad \text{Ecuación (6.44)}$$

Dónde:

Tabla N° 6.39 Cálculo de la velocidad horizontal.

Velocidad horizontal	Vh		m/s
Caudal	Q	0,00453	m ³ /s
Área transversal del tanque sedimentador	Ax	3,75	m ²

Elaborado por: Ing. Vizuette Montero Marco Omar

$$v_H = \frac{0,00324 \text{ m}^3/\text{s}}{3,75 \text{ m}} \quad v_H = 8,64 \times 10^{-4} \text{ m/s}$$

$v_h \ll v_A$ Por lo tanto el material sedimentado no será suspendido.

Cálculo de la tasa de remoción de DBO

Los valores constantes “a” y “b”

$$\text{Remoción DBO} = \frac{t_r}{a + b * t_r} \quad \text{Ecuación (6.45)}$$

Dónde:

Tabla N° 6. 40 Cálculo de la tasa de remoción de DBO

Tiempo de retención	Tr	1,38	h.
Constante empírica	a.	0,018	
Constante empírica	b.	0,02	

Elaborado por: Ing. Vizuette Montero Marco Omar

$$\text{Remoción DBO} = \frac{1,38}{0,018 + (0,02 * 1,38)}$$

$$\text{Remoción DBO} = 30,26 \%$$

Cálculo de la tasa de remoción de Sólidos Suspendidos Totales

Se calcula con:

$$\text{Remoción SST} = \frac{t_r}{a + b * t_r} \quad \text{Ecuación (6.46)}$$

Tabla N° 6.41 Cálculo de la tasa de remoción de Sólidos Suspendidos Totales.

Tiempo de retención	Tr	1,38	h.
Constante empírica	a	0,0075	
Constante empírica	b	0,014	

Elaborado por: Ing. Vizquete Montero Marco Omar

$$\text{Remoción SST} = \frac{1,38}{0,0075 + (0,014 * 1,38)}$$

$$\text{RemociónSST} = 51.45\%$$

Cálculo de la altura máxima.

Considerando una pendiente del 10% en el fondo de la unidad.

$$H' = H + 0,1 H \quad \text{Ecuación (6.47)}$$

Dónde:

Tabla N° 6.42 Cálculo de la altura máxima

Altura máxima	H		m.
Altura del tanque sedimentador	H	2.5	m.

Elaborado por: Ing. Vizquete Montero Marco Omar

$$H' = 2,5m + 0,1 (2.5m) \quad H' = 2,75m$$

Cálculo de la altura de agua sobre el vertedero.

Considerando que la longitud de la cresta es igual a 0,75 b.

$$H_v = \left[\frac{Q}{1,84 * b} \right]^{\frac{2}{3}} \quad \text{Ecuación (6.48)}$$

Dónde:

Tabla N° 6.43 Cálculo de la altura de agua sobre el vertedero

Altura del agua sobre el vertedero	Hv		m.
Caudal	Q	0,00453	m ³ /seg
Ancho del tanque sedimentador	b.	1,5	m ³

Elaborado por: Ing. Vizueté Montero Marco Omar

$$H_v = \left[\frac{0,00453}{1,84 * 1,5} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$H_v = 0,013 \text{ m}$$

Cálculo de la longitud

Final de la unidad tomando en cuenta la distancia entre la pantalla difusora que es de (1m) propuesto.

$$l_g = 16,87\text{m} + 1\text{m}l_g = 17,87\text{m}$$

Diseño de la planta difusora.

Determinación del área total de los orificios

$$A_{To} = \frac{Q}{v_0} \quad \text{Ecuación (6.49)}$$

Dónde:

Tabla N° 6.44 Diseño de la planta difusora

Área total de los orificios	Ato		m ²
Caudal	Q	0,00453	m ³ //s
Velocidad de paso entre los orificios (propuesto)	V ₀	0,1	m/s

Elaborado por: Ing. Vizueté Montero Marco Omar

$$A_{To} = \frac{0,00453 \text{ m}^3/\text{s}}{0,1 \text{ m/s}}$$

$$A_{To} = 0,0453 \text{ m}^2$$

Determinación del área de cada orificio

$$A_0 = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 \quad \text{Ecuación (6.50)}$$

Dónde:

Tabla N° 6.45 Determinación del área de cada orificio

Área de cada orificio	Ao		m ²
Diámetro de cada orificio	Do	0,2	m ²

Elaborado por: Ing. Vizquete Montero Marco Omar

$$A_0 = \pi \left(\frac{0,2}{2}\right)^2$$

$$A_0 = 0,031 \text{ m}^2$$

Determinación del número de orificios

$$n = \frac{A_{To}}{A_0} \quad \text{Ecuación (6.45)}$$

Dónde:

Tabla N° 6.46 Determinación del número de orificios

Número de orificios	n.		#
Área total de los orificios	Ato	0,0324	m ²
Área de cada orificio	Ao	0,031	m ²

Elaborado por: Ing. Vizquete Montero Marco Omar

$$n = \frac{0,324 \text{ m}^2}{0,031 \text{ m}^2} \quad n = 10,45$$

Determinación de la porción de la altura de la pantalla difusora con orificios

$$H_{pd} = H - \left(\frac{2}{5} * H\right) \quad \text{Ecuación (6.51)}$$

$$H_{pd} = 2,5m - \left(\frac{2}{5} * 2,5m\right)$$

$$H_{pd} = 1,50 \text{ m}$$

Determinación del espacio entre filas de orificios

$$a_1 = \frac{H_{pd}}{nf} \quad \text{Ecuación (6.52)}$$

Considerando que:

Tabla N° 6.47 Determinación del espacio entre filas de orificios

Número de filas de orificios (propuesto)	Nf	5
Número de columnas de orificios	Nc	8

Elaborado por: Ing. Vizuite Montero Marco Omar

$$a_1 = \frac{1,5 \text{ m}}{5} \quad a_1 = 0,3 \text{ m}$$

Determinación del espacio entre columnas de orificios

Aplicando la ecuación (6.48)

$$a_2 = \frac{b_{pd}}{nc + 1} \quad \text{Ecuación (6.53)}$$
$$a_2 = \frac{1,15 \text{ m}}{8 + 1} \quad a_2 = 0,12 \text{ m}$$

Cálculo de la cantidad de lodo que se va a extraer del sedimentador

$$V_a = SSF * Q \quad \text{Ecuación (6.54)}$$

$$V_a = 9,1 \frac{\text{cm}^3}{\text{m}^3} * 16,30 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_a = 0,000148 \text{ m}^3/\text{día}$$

Cálculo del volumen total del tanque para lodos.

Dónde:

Tabla N° 6.48 Cálculo del volumen total del tanque para lodos

Longitud del tanque	Lg	1	m.
Ancho del tanque	B	1,5	m.
Alto del tanque	H	0,25	m.

Elaborado por: Ing. Vizquete Montero Marco Omar

Mediante la ecuación (6.28)

$$V_1 = l_g * B * H$$

$$V_1 = 1m * 1,5m * 0,25m$$

$$V_1 = 0,375 m^3$$

Se obtiene el volumen para la recolección de lodos de 0,375 m³ el mismo que nos sirve para calcular el intervalo de tiempo en el cual se va a desalojar los lodos de cada uno de los sedimentadores.

Tabla N° 6.49 Cálculo del volumen total del tanque para lodo

Intervalo de tiempo de desalojo de lodos	t.		Días
Caudal diario de lodos	Q	0,000148	m ³ /día
Volumen del tanque de lodos	V	0,375	m ³

Elaborado por: Ing. Vizquete Montero Marco Omar

Aplicando la ecuación (6.43)

$$t = \frac{V}{Q}$$

$$t = \frac{0,000148 m^3}{0,029 m^3/día} \quad t = 0,0051 días$$

Es decir que cada 0,0051 días por seguridad de que el proceso de sedimentación se realiza de manera eficiente se debe abrir las compuertas ubicadas en los extremos de los tanques de lodos para que de manera hidráulica se evacúe los lodos.

Dimensionamiento del tanque de oxidación rectangular (tratamiento secundario)

Se utiliza la ecuación (6.30)

$$V = Q * t_r$$

Dónde:

Tabla N° 6.50 Dimensionamiento del tanque de oxidación rectangular (tratamiento secundario)

Volumen del tanque de oxidación	V		m^3
Caudal	Q	16,308	m^3/h
Tiempo de retención	Tr	1	h.

Elaborado por: Ing. Vizuetete Montero Marco Omar

$$V = (16,308 \text{ m}^3/h * (1h)) \quad V = 16,308 \text{ m}^3$$

Se toma en consideración de una hora con una finalidad de obtener una circulación más rápida del agua; con esto se consigue una oxigenación adecuada para las condiciones en las que el agua llega a esta etapa final del proceso de tratamiento.

Cálculo del área superficial

Con la ecuación (6.32)

$$A = \frac{V}{H}$$

Dónde:

Tabla N° 6.51 Cálculo del área superficial

Área superficial del tanque de oxidación	A		m^2
Volumen del tanque de oxidación	V	16,308	m^3
Altura del tanque sedimentador (propuesto)	H	1,25	m..

Elaborado por: Ing. Vizuetete Montero Marco Omar

$$A = \frac{16,308 \text{ m}^3}{1,25 \text{ m}} \quad A = 13,04 \text{ m}^2$$

Determinación del ancho del tanque de oxidación

Se calcula con la ecuación (6.27)

$$b = \sqrt{\frac{A}{3}}$$

Dónde:

Tabla N° 6.52 Determinación del ancho del tanque de oxidación

Ancho del tanque de oxidación	b.		m
Área superficial del tanque de oxidación	a.	13,04	m ²

Elaborado por: Ing. Vizúete Montero Marco Omar

$$b = \sqrt{\frac{13,04 \text{ m}^2}{3}}$$

$$b = 2,08 \text{ m}$$

Determinación del largo del tanque de oxidación

Se aplica la ecuación (6.24)

$$l_g = 3b$$

Dónde:

Tabla N° 6.53 Determinación del largo del tanque de oxidación

Longitud del tanque de oxidación	Lg		m.
Ancho del tanque de oxidación	b.	0,029	m.

Elaborado por: Ing. Vizúete Montero Marco Omar

$$l_g = 3 * 2,08 \text{ m}$$

$$l_g = 6,24 \text{ m}$$

Elección de la bomba.

Se utiliza un modelo de bomba para aguas residuales domésticas FLYGT N3202 con tecnología “N” anti atascos.

El caudal admisible de la planta de tratamiento de aguas residuales es de $16,308 \text{ m}^3/\text{h}$ por lo que es necesario una unidad.

Para calcular la potencia de la bomba es:

$$P = \frac{Q \times H_{Total}}{\mu \times 366} \quad \text{Ecuación (6.55)}$$

Dónde:

P = Potencia a suministrar por la bomba en Kw

Q = Caudal que suministra la bomba en m^3/h

H_{Total} = Altura total

μ = rendimiento de la bomba

$$P = \frac{16,308 \text{ m}^3/\text{h} \times 2,5 \text{ m}}{0,754 \times 366} \quad P = 0,15 \text{ Kw}$$

6.13. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.

Cálculo del porcentaje de eficiencia de remoción de la DQO

$$EDQO = 100(1 - 0,68 * tr^{-0,35}) \quad \text{Ecuación(6.56)}$$

Dónde:

Tabla N° 6.54 Cálculo del porcentaje de eficiencia de remoción de la DQO

Eficiencia de remoción de DQO	EDQO		%
Tempo de retención	t_r	1	h.

Elaborado por: Ing. Vizuette Montero Marco Omar

$$EDQO = 100(1 - 0,68 * 1^{-0,35})$$

$$EDQO = 32\%$$

Cálculo del porcentaje de eficiencia de la remoción de la DBO

$$EDBO = 100(1 - 0,70 * tr^{-0,35})$$

Dónde:

Tabla N° 6.55 Cálculo del porcentaje de eficiencia de la remoción de la DBO

Eficiencia de remoción de DBO	EDBO		%
Tempo de retención	t_r	1	h.

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar

$$EBQO = 100(1 - 0,70 * 1^{-0,35})$$

$$EDBO = 30\%$$

Mediante los resultados de los cálculos de la eficacia de remoción de DBO se obtiene un 62% de eficacia de remoción entre las unidades de sedimentación y los tanques de oxidación.

$$DBO_f = DBO_i - \frac{DBO_i * 62}{100} \quad \text{Ecuación (6.57)}$$

$$DBO_f = 239,28 - \frac{239,28 * 62}{100}$$

$$DBO_f = 90,92mg/l$$

Con esto se comprueba que la remoción del DBO se la obtiene de una manera tal que el agua puede ser descargada al río Guayllabamba ya que cumple la Norma Ambiental TULAS Libro VI Anexo I Tabla 8 Anexo N° 8 exige una DBO de 100 mg/l .

Sitio de instalación de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas.

La planta de tratamiento permite una reducción de la DBO₅ en 30%, y con una DBO₅ promedio de siete días de muestreo hay 111.823 mg/l tablas (4.26 al 4.32); según la tabla (4.37) el río Guayllabamba tiene 2.2 mg/l de Oxígeno.

Disuelto: se aplica la ecuación

$$L_T = \text{DBO}_5 = L_0 * (1-30\%) \quad \text{Ecuación (6.58)}$$

$$L_T = \text{DBO}_5 = 111.823 * (1-0.3)$$

$$L_T = 78.28 \text{ mg/l}$$

Aplicando la ecuación (2.3)

$$D O_2 = \text{Conc. Saturada. agua a } 24^\circ\text{C} - O_2I$$

$$D O_2 = 9.2 \text{ mg/l} - 2.2 \text{ mg/l}$$

$$D O_2 = 7.0 \text{ g/l}$$

La planta de tratamiento se debe instalar a dos kilómetros de distancia de donde desemboca la alcantarilla, la misma que será conducida por un canal a cielo abierto; hasta la planta de tratamiento de agua residual doméstica; debido a que se requiere que la planta de tratamiento tenga un 62% de eficacia de remoción de la DBO, como también se llega a obtener una concentración de oxígeno del 4mg/l como establece la normativa TULAS Libro VI Anexo I Tabla N° 8 Anexo 8, junto a ello disminuirá considerablemente la carga orgánica presente en el agua residual.

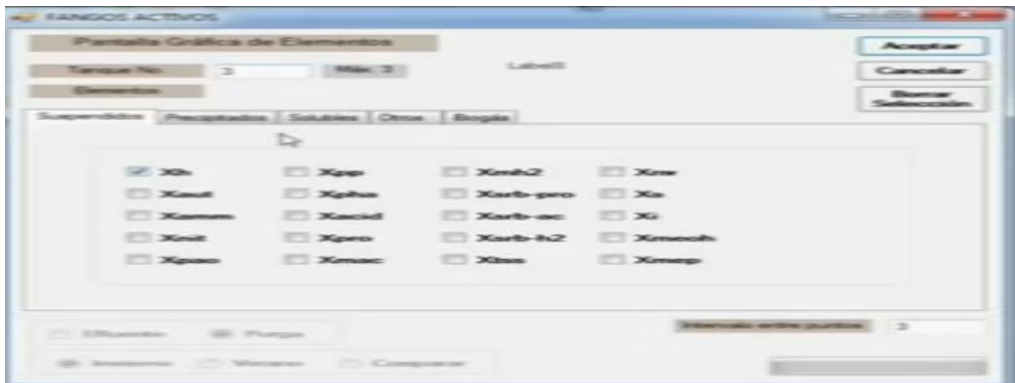
La calidad del agua tratada estará en condiciones de ser reintegrada nuevamente al río Guayllabamba, con la certeza que no va a causar impacto ambiental en el medio.

6.14. SIMULACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA DE LA PARROQUIA DE YARUQUÍ.

DESASS 7.1 es un simulador de estaciones depuradoras de agua residual urbana, está diseñado para simular los principales procesos físicos, químicos y biológicos, involucrados en una planta depuradora de agua residual. Las

propiedades físico-químicas del agua residual doméstica de la parroquia Yaruquí tablas (4.5, 4.7, 4.11, 4.13, 4.14); se ingresa al programa simulador DESASS 7.1 el mismo que al introducir los datos de los parámetros obtenemos los siguientes resultados:

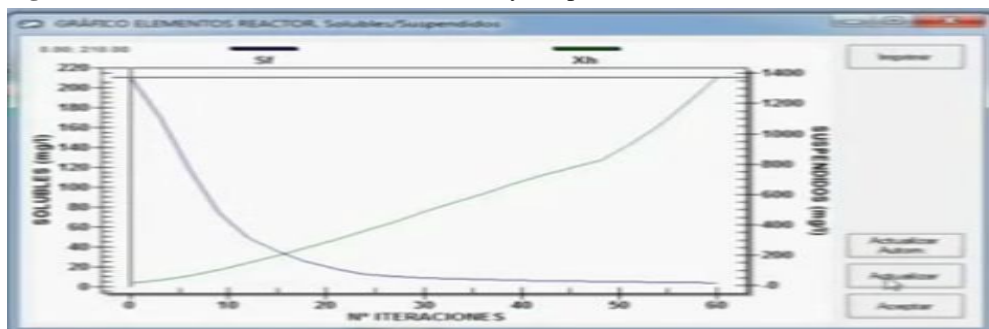
Figura N° 6.2 Pantalla gráfica de elementos



Elaborado por: Ing. Vizuet Montero Marco Omar.

El programa Desass 7.1 indica el parámetro a analizar, para lo cual introduzco el DBO, el mismo que permite analizar cualquier parámetro físico-químico de calidad de agua residual doméstica.

Figura N° 6.3 Elementos del Reactor Solubles y Suspendidos.



Elaborado por: Ing. Vizuet Montero Marco Omar.

Los sólidos suspendidos totales (tabla 4.11) tienen un promedio de 286, 78 mg/l, el cual al pasar por el desarenador y sedimentador considerablemente disminuye la concentración de SST en un 70% aproximadamente; es decir a 86,78 mg/l parámetro que cumple con la normativa ambiental TULAS.

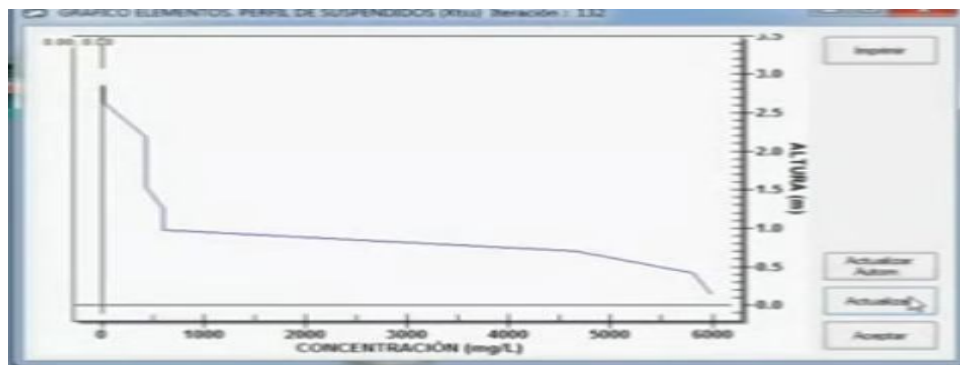
Figura N° 6.4 Pantalla Gráfica de Elementos.



Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar.

Al ingresar datos de la tabla (4.13) la concentración de la DBO tiene un promedio de 239,28 mg/l, lo cual pasamos el simulador por el tratamiento primario (desarenador y sedimentador) lo cual se tiene la figura N° 6.4

Figura N° 6.4 Elementos Perfil en suspensión.



Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar.

La concentración de la DBO₅ al simular por el pre-tratamiento, tratamiento primario, secundario disminuimos la concentración en un 60% aproximadamente, lo cual se obtiene una concentración de 95,71 mg/l concentración que está dentro de los límites permisibles que establece la normativa ambiental TULAS Libro VI Anexo 1 Tabla 12 (límites de descarga a un cuerpo de agua dulce); que es como máximo permisible de 100 mg/l

6.15. OPERADOR DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.

El operador es la persona encargada en la supervisión y control del correcto funcionamiento de los procesos desarrollados en la depuración de las aguas residuales domésticas.

6.15.1. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES.

La descripción de responsabilidades del personal se efectúa en función de una serie de requisitos propios de cada localidad y a continuación se presenta una descripción para el caso de una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas para pequeñas comunidades.

6.15.2. INGENIERO SANITARIO – SUPERINTENDENTE.

Educación y experiencia:

- Grado de ingeniero civil, con mención en ingeniería sanitaria, especialización altamente deseable.
- Cinco años de experiencia práctica en el campo de ingeniería sanitaria.

Conocimientos y habilidades

- Conocimientos de procesos de tratamiento de agua residual doméstica, incluyendo bases sólidas en química, bacteriología y procesos biológicos de tratamientos.
- Conocimiento básico de administración, manejo de personal y de las leyes y reglamentos nacionales al respecto.
- Habilidad para preparar y/o supervisar la preparación de informes operacionales, informes sobre aspectos de la contaminación de los ríos, manejo de base de datos y procesadores de palabras.
- Habilidad en el manejo del personal, para establecer una buena comunicación y relaciones de trabajo.

- Habilidad para planificar, dirigir y evaluar las funciones de operación, y mantenimiento y seguridad de la planta.

Responsabilidades.

- Responsable de la administración, operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de agua residual doméstica y como tal, ejerce autoridad directa sobre todas las funciones.
- Responsable del monitoreo y control de la descarga doméstica y la coordinación con el nivel directivo de la institución.
- Responsable del monitoreo y modelación de la calidad del agua del río Guayllabamba y la coordinación del nivel directivo de la institución, para requerir acciones correctivas de descargas no interceptadas y modificaciones al sistema de alcantarillado que sean necesarias.
- Mantener informado al nivel directivo de la institución, sobre la operación de la planta y problemas en el alcantarillado.
- Coordina con el nivel directivo de la institución, la consecución de recursos para una operación y mantenimiento adecuado de la planta, en lo relativo a: sueldos y salarios, vehículos y combustible, equipos de laboratorio (químicos, reactivos y vidriería), un adecuado stock de piezas de repuesto para el programa de mantenimiento preventivo.

6.15.3. INGENIERO JEFE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Educación y experiencia.

- Idealmente grado de ingeniero civil o ambiental y como mínimo con maestría en seguridad e higiene industrial y ambiental.
- Altamente deseable experiencia práctica en el campo de ingeniería sanitaria y muy en particular en programas de monitoreo de aguas.

Conocimientos y habilidades.

- Procesos de tratamiento de agua residual, incluyendo bases sólidas de química de las aguas residuales domésticas.

- Habilidades en el manejo del personal, para establecer una buena comunicación y relaciones en el trabajo
- Aptitudes de expresión verbal, coordinación, habilidad manual y discriminación de colores.

Responsabilidades.

- Responsable de la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas y como tal ejercita autoridad directa sobre el personal de laboratorio, operadores de turno y obreros.
- Responsable de la planificación y ejecución de programas de monitoreo y caracterización de descargas domésticas y del procesamiento de datos.
- Responsable de la planificación y ejecución de programas de monitoreo del río Guayllabamba, del procesamiento de datos y modelación de la calidad del agua.
- Responsable de la preparación de listas de necesidades de materiales necesarios para una adecuada operación y mantenimiento, en lo relativo a: equipos de laboratorio, químicos, reactivos y vidriería.
- Proceso de datos operacionales, llena de formularios de control de procesos y los analiza junto con el superintendente, para determinar los cambios y correctivos que sean necesarios.
- Responsable de la presentación de un adecuado procesamiento de datos para la elaboración del informe operacional anual y de otros que sean requeridos.
- Responsable de informar oportunamente al superintendente sobre requisitos de entrenamiento del personal, de entrenar al mismo en prácticas adecuadas de seguridad en el trabajo y de mantener una buena capacidad de primeros auxilios.
- Responsable del mantenimiento de una buena imagen y relaciones públicas en la planta, es decir a individuos y grupos de visitantes y de conducir visitas a las instalaciones en una forma adecuada.

6.15.4. LABORATORISTA.

Educación, experiencia y habilidades.

- Grado de ingeniero químico

Responsabilidades:

- Efectúa análisis químico y bacteriológico de rutina para control de los procesos de tratamiento del agua residual doméstica.
- Efectúa análisis en muestras del cuerpo receptor.
- Toma de muestras de agua residual cruda, efluentes de la planta y de ríos para su análisis.
- Preparación de soluciones químicas, reactivos y medios de cultivos necesarios para análisis.
- Mantenimiento del laboratorio, limpieza y preparación de vidriería, equipos e instrumental.

6.15.5. SECRETARÍA.

Educación, experiencia y habilidades.

- Secretaria graduada con por lo menos dos años de experiencia.
- Habilidad en el manejo de computadoras personales y conocimiento de bases de datos y `procesadores de palabras.
- Conocimientos básicos de contabilidad

Responsabilidades.

- Atención telefónica y recepción de visitas.
- Mecanografiado de correspondencia e informes periódicos de la planta.
- Mantenimiento del archivo de las oficinas de la planta y del laboratorio.

6.15.6. MECÁNICO – ELECTRICISTA.

Educación, experiencia y habilidades.

- Grado de tecnólogo electro-mecánico o equivalente.
- Por lo menos dos años de experiencia práctica.

Responsabilidades.

- Mantenimiento preventivo de conductores y controladores de los equipos de aireación.
- Mantenimientos preventivos de equipos mecánicos y eléctricos.
- Mantenimiento preventivo de otros equipos para operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de agua residual doméstica.

6.15.7. OPERADOR DE TURNOS.

Educación, experiencia y habilidades.

- Título de bachiller y cursos de capacitación a ser implementados por la institución.
- Habilidad manual.
- Capacidad en el manejo de motocicleta para recorridos.
- Disponibilidad para trabajo con rotación de turnos.

Responsabilidades.

- Responsable de la información requerida en los formularios de registro de observaciones visuales.
- Responsable en el registro de lecturas de consola, amperaje, voltaje, consumo de energía, horas de funcionamiento de motores, etc.
- Responsable en el encendido y apagado de motores cuando se alcancen los niveles preestablecidos de control.
- Muestreo de aguas residuales crudas fuera del horario normal.
- Responsable de la operación de compuestas, etc.

6.15.8. PROTECCIÓN E HIGIENE INDUSTRIAL DEL OPERADOR Y MUESTREADOR.

Es importante precautelar la integridad física y de salud de la o las personas responsables del manejo de la planta de tratamiento.

El equipo de protección personal y su uso es obligatorio; debe contener todos los accesorios que se describen a continuación. Es importante aclarar que el equipo debe estar en condiciones óptimas para que brinde la seguridad necesaria.

6.15.8.1. PROTECCIÓN GENERAL.

Es obligatorio el uso de ropa de algodón cómoda para el usuario, en particular, se recomienda los overoles de algodón para el muestreo de campo, ya que éstos brindan mayor facilidad de movimiento. El personal debe de contar con impermeables de plástico, de preferencia de PVC, para protección contra la lluvia.

6.15.8.2. PROTECCIÓN PARA LA CABEZA.

Arce (2009) afirma que “Las lesiones en la cabeza son bastantes comunes en casi cualquier actividad, el objetivo principal del uso del casco de seguridad es proteger la cabeza de riesgos mecánicos y otros de naturaleza térmica o eléctrica. El uso del casco es obligatorio sobre todo cuando se hace un muestreo en espacios confinados” (p.18).

Un buen casco de seguridad debe tener un armazón exterior y fuerte, ser resistente a la deformación y la perforación (si es de plástico debe de tener al menos 2 mm de espesor); un arnés sujeto de manera que deje una separación de 40 a 50 mm entre su parte superior y el armazón, una banda ajustable a la cabeza, sujeta al revestimiento interior que garantice una adaptación firme y estable; y opcional un barbiquejo para asegurar su permanencia en la cabeza. El arnés,

barbiquejo y bandas deben ser de material tejido flexible y no irritar ni lesionar al usuario en las zonas de contacto.

Deben asegurar la retención del casco sobre la cabeza del usuario. Los cascos clase G (de uso general) son más adecuados para los muestreadores, estos cascos soportan un impacto de hasta 4Kg desde una altura de un metro, un voltaje de 2200 V y 60Hz. Así mismo brinda protección contra la perforación y no pesan más de 440 g. pueden estar hechos de polietileno de alta densidad, polipropileno, policarbonato o policarbonato de fibra de vidrio. Es necesario señalar que los cascos deben contar con el certificado de cumplimiento NOM-115-STPS-1994

6.15.8.3. PROTECCIÓN DE LOS OJOS.

Arce (2009) afirma que “Durante el muestreo y la preservación de las muestras los ojos están expuestos a salpicaduras de sustancias irritantes, corrosivas, tóxicas o biológico-infecciosas. Por ello requiere de una protección continua. Existen cuatro tipos de lentes de seguridad, pueden fabricarse con policarbonato, resinas acrílicas y plásticos con base de fibra. Los dos últimos materiales son resistentes a sustancias corrosivas; los lentes de seguridad para los muestreadores, como mínimo deben de contar con protectores laterales. Cuando los muestreadores usen lentes correctores de la vista, es imprescindible que los lentes de seguridad se adapten a los de prescripción (protectores desmontables)” (p.14).

6.15.8.4. PROTECCIÓN RESPIRATORIA.

Los riesgos asociados con las vías respiratorias son:

- El déficit o ausencia total de oxígeno.
- La presencia de gases o aerosoles que pueden ser tóxicos o biológicos infecciosos.

Para proteger al muestreador de estos ambientes hay tres tipos de equipos de protección respiratoria.

1. Respiradores suministradores de atmósfera; estos respiradores son equipos que suministran aire u oxígeno y son transportados por el muestreador, normalmente están equipados con una pieza facial completa pero también los hay con media máscara o con un cuarto de máscara, con yelmo o una capucha.

Por las condiciones en las que se llevará a cabo de un muestreo en espacios confinados, se requiere un equipo respirador que suministra aire.

2. Respiradores purificadores de aire. El aire ambiental, previamente a su inhalación, pasa a través de un filtro, bote o cartucho purificador de aire, el cual remueve partículas, vapores, gases o combinaciones de los anteriores; los filtros son reemplazables y se clasifican en mecánicos y químicos:

Filtros mecánicos:

- P1: contra polvos y neblinas que tenga una concentración promedio ponderada en el tiempo (CTP) mayor a 0.05 mg/m^3 .
- P2: contra humos.
- P3: de alta eficiencia contra polvos, humos, neblinas y atmósferas con polvo de radionúclidos que contengan una concentración promedio ponderada en el tiempo (CPT) menos de 0.05 mg/m^3 .

Filtros químicos:

- Son, por lo general, de carbón activado y sirven para eliminar gases y vapores. Funcionan mediante el proceso de adsorción; la fuerza motriz de los respiradores de aire puede ser pulmonar o mecánica.
- Los respiradores pulmonares la acción respiratoria del muestreador proporciona la fuerza necesaria para que fluya el aire
- Los respiradores de acción mecánica paseen un soplador (estacionario o transportado por el muestreador), el cual hace pasar

el aire ambiental a través del componente purificador de aire; y posteriormente, el aire limpio llega a la máscara y puede ser inhalado por el muestreador.

Los respiradores de motricidad pulmonar están equipados con una pieza facial o con pieza buco-nasal; los de fuerza matriz poseen una pieza facial, yelmo, capucha o traje.

Los respiradores purificadores de aire no protegen contra la atmósfera deficiente de oxígeno, ni contra irritaciones de la piel por adsorción a través de ella de los contaminantes suspendidos en la atmósfera.

La máxima concentración de un contaminante, contra el cual un respirador purificador de aire protegerá, está determinada por la eficiencia de diseño y capacidad del filtro, bote o cartucho purificador del aire y por el ajuste de la pieza facial a la cara del muestreador; la concentración máxima para la cual el elemento purificador de aire es diseñado, debe ser especificada por el fabricante e incluida en los filtros botes o cartuchos de aire.

El periodo durante el cual se proporciona protección depende del tipo de filtro, bote o cartucho purificador del aire, de la concentración del contaminante, de los niveles de humedad en el ambiente y de la respiración del muestreador.

3. Respiradores de combinación de suministro de atmósfera y purificación de aire. Esta combinación proporciona al usuario la opción de usar dos medios diferentes de operación y pueden ser de los siguientes tipos:

- Un respirador de suministro de atmósfera con un purificador de aire auxiliar, la cual proporciona protección durante el caso que el suministro de atmósfera falle.
- Un respirador purificador de aire con uno de los suministros de atmósfera auxiliar, el cual es usado cuando la atmósfera puede exceder las condiciones de seguridad para el uso de un respirador de aire.

De acuerdo con la naturaleza de las actividades el muestreador, se sugiere que se les proporcione un equipo respirador suministrador de atmósfera, también conocido como mascarilla de respiración autónoma, y un equipo purificador de aire de motricidad pulmonar; o en su defecto, un equipo respirador combinado del tipo purificador de aire y con suministro de atmósfera auxiliar.

Estos equipos deben revisarse periódicamente para garantizar su funcionamiento en todo momento. Se deben almacenar en lugares protegidos de la luz solar, el calor o el frío extremos y la humedad.

6.15.8.5. GUANTES DE SEGURIDAD.

Arce (2009) afirma que “De acuerdo con las estadísticas de accidentes en el lugar de trabajo, las manos son las partes más amenazadas del cuerpo, de ahí la importancia del uso de guantes adecuados en todo momento” (p.19).

Durante la toma y preservación de las muestras se deben usar guantes de PVC, de látex de acrilonitrilo, látex de neopreno o látex de hule natural. En general, los que ofrecen mayor resistencia química a diferentes sustancias son los látex de acrilonitrilo y los de PVC.

Por ello se sugiere que a los muestreadores se les proporcione un par de guantes de látex de acrilonitrilo y unos de PVC.

Los guantes de acrilonitrilo se utilizarán tanto en el muestreo como en la preservación de las muestras, excepto cuando se manejan las siguientes sustancias: acetato amílico y butílico, éteres de petróleo, acetona, glicerol, hidrocarburos aromático (benceno, tolueno, xileno) y halogenados (tetracloruro de carbono y cloruro de metileno).

También es recomendable contar con guantes de látex natural (tipo cirujano) para manipular las muestras de coliformes en bolsas whirl – pack. El espesor de

los guantes de PVC y los de látex de acrilonitrilo dificulta el llenado y cerrado de las bolsas. Así mismo es posible que se necesite el uso de guantes de carnaza para otras actividades en el lugar de muestreo, tales como la perforación de tubería de inserción del tobo pilot.

6.15.8.6. PROTECCIÓN DE PIES.

EMAAP-Q (2005) afirma que “La protección de los pies es muy importante, ya que el muestreador se encuentra con diferentes situaciones de riesgo, como son: pisos resbalosos o mojados, objetos punzo-cortantes, caídas de objetos pesados, exposición a sustancias calientes, corrosivas o irritantes, y vibraciones y radiación térmica” (p.31).

Por lo anterior, se recomienda el uso de zapatos industrial tipo II con puntera, de suela antideslizante resistente a los ácidos, disolventes y aceites.

En ocasiones, el área de muestreo está anegada, y para llegar al efluente se debe usar botas industriales de hule con puntera, o si la profundidad del agua lo exige, botas tipo pantaloneras.

6.15.8.7. ACCESORIOS DE SEGURIDAD.

Se debe contar con un equipo detector de gases; capaz de identificar como mínimo lo siguiente: el nivel de oxígeno (O_2), metano (CH_4), al menos un gas tóxico tal como el ácido sulfhídrico (H_2S) o el monóxido de carbono (CO) niveles de explosividad y déficit de oxígeno.

Comercialmente se encuentran detectores para un solo gas o para varios gases. Es recomendable utilizar detectores que sean capaces de identificar la presencia de diferentes gases, atmósferas explosivas y déficit de oxígeno.

- **Tripie o grúa:** estos accesorios se utilizarán para subir y bajar el muestreador dentro del espacio confinado, deben soportar un mínimo de 300 kg. Así mismo, deben contar con un juego de poleas o malacate que permita el movimiento ascendente o descendente del muestreador.
- **Arnés de seguridad:** con soporte de glúteos, cinturón y tirantes; con anillos metálicos para enganchar al malacate y permitir el movimiento ascendente y descendente del muestreador. Los arneses deben estar fabricados con materiales resistentes como el nylon.
- **Línea de vida:** hecha de nylon o material semejante, en buen estado, con capacidad de al menos 300 kg, rematada con un gancho de acero con presilla para acoplarse con los arcos de acero del arnés.
- **Lámpara de seguridad:** a prueba de explosión activada por baterías y que se pueda acoplar al casco.

6.15.8.8. SEGURIDAD DEL PERSONAL EN EL ANÁLISIS DE AGUA RESIDUAL.

Arce (2009) Afirma que “Dentro de las regulaciones de las normas de calidad para los laboratorios, se solicita que “El laboratorio de pruebas cuente con personal que tenga la educación, capacitación, conocimiento técnico, habilidad y experiencia necesaria para desempeñar sus funciones asignadas”(p.3

Esta habilidad, conocimiento y educación deberán estar documentados en el currículum vitae de cada uno de los que trabajan en el laboratorio, aunado a la descripción del puesto.

Es responsabilidad del personal que labora en el laboratorio y de las brigadas de muestreo:

- Conocer y aplicar las políticas de higiene y seguridad en el laboratorio.

- Apegarse a los procedimientos analíticos y de operación de equipos y, en caso requerido, sugerir los cambios que considere necesarios tanto para mejorar la calidad como aumentar la seguridad.
- Conocer los riesgos potenciales que implica la manipulación de sustancias químicas y la operación de equipos y de instrumentos.
- No comer, fumar o beber dentro del área de trabajo.
- Identificar las áreas potencialmente peligrosas.
- Mantener identificadas y libre de cualquier obstáculo las salidas de emergencia y los extintores.
- Controlar el acceso al área de trabajo.
- Emplear los accesorios de seguridad para la manipulación de reactivos.
- Utilizar los sistemas de extracción instalados cuando labore con disolventes o ácidos o en cualquier actividad que genere vapores, gases o polvos.
- El personal de laboratorio y de muestreo (dependiendo del número de trabajadores) deben formar brigadas de seguridad, evacuación, primeros auxilios y recibir la capacitación básica de primeros auxilios. Este tipo de capacitación lo brinda la Cruz Roja Ecuatoriana.
- Se deberá indicar claramente las zonas de acceso restringido al laboratorio.

En los lugares de trabajo donde se almacenan, transportan o manejan sustancias corrosivas, irritantes o tóxicas, se deberán adoptar medidas de seguridad para prevenir y proteger a los trabajadores contra los riesgos de quemaduras, irritaciones o intoxicaciones, como son: identificación de las características nocivas de las sustancias que se manejan, identificación de lugares donde se almacenan éstas sustancias, cómo se debe manipular cuando se usen o transporten, equipo mínimo necesario del personal para la manipulación de éstas sustancias.

Dentro de las políticas de la seguridad e higiene del laboratorio de análisis se debe considerar el equipo para el control de incendios, extintores y regaderas de emergencia.

Los extintores deben estar colocados e identificados claramente en todas las áreas de trabajo donde existe riesgo de incendio, el control y revisión de los extintores estará en función de las políticas de seguridad establecidas por el laboratorio.

Dentro de las políticas de seguridad del laboratorio se debe mencionar el uso y operación de los equipos e instrumentos dentro y fuera del laboratorio:

- Los equipos e instrumentos deberán ser operados solamente por personal previamente capacitado.
- Debe existir un registro en bitácora del uso de todo el equipo en el laboratorio, incluyendo el de campo.
- Todo análisis se deberá realizar según en lo indicado en los procedimientos, aprobados por el personal de control de calidad analítico del laboratorio.
- El laboratorio deberá contener un inventario de todas las sustancias químicas con las que cuentan. Estos deberán permanecer en un lugar predestinado claramente identificado y siguiendo las instrucciones de almacenamiento del fabricante.
- Todo el reactivo, muestra, solución o cualquier material deberá estar claramente identificado de acuerdo con las políticas de registros que el laboratorio establezca.
- Cuando se requiera manejar disoluciones o reactivos líquidos, se deberá emplear perilla de succión para seguridad del usuario.
- El manejo de ácidos, sustancias corrosivas y disolventes se deben realizar dentro de una campana de extracción.
- Es importante que cuando se pretenda trabajar con flama abierta (mecheros) se verifique que en las áreas cercanas no estén trabajando con soluciones inflamables.

- Las medidas de seguridad básicas para la protección del personal del laboratorio incluyen la instalación de regaderas y lavajos de seguridad para las emergencias en el manejo de sustancias tóxicas.
- En el caso de accidente causado por alguna sustancia que se maneja en el laboratorio se debe recurrir al centro médico más cercano.
- El laboratorio o sitio de trabajo debe contar con un plan de evacuación.
- Es conveniente realizar simulacros de siniestros en forma periódica, en los que todo el personal se vea involucrado.
- Se debe marcar claramente la ruta de evacuación del laboratorio y salidas de emergencia así como la ubicación de los aditamentos contra incendio.
- El programa para el control de emergencias y evacuaciones de las instalaciones deberá ser conocido por todo el personal, incluyendo el personal administrativo y de intendencia.
- El laboratorio debe de contar con áreas específica para los análisis y deberá asistir una separación física entre las diferentes secciones sépticas y asépticas, así como el área de recepción y almacenamiento de muestras.
- Como un punto principal de seguridad dentro del laboratorio se debe controlar el acceso de personal a las diferentes áreas de trabajo y se deberá tomar las medidas adecuadas para asegurar la limpieza y orden dentro del laboratorio.
- El laboratorio deberá contar con unos procedimientos específicos para la limpieza de los instrumentos, incluyendo los de campo. Así como para la limpieza de mesas de trabajo, piso, paredes y techos.
- El laboratorio deberá contar con los procedimientos y registros que evalúen la forma en las que se desecha los residuos generados en las actividades mismas del laboratorio y de campo.

Para el personal de laboratorio se sugiere el empleo de zapatos “choclo” de piel con suela antiderrapante de acrilonitrilo resistente a los ácidos, disolventes y

aceites. El personal debe de contar con un par de botas de neopreno – nitrilo, este material es resistente a ácidos, grasas y disolventes aromáticos, entre otros.

Protección general del cuerpo; el uso obligatorio de bata abotonada u overol cuando sea necesario.

Para el manejo de todas las sustancias peligrosas dentro del laboratorio, se deberán utilizar lentes de seguridad y guantes de tipo y material anteriormente mencionados. En ocasiones es necesario el uso de las caretas para la protección de toda la cara.

Dentro del laboratorio en ocasiones se generan humos o vapores de agentes químicos y biológicos. En estos casos se deberá emplear el equipo de protección respiratoria, mismo que se selecciona de acuerdo con el riesgo a las sustancias que se manejan y los filtros de aire adecuados.

En caso de accidente de derrame de líquidos tóxicos en el laboratorio se debe enjuagar debajo de la regadera de emergencia, por lo menos 15 minutos, y buscar ayuda médica.

6.16. SISTEMA INTEGRADO DE MONITOREO.

El sistema de monitoreo ambiental establece los parámetros para el seguimiento de la calidad del agua del río Guayllabamba; con sus componentes ambientales que pudieran ser afectados; también nos ayuda a evaluar periódicamente la dinámica de las variables ambientales.

El monitoreo se encargara de describir las variaciones en la concentración de los elementos que componen la calidad del ambiente físico, de vital importancia ya que dicho ambiente es el soporte de la vida tanto animal como vegetal.

La ubicación de los puntos de monitoreo para los componentes ambientales (agua, aire, ruido y suelo).

6.16.1. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA

Se evalúa la calidad del cuerpo de agua más cercano, es decir, el nivel de aporte de contaminantes a consecuencia de las actividades diarias de la parroquia Yaruquí, con probabilidad de sufrir contaminación, producto de vertimientos accidentales de hidrocarburos, grasas, aceites y efluentes domésticos u otros, y el arrojo de los residuos sólidos y semisólidos en los puntos de toma de agua del río Guayllabamba.

La estimación de contaminación se realiza mediante la determinación de la variación en la concentración de los parámetros seleccionados. Los estándares de calidad del agua están referidos a lo estipulado de la normativa ambiental Ecuatoriana TULAS, los parámetros exigibles son a los que corresponden a la coherencia de desarrollo y usos del cuerpo receptor.

6.16.1.1. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO.

Los cursos de agua a monitorear, según la clasificación de recursos hídricos, pertenecen a la tabla 6 del TULAS Anexo 1.

Tabla N° 6.56 Ubicación de los puntos de monitoreo de agua

ESTACIÓN	PUNTO DE MONITOREO	COORDENADAS		ALTITUD (m)
1	500 metros agua arriba de la descarga doméstica	17 M 0798844	UTM 9981663	2580
2	500 metros agua abajo de la descarga doméstica	17 M 0798279	UTM 9981325	2600
3	500 metros agua arriba de la planta de tratamiento de agua	17 M 0796684	UTM 9981127	2620
4	500 metros agua arriba de la planta de tratamiento de agua	17M 0795633	UTM 9980740	2610

Elaborado por: Ing. Vizuette Montero Marco Omar

Los 500 metros aguas arriba y abajo del punto de toma de agua, está sujeto a la accesibilidad del terreno.

6.16.1.2. PARÁMETROS DE CONTROL.

Para el análisis de resultados de la calidad, se toma en cuenta los parámetros de calidad de agua correspondiente al TULAS libro VI anexo 1 tabla 6.

Tabla N° 6.57 Parámetros calidad admisible para aguas de uso agrícola

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Aluminio	Al	mg/l	5.0
Arsénico (total)	As	mg/l	0.1
Bario	Ba	mg/l	1.0
Berilio	Be	mg/l	0.1
Boro	B	mg/l	1.0
Cadmio	Cd	mg/l	0.01
Cobalto	Co	mg/l	0.05
Material flotante	Visible		Ausencia
Organofosforados	Concentración de organofosforados totales	mg/l	0.1
Organoclorados	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0.2
Potencial de hidrógeno	pH		6 – 9

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar

6.16.1.3. FRECUENCIA Y DURACIÓN.

El monitoreo de la calidad del agua se realiza con una frecuencia trimestral, monitoreo compuesto las 24 horas del día con alícuotas cada hora de acuerdo al caudal aforado, durante siete días consecutivos.

6.16.2. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE.

Con la finalidad de proteger la salud de la población y preservar el ecosistema local, se debe controlar la calidad del aire, la misma que puede ser alterada por las actividades de construcción y funcionamiento de la planta de tratamiento de agua residual doméstica.

6.16.2.1. UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO.

Para la ubicación de las estaciones de monitoreo, se considera el área donde se ubica la subestación eléctrica, involucrada en el proyecto, por la mayor manipulación de maquinaria y tránsito de vehículos, generando emisiones de gases y material particulado.

Tabla N° 6.58 Ubicación de los puntos de monitoreo para calidad de aire

ESTACIÓN	PUNTO DE MONITOREO	COORDENADAS		ALTITUD (m)
1	Subestación eléctrica	17 M 0797118	UTM 9983365	2580

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar

6.16.2.2. PARÁMETROS DE CONTROL.

Si bien no es posible medir las emisiones fugases, ocasionados, es necesario considerar los niveles de emisión, los cuales están contemplados en la normativa ambiental TULAS Libro VI Anexo 3, tabla 1.

Tabla N° 6.59 Estándares de calidad del aire

CONTAMINANTE	COMBUSTIBLE UTILIZADO	VALOR	UNIDADES
Partículas Totales	Sólido	355	mg/ Nm ³
	líquido	355	mg/ Nm ³
	gaseoso	No aplicable	No aplicable
Óxidos de Nitrógeno	Sólido	1100	mg/ Nm ³
	líquido	700	mg/ Nm ³
	gaseoso	500	mg/ Nm ³
Dióxido de Azufre	Sólido	1650	mg/ Nm ³
	líquido	1650	mg/ Nm ³
	gaseoso	No aplicable	No aplicable

Elaborado por: Ing. Vizuete Montero Marco Omar

6.16.2.3. FRECUENCIA Y DURACIÓN.

El monitoreo de la calidad del aire se realiza con una frecuencia trimestral, durante, la construcción del proyecto, diferenciándose en los parámetros a medir,

vale decir, que solo se considerará la medición de partículas menores a 10 micras (PM-10)

6.16.3. MONITOREO DE NIVELES SONOROS.

Durante la fase de construcción, los ruidos son generados por los equipos, y maquinaria de carga y vehículos de transporte.

6.16.3.1. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO.

Al igual que para la evaluación de material particulado y gases, se establece un punto de muestreo, para el monitoreo de ruido ambiental.

Tabla N° 6.60 Ubicación de los puntos de monitoreo para niveles de ruido ambiental.

ESTACIÓN	PUNTO DE MONITOREO	COORDENADAS		ALTITUD (m)
1	Subestación eléctrica	17 M 0797118	UTM 9983365	2580

Elaborado por: Ing. Vizquete Montero Marco Omar

6.16.3.2. PARÁMETROS DE CONTROL.

El parámetro a medir es el nivel sonoro equivalente, que provee mayor información ponderada en el tiempo. El monitoreo del nivel de ruido considera la evaluación del nivel del ruido nocturno y diurno, con un periodo de medición de 24 horas.

En el cuadro 6.61 se muestra el parámetro a evaluar y su respectivo método analítico para determinar sus niveles de ruido que genera.

Tabla N° 6.61 Parámetros y métodos analíticos..

PARÁMETROS INDICADORES	MÉTODOS ANALÍTICOS
Nivel de ruido equivalente	Leq Ponderación A, diurno y nocturno

Elaborado por: Ing. Vizquete Montero Marco Omar

El control de los niveles sonoros, se toma como referencia los niveles máximos de ruido permisibles según uso del suelo TULAS Libro VI Anexo 5 tabla 1.

Tabla N° 6.62 Estándares de calidad ambiental para ruido.

TIPO DE ZONA SEGÚN SU USO	NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE NPS eq [dB(A)]	
	DE 06 H A 20 H00	DE 20 H00 A 06 H00
Zona hospitalaria y educativa.	45	35
Zona Residencial	50	40
Zona Residencial Mixta	55	45
Zona Comercial	60	50
Zona Comercial Mixta	65	55
Zona industrial	70	65

Elaborado por: Ing. Vizúete Montero Marco Omar (Fuente TULAS)

6.16.3.3. FRECUENCIA Y DURACIÓN

El muestreo de calidad de ruido se realiza con una frecuencia trimestral durante la actividad que desarrolle la planta de tratamiento de agua residual doméstica.

6.16.4. MONITOREO DE SUELOS.

Se considera efectuar monitoreo de suelos, para aquellas áreas de campamento y/o talleres relacionados al mantenimiento de los vehículos así como en las áreas donde se hubieran producido derrames.

El parámetro de contaminación de suelos a considerar son los hidrocarburos, para el cual, la normativa ambiental nacional, no específica límites permisibles, se considera como referencia la Canadian Environmental Quality Guidelines ver tabla 6.63.

Tabla N° 6.63 Estándares de Calidad de Suelos, frecuencias y lugar de muestreo.

PARÁMETRO	ESTÁNDAR DE COMPARACIÓN	FRECUENCIA	UBICACIÓN
TPH	50 mg/kg	Semestral	Talleres de mantenimiento de maquinaria instalados

Elaborado por: Ing. Vizquete Montero Marco Omar

6.17. INSTRUCTIVO DE TÉCNICAS DE MONITOREO.

Este instructivo contiene indicaciones muy precisas como monitorear (agua, suelo, aire y ruido). Este documento sirve para instruir el uso y especificaciones generales del monitoreo.

6.17.1. TÉCNICAS DE MONITOREO DE AGUAS.

El caudal se define como la cantidad o volumen de agua que pasa por una sección dada en la unidad de tiempo y se puede expresar en metros cúbicos por segundos (m^3/s) la medición del caudal se conoce como aforo.

6.17.1.1. AFORO POR MEDICIÓN DE VELOCIDAD Y ÁREA DE LA SECCIÓN.

Este aforo se hace normalmente con cronómetro o molinete, microcorrentómetro, y excepcionalmente, con flotadores o colorantes.

El procedimiento está basado en la ecuación:

$$Q = S * V \quad \text{Ecuación (6.59)}$$

Dónde:

Q= Caudal (m^3/s)

S= Área de la sección en (m^2)

V= Velocidad media del flujo en (m/s)

La determinación del área de la sección se la realiza por sondeo de profundidad y medición del ancho de la corriente.

6.17.1.2. MEDICIÓN DEL PH.

El pH puede determinarse colorimétricamente utilizando soluciones que contengan un indicador, vidrios coloreados normalizados o papeles tornasol que cambian de color. Sin embargo siempre que sea posible debe utilizarse el método electrométrico, que comprende la determinación de la diferencia de potencial entre un electrodo de vidrio (con hidrógeno) y uno de referencia (de “calomel” o de plata/cloruro de plata) sumergido en la muestra. La diferencia de potencial se mide con un circuito de muy elevada independencia, calibrado en unidades de pH.

El medidor deberá calibrarse antes de su empleo, utilizando una solución amortiguadora normal cuyo pH será próximo al de la muestra. Cuando no se utilice, tanto el electrodo de vidrio como el de referencia, que frecuentemente se cambian en uno solo (electrodo de combinación) para facilitar la manipulación, deben conservarse en KCL 3N.

Las sondas deben sumergirse en una solución amortiguante durante algunos minutos para asegurar que se obtenga una lectura estable y que el nivel del agua objeto de evaluación cubra por lo menos 3 a 4 centímetros desde el extremo del electrodo hacia arriba.

6.17.1.3. MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA.

La temperatura afecta la vida acuática (flora y fauna) en cursos de agua y su información es necesaria para evaluar la calidad de una fuente destinada. Se utiliza varios tipos de termómetros para medir la temperatura del agua.

- De mercurio en vidrio o mercurio en acero, incluyendo termómetros de máxima y mínima, así como termómetros de inversión.
- De resistencia de platino o elementos termistores con circuitos electrónicos y medidor o registrador.

6.17.1.4. MEDICIÓN DEL OXÍGENO DISUELTO.

Para la determinación de éste parámetro, la muestra debe ser recogida evitando el contacto o intromisión de aire por burbujeo o agitación. En aguas poco profundas, se usa un frasco o botella winker (botella de boca angosta con tapón esmerilado, realizando un sello hidráulico).

Cuando se muestrea a profundidades de 2 metros, se recomienda el uso de un muestreador Kemmerer y una botella de DBO de 300 ml.

6.17.1.5. ACEITES Y GRASAS.

La muestra debe ser recogida en frascos de boca ancha y de un litro de capacidad. En el caso de grasas y aceites flotantes, se toma la muestra de la película superficial, cuando se trata de aceites emulsificados, la muestra debe ser tomada a 20 – 30 centímetros de profundidad y en condiciones de turbulencia.

6.17.1.6. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.

Para este proceso se debe introducir el envase tapado a 30 centímetros bajo la superficie y con la boca del envase situado en el lado contrario al flujo de corriente, destapar el frasco dentro del agua, llenara un volumen de dos tercios y tapara dentro del agua.

6.17.1.7. PRESERVACIÓN DE MUESTRAS

Los envases para recoger muestras deben estar completamente limpios; para el efecto, es necesario lavarlos con mezcla sulfocrónica o detergente, lavar repetidas veces con agua limpia y luego enjuagarlos con la misma agua que se va a muestrear.

Las muestras requieren de envases de diverso material, según su análisis: vidrio, vidrio ámbar, plástico y en ciertos casos teflón.

Se debe definir el tipo de preservación requerido. La preservación previene la degradación de los compuestos que son motivo de análisis, para lo cual se hace uso de inhibidores, refrigeración o congelación, protección ante la luz y tiempos de almacenamiento.

6.17.2. TÉCNICAS DE MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE.

El método general para la determinación de la velocidad de las emisiones gaseosas y de su uso volumétrico en chimeneas o ductos de una fuente fija, es aplicable a sitios de muestreo que cumplan:

- Uso de un tubo pitot y manómetro diferencial para medir la presión dinámica del gas (mm H₂O).
- Medición de la temperatura del gas dentro de la chimenea, (° C).
- Medición de la presión atmosférica utilizando un barómetro. (mm Hg).
- Calculando la velocidad del gas (m/s).
- Determinación del área transversal del ducto de la chimenea (m²).

Para la aplicación del procedimiento, el tubo pitot, previamente calibrado, se introducirá en el ducto o chimenea, en el sitio de medición seleccionado anteriormente y se tomará lecturas de la presión de la velocidad en cada uno de los puntos de medición establecidos.

6.17.2.1. CONCENTRACIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂), MONÓXIDO DE CARBONO (CO); OXÍGENO (O₂) Y PESO MOLECULAR SECO.

El método general para determinar el porcentaje de dióxido de carbono (CO₂), Oxígeno (O₂), monóxido de carbono (CO) y el peso seco, es aplicable:

- Para determinar los porcentajes de CO₂, y Co en las emisiones producidas por una fuente fija de combustión.
- Para calcular el peso molecular de las emisiones producidas por una combustión.

El procedimiento que se requiere para llevar a cabo los análisis de las emisiones referidas comprende:

- La obtención de una muestra representativa de las emisiones. Según el empleo que se pretenda dar a los datos, el muestreo puede ser integral o al azar.

El muestreo al azar se utiliza principalmente para determinar el peso molecular seco de la corriente de gas. La probeta de muestreo se ubica en el centro de la chimenea y se extrae la muestra que pasa directamente al análisis.

El muestreo integrado se utiliza cuando el resultado analítico requiere mayor precisión. El sistema de muestreo integrado consiste de una probeta de toma de muestra que se coloca en los puntos de medición determinados previamente, un sistema de remoción de humedad y finalmente un dispositivo de colección de la muestra en una bolsa flexible.

- Determinación de los porcentajes de dióxido de carbono (CO_2), oxígeno (O_2) y monóxido de carbono (CO), utilizando para ello un analizador Orsat o un analizador tipo Fyrite. El peso molecular seco (M_s) se determinará mediante la aplicación de:

$$M_s = 0.44 * \% \text{CO}_2 + 0.32 * \% \text{O}_2 + 0.28 * \% \text{CO} + 0.28 * \% \text{N}_2 \text{Ecuación (6.60)}$$

Dónde:

M_s = Peso molecular seco

$\% \text{CO}_2$ = Porcentaje de dióxido de carbono medido.

$\% \text{O}_2$ = Porcentaje de oxígeno medido

$\% \text{CO}$ = Porcentaje de monóxido de carbono medido.

El porcentaje de nitrógeno ($\% \text{N}_2$) se determina mediante la aplicación:

$$\% \text{N}_2 = 100 - (\% \text{CO}_2 + \% \text{O}_2 + \% \text{Co}) \text{Ecuación (6.61)}$$

6.17.2.2. CONTENIDO DE HUMEDAD.

Para determinar la humedad en cada uno de los puntos de muestreo se procederá a succionar una cantidad de emisión gaseosa, de tal forma que el total de gas recolectado en todos los puntos sea por lo menos 0.6 m^3 , medidos en condiciones de referencia (25°C de temperatura y a 1 atmósfera de presión) y que el flujo de succión no sea mayor de $0.020 \text{ m}^3/\text{min}$.

A medida que el gas pasa a través del equipo de muestreo, un filtro recolecta las partículas, extrae la humedad y se mide el volumen de muestra.

6.17.2.3. PARTÍCULAS TOTALES.

El método general para la determinación de la emisión de partículas en chimeneas o ductos de fuentes fijas es:

- Extracción isocinética y recolección de las partículas de la emisión.
- Remoción de la humedad.
- Determinación gravimétrica de las partículas

La velocidad de succión del gas por la boquilla de muestreo debe ser igual a la del gas en la chimenea o el ducto (extracción isocinética). Es importante tomar en cuenta que cuando existen variaciones en el fluido por la chimenea o ducto, se debe ajustar la velocidad de succión.

La medición de las condiciones de la chimenea permite que se ajuste la velocidad de muestreo, para cumplir con ese requerimiento. El tiempo óptimo de medición por punto es de cinco minutos y en ningún caso deberá ser menor a tres minutos.

A medida que la corriente de gas pasa a través del aparato de muestreo, las partículas quedan atrapadas en el filtro, se extrae la humedad y se mide el volumen de la muestra.

La concentración de partículas se calcula en forma gravimétrica el peso total de la partícula recolectada y dividiéndole por el volumen total succionado, corregido a condiciones de referencia.

La emisión total de partículas se determina multiplicando la concentración de partículas por el flujo de gas, corregido a condiciones de referencia.

6.17.2.4. REPORTE DE RESULTADOS.

Concluida las mediciones y cálculos correspondientes a cada uno de los parámetros se reportan los siguientes resultados:

- Diámetro de la chimenea (m)
- Temperatura de gases (° C)
- Presión dinámica (mmH₂O)
- Velocidad de gases (m/s)
- Gasto volumétrico (Nm³/h)
- Humedad (%)
- Peso molecular seco(g/mol)
- Contenido de oxígeno, monóxido y dióxido de carbono (mg/h)
- Contenido de partículas (mg/Nm³)
- Tasa de emisión de partículas (mg/h)
- Contenido de dióxido de azufre (mg/Nm³)
- Tasa de emisión de partículas (mg/h)
- Contenido de dióxido de azufre (mg/h)
- Contenido de dióxido de nitrógeno (mg/Nm³)
- Tasa de emisión de óxido de nitrógeno (mg/h)

Para el efecto se procede:

- a. Los datos de cada parámetro deben ser ordenados en forma ascendente.
- b. A cada valor se le asigna un valor secuencial de frecuencia acumulada partiendo de uno (1).
- c. Se calcula la probabilidad correspondiente mediante:

$$Probabilidad = \frac{\text{Frecuencia acumulada}}{(\text{Número de datos} + 1)} \quad \text{Ecuación (5.62)}$$

- d. Se procede con el cálculo de regresión lineal de la relación de probabilidad en función del parámetro analizado, para obtener la ecuación:

$$\text{Parámetro} = A + B * \text{Probabilidad} \quad \text{Ecuación (6.63)}$$

- e. Interpolar valores del parámetro para las probabilidades de ocurrencia del 0.10, 0.25, 0.50, 0.75, 0.90 utilizando la ecuación calculada. Estos datos interpolados indican la ocurrencia del valor del parámetro y una probabilidad determinada.

6.17.3. TÉCNICAS DE MONITOREO DE RUIDO.

Echeverri (2010). Afirma que “Para las mediciones de emisión de ruido proveniente de fuentes fijas debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:” (p.53).

6.17.3.1. SONÓMETRO.

El monitoreo se debe hacer con sonómetros de clase 1 o 2 según la Norma IEC61672-1:2002 o cualquiera que le sustituya.

6.17.3.2. VERIFICACIÓN Y/O AJUSTE DE LA CALIBRACIÓN DE LOS SONÓMETROS.

La verificación y/o ajustes de la calibración de los sonómetros se deben llevar a cabo con calibradores que cumplan con la Norma IEC 60942:2003.

Antes de realizar las mediciones de ruido, se debe ajustar o verificar la calibración del sonómetro de acuerdo a las instrucciones del fabricante, utilizando

un calibrador. Es necesario que los certificados de calibración acústica y electrónica del sonómetro estén vigentes de acuerdo a los tiempos especificados; se debe adjuntar una copia de los mismos en el informe técnico.

6.17.3.3. VERIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS.

La medición se debe efectuarse en tiempo seco; no debe haber lluvias, lloviznas, truenos o caída de granizo, y los pavimentos y las superficies sobre y las superficies sobre las que se efectúen las mediciones deben estar secos. Los resultados de las mediciones hechas bajo condiciones meteorológicas diferentes a las estipuladas no son tomados en cuenta.

Si las mediciones de ruido se realizan sobre un pavimento y/o superficie donde se presenta tráfico de vehículos, este debe estar completamente seco.

El micrófono siempre se protege con una pantalla protectora contra el viento durante las mediciones en exteriores.

Se debe medir la velocidad del viento y si está superior a 3 m/s, se debe hacer reajustes de acuerdo con las curvas de respuesta suministrada por el fabricante del equipo de medición para las pantallas protectoras contra el viento, o se desistirá de la medición en ese momento y se dejará constancia en el correspondiente informe.

6.17.3.4. PARÁMETROS DE MEDICIÓN.

Los principales parámetros para la medición de la emisión de ruido son:

- Niveles de presión sonora continuo equivalente con filtro de ponderación A, L.Aeq, T y ponderación temporal rápida (F)
- Nivel de ruido residual; L.Aeq, T, residual medido con el nivel de presión sonora continua equivalente con filtro de ponderación A y

ponderación temporal rápida (F), o con un nivel de ponderación 1,90.

El nivel de ruido residual es el nivel del ruido total cuando los ruidos específicos en consideración son suspendidos, el ruido residual es el ruido ambiental sin ruido específico.

El nivel de ponderación 1.90 es el nivel sonoro que sobrepasa durante el 90% del tiempo de medición. Se suele utilizar para indicar lo que se conoce como ruido de fondo, que es el nivel de presión sonora mínimo o de base, que está presente casi todo el tiempo.

Si por alguna razón no es posible medir el ruido residual, se toma como valor indicativo (o representativo) de éste el correspondiente al nivel de permanencia 1.90.

6.17.3.5. INTERVALOS Y TIEMPOS DE MEDICIÓN.

El intervalo unitario de tiempo de medición es de una hora (1) hora, lo cual puede ser mediada en forma continua o en intervalos de tiempos inferiores hasta completar un mínimo de quince minutos de captura de información.

El ruido es estable, (es decir, fluctúa en un intervalo de 3 dB), se toma como mínimo 3 mediciones de 5 minutos cada una, para evitar incurrir en mediciones que pudieran ser mediciones de baja representatividad.

Tabla N° 6.64 Distribución de las Mediciones para Varios Intervalos de Tiempo.

MEDICIÓN	FUENTE	CARACTERÍSTICA DE LA MEDICIÓN	TIEMPO		DURACIÓN (min)
			INICIAL	FINAL	
1	Funcionando	LA eq.T Respuesta rápida	0:00	0:05	5
2	Apagado	LA eq.T residual Respuesta rápida	0:10	0:15	5
3	Funcionando	LA eq.T Respuesta rápida	0:20	0:25	5
4	Apagado	LA eq.T residual Respuesta rápida	0:35	0:40	5
5	Funcionando	LA eq.T Respuesta rápida	0:45	0:50	5
6	Apagado	LA eq.T residual Respuesta rápida	0:55	1:00	5

Elaborado por: Ing. Vizuet Montero Marco Omar

La medición de la emisión de ruido se hace a 1.50 metros de la fachada de la edificación y a 1.20 metros a partir del nivel mínimo donde se encuentre instalada la fuente de emisión del ruido (piso, patas o soporte de la fuente) cuando las fuentes, no importa cuántas, estén ubicadas en el interior o en la fachada de la edificación (tales como ventiladores, aparatos de aire acondicionado, rejillas de ventilación, etc.).

En caso de que las fuentes de ruido estén situadas en azoteas de edificaciones, la medición se ejecuta situando el micrófono a 1.20 metros de altura por encima del nivel de la azotea.

6.17.4. TÉCNICAS DE MUESTREO DE SUELOS.

Un muestreo representativo del suelo garantiza que una muestra o grupo de muestras refleje de una manera precisa la concentración del parámetro de preocupación en un momento dado.

Los resultados analíticos de las muestras representativas también ilustran la variación en la presencia y concentración de contaminantes a lo largo de un sitio contaminado.

La deposición de contaminantes aerotransportados, especialmente de aquellos recién depositados, es, con frecuencia, evidente en la capa superficial de los suelos. Sin embargo, a profundidades de hasta varios metros se podrá encontrar los contaminantes depositados por acción de derrames líquidos o de una prolongada deposición de material soluble en agua.

6.17.4.1. MATERIAL Y EQUIPO DE MONITOREO.

Los métodos seleccionados para el muestreo de suelos emplean una de las siguientes cuatro herramientas básicas: la cuchara o cucharón de draga, el extractor de núcleos, los dispositivos de barreno o sonda, o las zanjas. La tabla 6.64 proporciona un listado de herramientas comúnmente utilizadas para coleccionar muestras de suelo.

Tabla N° 6.65 Equipo de Monitoreo de Suelos.

EQUIPO	APLICACIÓN AL DISEÑO DE MUESTREO	VENTAJAS Y DESVENTAJAS
Cuchara de dragado o desplantador	Suelo de superficie suave 0 - 100 cm.	Barato: fácil para usar y descontaminar , se debe evitar los desplantadores de superficie pintada
Dispositivo para extraer núcleos del suelo	Suelo suave, 0 - 60 cm	Relativamente fácil de usar, preserva el núcleo del suelo adecuado para parámetros volátiles y para una colecta de muestra sin perturbación
Barreno manual o eléctrico	Suelo 15cm - 5 m	Buen rango de profundidad; generalmente se emplean en asociación con el barreno de balde para recolectar muestras; destruye el núcleo del suelo (no apropiada para parámetros volátiles o para colectar muestras sin perturbación
Zanjas	Todo tipo de suelo, 0 - lecho rocoso	Buen rango de profundidad, generalmente empleado para ganar acceso a horizontes de suelos más profundos; destruye el núcleo del suelo

Elaborado por: Ing. Vizquete Montero Marco Omar

6.17.4.2. PRESERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS.

Las muestras deben colocarse en bolsas plásticas, sellarse herméticamente, y refrigerarse tan pronto como sea posible, la temperatura de refrigeración debe mantenerse aproximadamente 4 ° C hasta el análisis, el mismo que deberá realizarse a la brevedad.

6.17.4.3. ALMACENAMIENTO A LARGO PLAZO.

Para fines de almacenamiento, las muestras de suelo generalmente se secan al horno a una temperatura de 35 a 40 °C durante 24 horas. Las muestras secadas

en el laboratorio de suelos con frecuencia se almacenan hasta tres meses luego de los ensayos, por si hay la necesidad de repetir las pruebas.

El almacenamiento de la línea de base o de muestras de archivo por breves semanas o muchos años es también común sin que se experimente ningún cambio aparente en los valores de los ensayos.

6.18. PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN.

El presupuesto relacionado con la implementación de la planta de tratamiento de agua residual doméstica en la parroquia de Yaruquí, se resume en la tabla N° 6.65 puesta a consideración.

Tabla N° 6.66 Presupuesto de planta de tratamiento de agua residual doméstica.

1. PLANTA DE TRATAMIENTO					
1	replanteo y nivelación	m2	1.824,00	2,13	3.885,12
2	rozamiento de zanja a mano	m3	616,00	7,00	4.312,00
3	relleno compactado	m3	-	-	-
4	desalojo a maquina	m3	-	-	-
5	rejillas	m	2,00	100,00	200,00
6	sum. instalación tubería pvc alcantarillado dn=250 mm	m	70	4,00	280
7	hormigón simple f'c= 210 kg/cm2 en estructuras, incluye empedrado	m2	616	15	9.240
8	hormigón simple f'c= 210 kg/cm2 en estructuras, incluye encofrado	m3	211,26	210	44.364,60
9	malla electro-soldada	m2	616	6,30	3.880,80
10	alisado de piso	m2	616	4	2.464
11	acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	27.000	2	54.000
12	contrapiso de h.s f'c= 180 kg/cm2, e= 7 cm, incluye empedrado base e= 20 cm	m2	616,00	15	9.240
13	tanque hidroneumatico, incluye bomba de aire , caseta más panel de control		1,00	3.000	3.000
14	compuertas		4,00	500	2.000
15	cerramiento (malla + tubo +hormigón +alambre)	m2	1,00	16.000	16.000
SUBTOTAL					152.866,52
16	CONSULTORÍA		1,00	100.000,00	100.000,00
TOTAL PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA PARROQUIA YARUQUI					252.866,52

Elaborado por: Ing. Vizueté Montero Marco Omar

6.19. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.

El análisis de factibilidad es un pequeño estimado estudio de resultados financieros, económicos y sociales de la inversión en la construcción de la planta de tratamiento de agua residual doméstica para la parroquia Yaruquí.

Este análisis permite recopilar datos sobre el desarrollo del proyecto y en base a ello se toma la mejor decisión, si procede su estudio, desarrollo e implementación.

El análisis del VAN (Valor Actual Neto), es el procedimiento que permite calcular el valor presente del número de flujos a futuro, originados de la inversión, la metodología consiste en descontar el momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los cash –flows futuros del proyecto, a este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto del proyecto.

El VAN se calcula con la siguiente ecuación:

$$VAN = -INVERSIÓN (+ \text{ ó } -) \frac{\text{Flujo de caja}}{(1 + i)^n} \quad \text{Ecuación (6.64)}$$

Dónde:

Con $n = 1$ a n periodos.

El análisis TIR (Tasa Interna de Rentabilidad o Retorno), es un indicador de rentabilidad del proyecto, es la tasa de interés real del proyecto en el que invertimos dinero, esto no es otra cosa que la rentabilidad real de la inversión en valores actuales; en la tabla 6.67 se calcula mencionados ítems económicos.

El TIR se calcula con la siguiente ecuación:

$$\sum_{i=0}^n \frac{CF_i}{(1 + t)^i} = 0 \quad \text{Ecuación (6.65)}$$

Dónde:

CF_i = Cash – flow en el año i

t = Tasa Interna de Retorno.

Tabla N° 6.67 Análisis de factibilidad de la planta de tratamiento de agua residual doméstica.

AÑO	FAMILIAS	INGRESO	EGRESO	FLUJO DE FONDOS	VAN	TIR
2012	3608,5	0	0	0	\$ 25.875,6	10%
2013	3644,6	0	\$ 278153,1	\$ -1070804,3		
2015	3681,0	\$ 132518,1	\$ 48000	\$ 132518,1		
2016	3717,8	\$ 133843,2	\$ 48000	\$ 133843,3		
2017	3755,0	\$ 135181,7	\$ 48000	\$ 135181,7		
2018	3792,5	\$ 136533,5	\$ 48864	\$ 136533,5		
2019	3830,5	\$ 137898,9	\$ 48864	\$ 137898,9		
2020	3868,8	\$ 139277,8	\$ 48864	\$ 139277,8		
2021	3907,5	\$ 140670,6	\$ 49743,5	\$ 140670,6		
2022	3946,5	\$ 142077,3	\$ 43525,6	\$ 142077,3		
2023	3986,0	\$ 143498,1	\$ 49743,5	\$ 143498,1		
2024	4025,9	\$ 144933,1	\$ 50638,9	\$ 144933,1		
2025	4066,1	\$ 146382,4	\$ 50638,9	\$ 146382,4		
2026	4106,8	\$ 147846,2	\$ 50638,9	\$ 147846,2		
2027	4147,9	\$ 149324,7	\$ 51550,4	\$ 149324,7		
2028	4189,3	\$ 150818,0	\$ 51550,7	\$ 150818,0		
2029	4231,2	\$ 152326,1	\$ 51550,4	\$ 152326,1		
2030	4273,5	\$ 153849,4	\$ 52478,3	\$ 153849,4		
		\$ 2286980,0	\$ 1070804	\$ 1216175,7		

Elaborado por: Ing. Vizueté Montero Marco Omar

Los principales ingresos para la planta de tratamiento de agua residual doméstica para la parroquia de Yaruquí, es por el servicio de tratamiento de agua residual a cobrar en la planilla de consumo de agua, a un precio referencial de dos dólares con cincuenta centavos americanos, ya que no es un proyecto con fin de lucro pero si mantenerlo operativamente.

Como también se estaría cumpliendo lo que establece la Constitución Política del Estado capítulo V art. 318.

Los egresos se los pueden obtener mediante instituciones y programas de estudios de proyectos de energías renovables; con el fin de que organismos gubernamentales y empresas públicas y privadas conozcan las posibilidades que ofrecen estas instituciones internacionales, para obtener financiamiento en sus programas ambientales, tenemos:

El KfW Banco Desarrollo cuenta con varios mecanismos que apoyan a la preparación de proyectos, el banco de desarrollo, ofrece créditos para el financiamiento de proyectos que constituyan al desarrollo del país. Todos los proyectos financiados tienen que ser ejecutados dentro del marco de la cooperación bilateral. Las tasas de interés varían según el desarrollo del país:

- Ingresos / cápita < 1735 US\$ / año = 0,75 % / año por 40 años
- Otros países: 2% / año por 30 años.
- Donaciones para los países en vías de desarrollo

Además donaciones para estudios de factibilidad y programas especiales (por ejemplo medio ambiente).

http://www.theredddesk.org/es/resources/organisations/banco_de_desarrollo_de_alemania_ecuador

6.19.1. ANÁLISIS DEL VALOR ACTUAL NETO (VAN)

El Valor Actual Neto de una inversión es la suma de los valores actualizados de todos los flujos netos de caja esperados del proyecto, deducido el valor de la inversión inicial; por lo cual el valor del VAN es de \$ **25.875,6** el proyecto es rentable.

6.19.2. INTERPRETACIÓN DE LA INTERNA DE RETORNO (TIR).0

Se denomina Tasa Interna de Retorno o de Rentabilidad (T.I.R) a la tasa de descuento que hace el Valor Actual Neto (V.A.N) de una inversión sea igual a cero (V.A.N = 0).

Este método considera que una inversión es aconsejable si el T.I.R resultante es igual o superior a la tasa exigida (2%) y la T.I.R que se tiene es de un 10% por lo tanto es rentable.

CAPÍTULO VII

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1. CONCLUSIONES.

- Con el diseño de la planta de tratamiento de agua residual doméstica se sirve a una población de 21894 habitantes; y con un área de aportación de 20,46 ha. que se provee tendrá la parroquia de Yaruquí en el año 2030.
- El dimensionamiento de la planta de tratamiento de agua residual doméstica es la adecuada en dimensión y eficiencia; ya está en función de los caudales de diseño, dotación de agua en litros por habitante y por día y con una proyección futura de población de veinte años; el mismo que se ubicará a dos kilómetros de distancia de donde desemboca la alcantarilla por un canal a cielo abierto; debido a que se requiere que la planta de tratamiento tenga una eficiencia del 62% de remoción de la DBO a 100 mg/l, como también una oxigenación de 3 mg/ l logrando así cumplir con la normativa ambiental vigente TULAS Libro VI Anexo I tabla número 8.
- La planta de tratamiento consta de un pre-tratamiento de rejillas para atrapar sólidos gruesos y finos, luego un desarenador que tendrá un tiempo de retención de una hora, luego pasar a un sedimentador rectangular cuya función es de retener grava, ceniza , cuya sedimentación sea mayor que los sólidos orgánicos, y se concluye con un tratamiento secundario, el mismo que suministrará oxígeno hasta llegar a cumplir la normativa.
- El sistema integrado de monitoreo permite establecer los parámetros de seguimiento de la calidad del agua y su dinámica de transporte del río Guayllabamba.
- Al comparar lo calculado en el diseño de la planta de tratamiento y el simulador Desass 7.1 se tiene una desviación del 2% de diferencia en los cálculos de diseño
- El análisis de factibilidad indica que es un proyecto viable económicamente, ya que se tiene un VAN de \$ 25875,6 y un TIR del 10%.

7.2. RECOMENDACIONES.

- Para el correcta manejo de los lodos que se obtienen producto del proceso de tratamiento, se la debe ubicar sobre una superficie de concreto, la cual debe estar diseñada con una pendiente que permita la evacuación del agua que contienen los lodos, también debe estar bajo una cubierta, ya que si se la tiene sin cubierta, en caso de lluvias se escurre, este desecho se la puede enviar al relleno sanitario.
- Se recomienda construir un canal de sección rectangular desde la intersección de la descarga de la alcantarilla, que es donde se ubica la descarga, hasta la planta de tratamiento de agua residual doméstica, las dimensiones recomendadas son: altura (1m) y de ancho (0,8 m)
- Realizar la limpieza periódica de las unidades de tratamiento, según los intervalos de tiempo calculados, para lo cual se pondrá en operación solo la parte de la planta de tratamiento que no esté en limpieza, mientras la otra parte estará en mantenimiento. Con esto se asegura un correcto funcionamiento de la planta y se evita la proliferación de malos olores.
- Determinar el potencial aprovechamiento de los lodos, a partir de sus características biológicas, físicas y químicas, seleccionando una alternativa óptima a la definición de nutrientes a suministrar a los cultivos de la parroquia de Yaruquí derivados de la transformación de los lodos que se producen en la planta de tratamiento de agua residual doméstica.

BIBLIOGRAFÍA.

- ARCE, A. (2009). *Seguridad Personal en el Muestreo y Análisis del Aguas Residuales*. México
- BRITO, J. (2000). *Estadística*. Edit. Continental Barcelona
- ECUADOR, MINISTERIO DEL AMBIENTE. *Texto Unificado de Legislación Ambiental "TULAS"* Libro VI, Anexo 1 2da. Ed. Quito.
- ECHEVERRI, C. (2010). *Protocolo para Medir la Emisión de Ruido Generado por fuentes Fijas*. Medellín Colombia.
- EMAAP-Q, (2005) *Informe de Monitoreo de parroquias de Quito* Departamento de Unidad de Gestión del Agua.
- EMAAP-Q, (2005) *Manual de Monitoreo* Departamento de Unidad de Gestión del Agua.
- EMAAP-Q, (2010) *términos de referencia de diseños definitivos de las obras de intersección y tratamiento de aguas residuales de las parroquias rurales que descargan a los ríos Guayllabamba y San Pedro*. Proyecto N° SPO1-2010-EP-BID.
- FALAGÁN, M. (2000). *Manual Básico de Prevención de Riesgos Laborales: Higiene Industrial, Seguridad y Ergonomía*. Edit. Sociedad Asturiana de Medicina y Seguridad en el Trabajo y Fundación Médicos Asturias
- FABARA, E. (2001). *El Marco Lógico y el Enfoque Integrado en la Elaboración de Proyectos*. AFEFCE. Quito.
- GONZÁLEZ, G. (1974). *Métodos Estadísticos y Principios de Diseño Experimental*. UCE. Quito.
- GLYNN, H. (2009) *Ingeniería Ambiental*. Edit. Prentice Hall Hispanoamérica S.A. México.
- HERNÁNDEZ, J.-LANDÁZURI, A. (.1999). *Corrientes, Métodos y Técnicas de Investigación*. EB-PRODEC. Quito.
- LINSLEY, F (1967) *Ingeniería de los Recursos Hídricos*. CONTINENTAL
- LÓPEZ, M (2000) *Manual de Muestreo de Aguas*. EMAAP- Quito
- MACKENZIE, L y otros (2005) *Ingeniería y Ciencias Ambientales*. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. 2ª. Edición. México

- MARTÍN, J (2008) *Ingeniería de Ríos*. AlfaomegaGrupoAlfaomega UPC, S.L 2ª Edición España.
- METCALF, E. (1996) *Ingeniería de Aguas Residuales Tratamiento, Vertido y Reutilización*. Edit. McGraw-Hill/Interamericana España
- MURRAY, R. (2005) *Estadística*. Edit. McGraw-Hill/Interamericana España
- OPS. (2005). *Guía para el Diseño de Tanques Sépticos: Tanques Imhoff y Lagunas de Estabilización*. Lima.
- NORMAS APA
- PERERA, P. (2001). *Guía de Procesos Extensivos de Depuración de las Aguas Residuales, Adaptadas y las Pequeñas y Medias Colectividades*. Francia.
- PEÑA. C y otros, (2001). *Toxicología Ambiental Evaluación de Riesgos y Restauración Ambiental*Arizona-Estados Unidos.
- PRADA, A (2007) *¿Cómo medir el caudal y la carga contaminante de una fuente hídrica?* Universidad de los Llanos Colombia.
- RAMALHO, R (2007). *Tratamiento de aguas residuales*. Edit. Reverté S.A. Barcelona España.
- RAS, (2000), *Reglamento Técnico del sector de agua potable y saneamiento básico*. Bogotá D.C Colombia.
- TUBERÍAS SA. (2004). *Manual de depuración Uralita*. Edit. Paraninfo
- VALDEZ, E. (2008). *Ingeniería de los Sistemas de Tratamiento y Disposición de las Aguas Residuales*. Fundación. ICA, AC. México D.F
- YÁNEZ, F. (1993) *Lagunas de Estabilización*. Cuenca Ecuador.
- VÁZQUEZ, A y otros (2008) *Seguridad personal en muestreo y análisis de aguas residuales*. Comisión Nacional del Agua. México D.F

ANEXOS

ANEXO N° 1. RECIPIENTES PRESERVACIÓN Y VOLÚMENES NECESARIOS.

Determinación	Tipo de Recipiente	Volumen mínimo de muestra, ml	Tipo de muestra ³	Preservación	Almacenamiento	
					Recomendado	Máximo
Carbono orgánico Total	V	100	s, c	Análisis inmediato; o refrigerar y agregar H ₃ PO o H ₃ SO ₄ hasta pH <2	7d	26d
Cianuro total	P,V	500	s, c	Agregar N ₃ OH hasta pH > 12, refrigerar en la oscuridad.	24h	14d
Cianuro Clorable	P,V	500	s, c	Agregar 100 mg N ₃ S ₂ O ₃ /L	Inmediato	14d
Cloruro	P,V	50	s, c	No requiere	28 d	28d
Conductividad	P,V	500	s, c	Refrigerar	28 d	28d
DBO	P,V	1000	s, c	Refrigerar	6h	48d
DQO	P,V	100	s, c	Analizar lo más pronto posible, o agregar H ₂ SO hasta pH <2; refrigerar	7d	28d
Fenoles	P,V	500	s, c	Refrigerar, agregar H ₂ SO ₄ hasta pH<2	28d	28d
Fosfato	P,V	100	s, c	Para fosfato disuelto filtrar inmediatamente; refrigerar	48h	48d
Fósforo total	V (A)	100	s, c	Agregar H ₂ SO ₄ pH<2; refrigerar	48h	28d
Grasa y aceite	V, boca ancha calibrado	1000	s, c	Agregar HCl hasta pH<2, refrigerar	28d	28d
Metales, general	P (A), V(A)	500	s, c	Filtrar, agregar HNO ₃ hasta pH<2	6 meses	6 meses
Nitrógeno amoniacal	P, V	500	s, c	Analizar lo más pronto posible o refrigerar	7d	28d
Nitrato – Nitrito		200	s, c	Agregar H ₂ SO ₄ pH<2; refrigerar	Inmediato	28 d
Nitrito		100	s, c	Analizar lo más pronto posible o refrigerar	Inmediato	48 d
Nitrógeno Orgánico	P, V	500	s, c	Refrigerar, agregar H ₂ SO ₄ hasta pH< 2	7d	28 d
Ph	P, V	50	s, c	Análisis inmediato	2h	---
Sólidos	P, V	200	s, c	Refrigerar	7d	2-7 d, ver protocolo
Sulfatos	P, V	100	s, c	Refrigerar	28d	28d

ANEXO N° 2. ETIQUETAS PARA IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS

División de Evaluación Técnica	PLAN DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA DE LA PARROQUIA YARUQUÍ				Laboratorio Ambiental	
Hora:	Fecha:	T de Muestra:		# De Muestra		
Dirección Esp.		Temp		pH		
Oxígeno disuelto		Conductividad		RESPONSABLE		
Turbidez		TDS:		Nombre del Muestreador		
Condiciones Climáticas		Nombre del Muestreador		Solicitante		

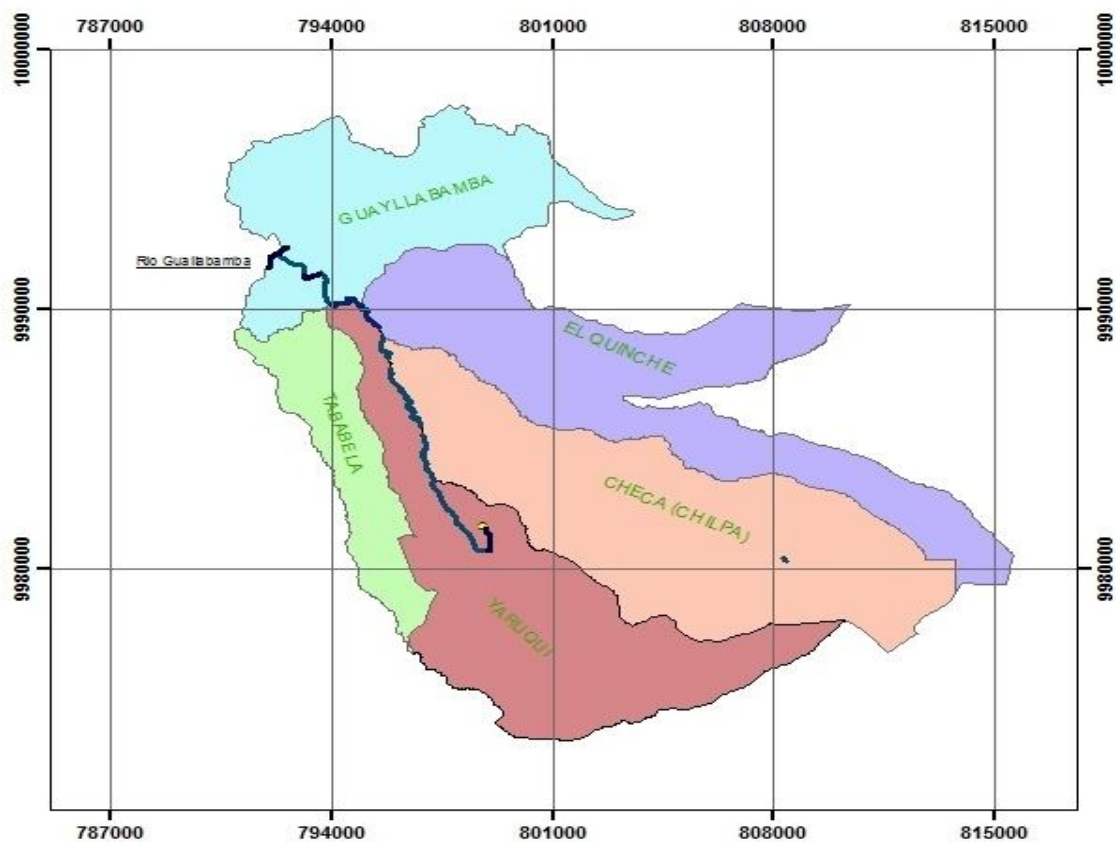
Fuente: manual de monitoreo del EMAPS

ANEXO N° 3. REGISTRO DE SOLICITUD DE ANÁLISIS

A. PETICIÓN DE ANÁLISIS			1	SOLICITANTE						
2	OBJETO	Concesión		Sanción		Orden	Particular		Convenio	
		Control		Monitoreo	3		Dep. Car		Otra	
B. CARACTERÍSTICAS DEL PUNTO DE MUESTREO				4	Cuerpo de Agua					
5	Tipo	Corriente		Laguna		Subterránea		Efluente Doméstico		
		Humedad		Embalse		PTAR		Efluente Industrial		
6	Latitud		7	Longitud			8	Elevación		
9	Vereda		10	Municipio			11	Regional		
12	Muestreador									
	Nombre					Firma				
13	FECHA		14	Hora	Inicial		Tipo de muestra		Simple	
					Final				Compuesta	
DATOS DE CAMPO										
16	Caudal	17	pH	18	Conductividad	19	OD	Agua		
20	Turbidez	21	Color	22	Olor	23	Sabor	Temperatura	Aire	
E. ENTREGA – RECIBO						25	Código Laboratorio			
Entregue										
Nombre					Firma					
Recibí										
Nombre					Firma					

Fuente: manual de monitoreo del EMAPS

ANEXO N° 4. MAPA DE CARACTERIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL DOMESTICA PARROQUIA YARUQUÍ.



Legend

- ◻ PUNTO_DE_DESCARGA
- QUEBRADA_DE_INFLUENCIA_DE_LA_CARGA_DOMESTICA**
- TIPO**
- Quebrada
- Rio Simple
- PARROQUIAS_VARIAS**
- ◻ <all other values>
- DPA_DE SPAR**
- ◻ CHECA (CHILPA)
- ◻ EL QUINCHE
- ◻ GUAYLLABAMBA
- ◻ TABABELA
- ◻ YARUQUI

ANEXO N° 5. CAUDALES.

Fecha de muestreo		17/02/2012	18/02/2012	19/02/2012	20/02/2012	21/02/2012	22/02/2012	23/02/2012
		Caudal (l/s)						
hora de muestreo	01h00	3,083	4,167	2,917	3,333	2,250	3,167	2,250
	02h00	3,000	3,583	3,000	3,417	2,000	3,417	2,250
	03h00	3,000	3,333	2,917	2,333	2,167	3,000	2,833
	04h00	2,917	3,583	3,417	1,833	2,167	3,250	2,917
	05h00	3,500	6,250	4,000	2,750	2,833	3,833	3,000
	06h00	4,167	4,583	4,083	3,750	3,417	3,833	2,917
	07h00	2,750	4,333	4,083	3,917	3,667	2,833	4,583
	08h00	2,250	3,000	3,833	3,750	3,750	5,417	4,333
	09h00	2,250	3,083	3,000	4,417	3,167	4,250	3,000
	10h00	2,833	2,583	2,750	6,000	3,833	2,333	3,083
	11h00	2,917	3,000	2,917	4,917	3,500	3,500	2,583
	12h00	2,917	3,500	2,750	4,583	3,750	3,889	3,000
	13h00	2,917	3,083	3,000	4,000	3,417	3,083	3,500
	14h00	3,917	3,250	3,333	5,083	3,250	2,583	3,083
	15h00	3,500	3,750	3,000	4,833	2,417	3,000	2,250
	16h00	3,417	2,750	4,083	4,167	2,833	3,500	2,250
	17h00	2,500	2,667	3,583	2,750	2,833	3,083	2,833
	18h00	2,833	3,083	3,750	3,500	2,250	3,250	2,917
	19h00	2,667	2,583	4,500	4,000	2,583	3,750	3,583
	20h00	2,083	3,750	4,083	3,917	2,583	2,833	3,750
	21h00	2,833	4,583	4,500	4,667	4,000	2,917	4,500
	22h00	4,000	4,667	4,833	4,000	4,583	2,917	4,083
	23h00	4,083	4,500	4,167	3,917	4,333	2,917	4,583
	24h00	4,083	3,917	3,917	3,250	3,667	3,917	4,000
Promedio Caudal		3,101	3,649	3,601	3,878	3,135	3,353	3,253

ANEXO N° 6. ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA)

PARÁMETROS AMBIENTALES	I	II	III	IV	V	VI	VII	SUMATORIA	MEDIA
Turbiedad	108	137	103	137	176	122	90,9	873,9	124,84
Color	750	500	500	450	500	500	650	3850	550,00
SST	71	570,59	438,89	218,42	254,17	230	224,39	2007,46	286,78
SSV (mg/l)	48	247,06	316,67	155,26	160,42	155	151,22	1233,63	176,23
DBO 5 (mg/l)	249	355	319	334	425	182	141	2005	286,43
DQO (mg/l)	440	660	554	568	687	413	496	3818	545,43
Grasas y aceites (mg/l)	13,97	22,16	16,79	17,75	22,03	17,79	19,5	129,99	18,57
Detergentes (mg/l)	7,28	2,74	4,56	1,88	2,27	3,37	7,42	29,52	4,22
Nitrógeno Amoniacal (mg/l)	32,6	45,8	32,4	45,7	22,2	20,3	45,9	244,9	34,99
Nitrógeno Orgánico (mg/l)	15,52	18,75	12,5	16,85	8,52	9,54	14,32	96	13,71
Nitrógeno Kjeldahl (mg/l)	48,12	64,55	44,9	62,55	30,72	29,84	60,22	340,9	48,70
Sulfatos (mg/l)	36,7	28,7	30,45	27,7	29,2	28,2	34,2	215,15	30,74
Fosfatos (mg/l)	13,8	5,6	5,25	4,55	5,2	4,9	4,75	44,05	6,29
Coliformes totales (NMP/100ml)	4,11E+07	6,17E+07	2,75E+07	6,24E+07	1,21E+07	3,08E+08	4,88E+08	1,00E+09	1,43 E+08
E. Coli (NMP/100ml)	2,02E+07	2,01E+07	7,40E+06	1,09E+07	7,40E+06	4,10E+06	4,10E+06	7,42E+07	1,06E+07

SUMATORIA

61301834	81802658	34902378,41	73302039,66	19502322,7	312101716	492101940	1075014889
----------	----------	-------------	-------------	------------	-----------	-----------	------------

TABLA 11. LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO			
Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	100
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Ácidos o bases que puedan causar contaminación, sustancias explosivas o inflamables.		mg/l	Cero
Aluminio	Al	mg/l	5
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	5
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Carbonatos	CO ₃	mg/l	0,1
Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Caudal máximo		l/s	1.5 veces el caudal promedio horario del sistema de alcantarillado.
Cianuro total	CN-	mg/l	1
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo (ECC)	mg/l	0,1
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cromo Hexavalente	Cr+6	mg/l	0,5
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O5.	mg/l	250
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	500
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1
Fósforo Total	P	mg/l	15
Hierro total	Fe	mg/l	25
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20
Demanda Biológica de Oxígeno	DBO	mg/l	100

**TABLA 11. LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO PÚBLICO (Continuación)**

Materia flotante	Visible		Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	40
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		05-sep
Sólidos Sedimentables		ml/l	20
Sólidos Suspendedos Totales		mg/l	220
Sólidos totales		mg/l	1 600
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sulfatos	SO ₄ =	mg/l	400
Sulfuros	S	mg/l	1
Temperatura	°C		< 40
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	2
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1
Sulfuro de carbono	Sulfuro de carbono	mg/l	1
Compuestos organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,05
Organofosforados y carbamatos (totales)	Concentración de organofosforadosycarbamatos totales.	mg/l	0,1
Vanadio	V	mg/l	5
Zinc	Zn	mg/l	10

ANEXO			
TABLA 08. CRITERIOS DE CALIDAD PARA AGUAS DE USO PECUARIO			
Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aluminio	AL	mg/l	5.0
Arsénico (total)	As	mg/l	0.2
Bario	Ba	mg/l	1.0
Boro (total)	B	mg/l	5.0
Cadmio	Cd	mg/l	0.05
Carbamatos (totales)	Concentración de carbamatos totales	mg/l	0.1
Cianuro Total	CN ⁻	mg/l	0.2
Cinc	Zn	mg/l	25.0
Cobre	Cu	mg/l	0.5
Cobre Hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	1.0
Hierro	Fe	mg/l	1.0
Litio	Li	mg/l	5.0
Materia Flotante	Visible		Ausencia
Manganeso	Mn	mg/l	0.5
Molibdeno	Mo	mg/l	0.005
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0.01
Nitratos + Nitritos	N	mg/l	10.0
Nitratos	N- nitrito	mg/l	1.0
Níquel	Ni	mg/l	0.5
Oxígeno Disuelto	O.D	mg/l	3.00
Organofosforados (totales)	Concentración de organofosforados totales	mg/l	0.1
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0.2
Potencial de Hidrógeno	pH	mg/l	6-9
Plata	Ag	mg/l	0.05
Plomo	Pb	mg/l	0.05
Selenio	Se	mg/l	0.01
Sólidos Disueltos Totales	TDS	mg/l	3000
Vanadio	V	mg/l	10.0
Coliformes fecales	NMP/100 ml		Menor a 1000
Coliformes totales	NMP/100 ml		Promedio mensual menor a 5000

ANEXO N° 9 AUTODEPURACIÓN DEL RÍO.

ANTES DEL VERTIDO				DESPUÉS DEL VERTIDO				AUTODEPURACIÓN DEL RÍO					
Caudal m ³ /s	Temperatura	OD	DQO	Temperatura	OD	DQO	Caudal m ³ /s	Caudal tras el vertido	Concentración de Materia Orgánica	Concentración de Oxígeno Disuelto	Temperatura	Oxígeno Disuelto en Saturación	Déficit de Oxígeno en el tramo del vertido
0,0036	16,3	0,67	440	12,1	7,33	120	19,63	19,63	121,56	7,33	12,16	10,6	3,27
0,0037	16,6	0,87	660	14,7	7,39	140	17,46	17,46	142,41	7,39	14,76	9,74	2,35
0,0043	16,1	0,7	554	15,47	6,6	190	16,36	16,36	192,33	6,6	15,54	9,74	3,14
0,0035	15,9	0,82	568	16,03	5,15	200	20,53	20,53	201,95	5,15	16,08	9,54	4,39
0,0033	15,5	0,75	687	20,66	5,01	180	14,73	14,73	182,23	5,01	20,71	8,83	3,82
0,0036	16	0,77	413	18,29	5,27	290	17,16	17,16	291,43	5,27	18,34	9,17	3,9
0,0031	15,2	0,66	496	17,3	5,76	150	15,5	15,5	151,51	5,76	17,34	9,35	3,59

ANEXO N° 10. FOTOS DE CARACTERIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS PARROQUIA YARUQUÍ.



ANEXO N° 11. ETIQUETADO, EMBASADO Y SUPERVISIÓN DE LAS MUESTRAS DE AGUA RESIDUALES



ANEXO N° 12. VALORES DE F DE FISHER.

VALORES DE F DE FISHER																									
gl	GRADOS DE LIBERTAD DEL CUADRADO MEDIO MAYOR																							gl	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500		
50	4,03	3,18	2,79	2,56	2,4	2,29	2,2	2,13	2,07	2,02	1,98	1,95	1,9	1,85	1,78	1,74	1,69	1,63	1,6	1,55	1,52	1,48	1,46	1,44	50
	7,17	5,06	4,2	3,72	3,41	3,18	3,02	2,88	2,78	2,7	2,62	2,56	2,46	2,39	2,26	2,18	2,1	2	1,94	1,86	1,82	1,76	1,71	1,68	
55	4,02	3,17	2,78	2,54	2,38	2,27	2,18	2,11	2,05	2	1,97	1,93	1,88	1,83	1,76	1,72	1,67	1,61	1,58	1,52	1,5	1,46	1,43	1,41	55
	7,12	5,01	4,16	3,68	3,37	3,15	2,98	2,85	2,75	2,66	2,59	2,53	2,43	2,35	2,23	2,15	2,06	1,96	1,9	1,82	1,78	1,71	1,66	1,64	
60	4	3,15	2,76	2,52	2,37	2,25	2,17	2,1	2,04	1,99	1,95	1,92	1,86	1,81	1,75	1,7	1,65	1,59	1,56	1,5	1,48	1,44	1,41	1,39	60
	7,08	4,98	4,13	3,65	3,34	3,12	2,95	2,82	2,72	2,63	2,56	2,5	2,4	2,32	2,2	2,12	2,03	1,93	1,87	1,79	1,74	1,68	1,63	1,6	
65	3,99	3,14	2,75	2,51	2,36	2,24	2,15	2,08	2,02	1,98	1,94	1,9	1,85	1,8	1,33	1,68	1,63	1,57	1,54	1,49	1,46	1,42	1,39	1,37	65
	7,04	4,95	4,1	3,62	3,31	3,09	2,93	2,79	2,7	2,61	2,54	2,47	2,37	2,3	2,18	2,09	2	1,9	1,84	1,76	1,71	1,64	1,6	1,56	
70	3,98	3,13	2,74	2,5	2,35	2,23	2,14	2,07	2,01	1,97	1,93	1,89	1,84	1,79	1,72	1,67	1,62	1,56	1,53	1,47	1,45	1,4	1,37	1,35	70
	7,01	4,92	4,08	3,6	3,29	3,07	2,91	2,77	2,67	2,59	2,51	2,45	2,35	2,28	2,15	2,07	1,98	1,88	1,92	1,74	1,69	1,62	1,56	1,53	
80	3,96	3,11	2,72	2,48	2,33	2,21	2,12	2,05	1,99	1,95	1,91	1,88	1,82	1,77	1,7	1,65	1,6	1,54	1,51	1,45	1,42	1,38	1,35	1,32	80
	6,96	4,88	4,04	3,56	3,25	3,04	2,87	2,74	2,64	2,55	2,48	2,41	2,32	2,24	2,11	2,03	1,94	1,84	1,58	1,7	1,65	1,55	1,52	1,49	
100	3,94	3,09	2,7	2,46	2,3	2,19	2,1	2,03	1,97	1,92	1,88	1,85	1,79	1,75	1,68	1,63	1,57	1,51	1,48	1,42	1,39	1,34	1,3	1,28	100
	6,9	4,82	3,98	3,51	3,2	2,99	2,82	2,69	2,59	2,51	2,43	2,36	2,26	2,19	2,06	1,98	1,89	1,79	1,73	1,64	1,59	1,51	1,46	1,43	
125	3,92	3,07	2,68	2,44	2,29	2,17	2,08	2,01	1,95	1,9	1,86	1,83	1,77	1,72	1,65	1,6	1,55	1,49	1,45	1,39	1,36	1,31	1,27	1,25	125
	6,84	4,78	3,94	3,47	3,17	2,95	2,79	2,65	2,56	2,47	2,4	2,33	2,23	2,15	2,03	1,94	1,85	1,75	1,68	1,59	1,54	1,46	1,4	1,37	
150	3,91	3,06	2,67	2,43	2,27	2,16	2,07	2	1,94	1,89	1,85	1,82	1,76	1,71	1,64	1,59	1,54	1,47	1,44	1,37	1,34	1,29	1,25	1,22	150
	6,81	4,75	3,91	3,44	3,14	2,92	2,76	2,62	2,53	2,44	2,37	2,3	2,2	2,12	2	1,91	1,83	1,72	1,66	1,56	1,51	1,43	1,37	1,33	

AUTORIZACIÓN DE DATOS POR LA EPMAPS-Q



Oficio 194 -PSA-2012

Quito, 27 de marzo de 2012

Ingeniero
Alberto Serrano Arroyo
DIRECTOR DEL PROYECTO
ACCIONA INGENIERIA S.A.
Inglaterra E 3-235 entre Av. Amazonas y República
Presente

De mi consideración:

En atención a su oficio AIE – 39 – 2012, de fecha 26 de marzo de 2012, en el cual solicita que sean facilitados los resultados del laboratorio y los obtenidos en campo correspondientes a las caracterizaciones de descargas que los desarrolló Acciona Ingeniería bajo la supervisión de la EPMAPS, para uso académico del Ing. Omar Vizquete; le indico lo siguiente:

1. En lo que respecta a descargas municipales, una vez aprobado el Informe No. 2 por la EPMAPS, el Ing. Vizquete podrá usar la información, que será exclusivamente utilizada como referencia y deberá citar la fuente de los datos.
2. En lo respecto a descargas industriales, esta información es de uso confidencial.

Atentamente,

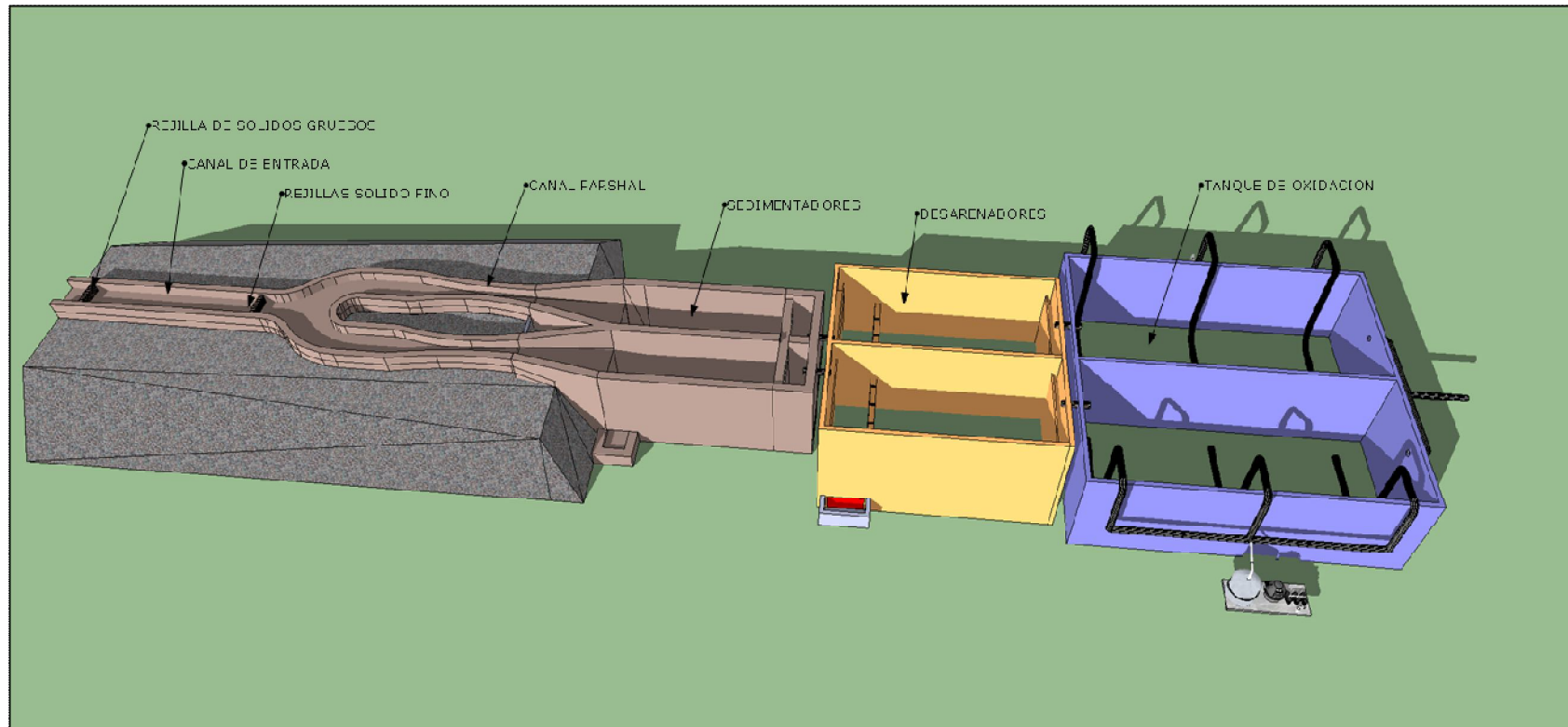
Ing. Xavier Vidal Pacurucu
DIRECTOR EJECUTIVO DEL PSA

LAG

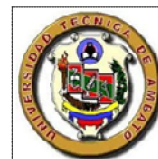
Recibido 28-03-2012



ANEXO N° 13. PLANTA DE TRATAMIENTO



ANEXO 13: IMPLANTACIÓN GENERAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA



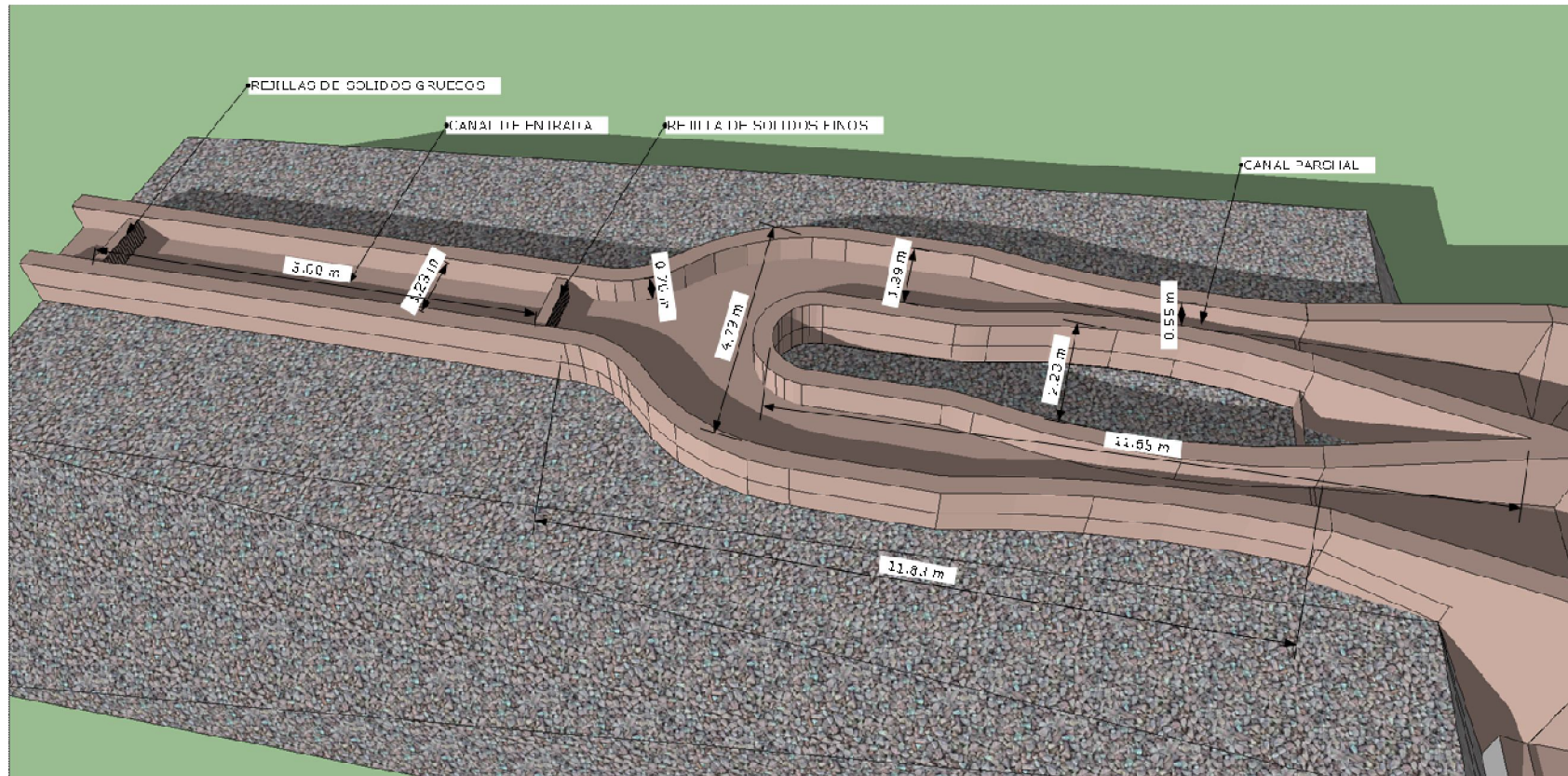
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

PROYECTO:
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA

CONTIENE:
PLANTA DE TRATAMIENTO, PANTALLA DISURSORA, DESARENADORES, TANQUE DE OXIDACIÓN, SEDIMENTADORES, CANAL BARSHAL

APROBADO: DISEÑADO: OMAR VIZUETE

FECHA: 22-04-2013 ESCALAS: INDICADAS LAMINA: 1/6



ANEXO 14: PRE-TRATAMIENTO PRIMARIO

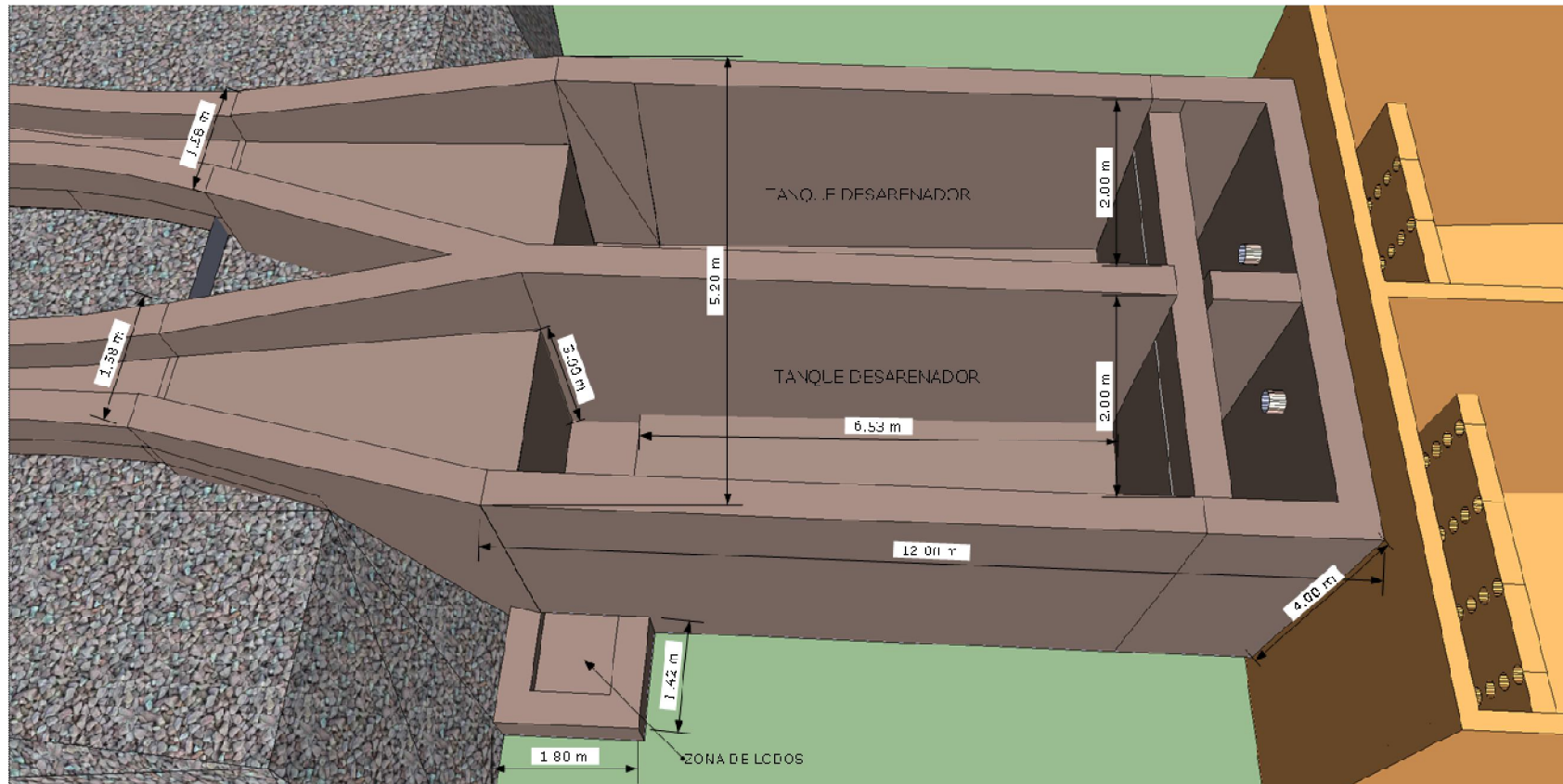


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

PROYECTO:
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA

CONTIENE:
PRE-TRATAMIENTO PRIMARIO, CANAL DE ENTRADA, CANAL PARCIAL

APROBADO: _____ DISEÑADO: OMAR VIZUELA
FECHA: 22-04-2015 ESCALAS: INDICADAS LÁMINA: 2/6



ANEXO 15: TRATAMIENTO PRIMARIO



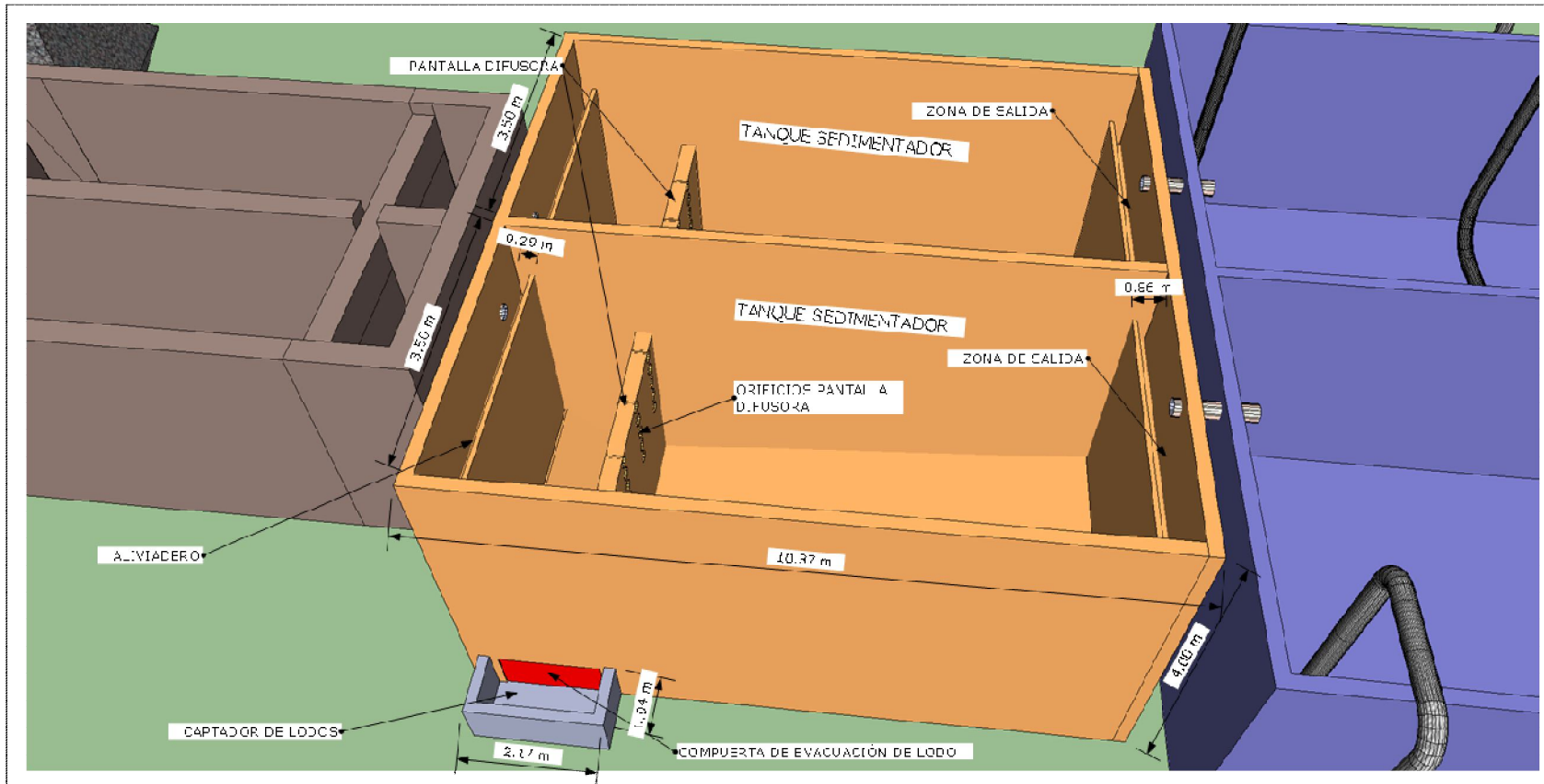
UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

PROYECTO:
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA


CONTIENE:
TRATAMIENTO PRIMARIO, DESARENADOR Y ZONA DE LODOS

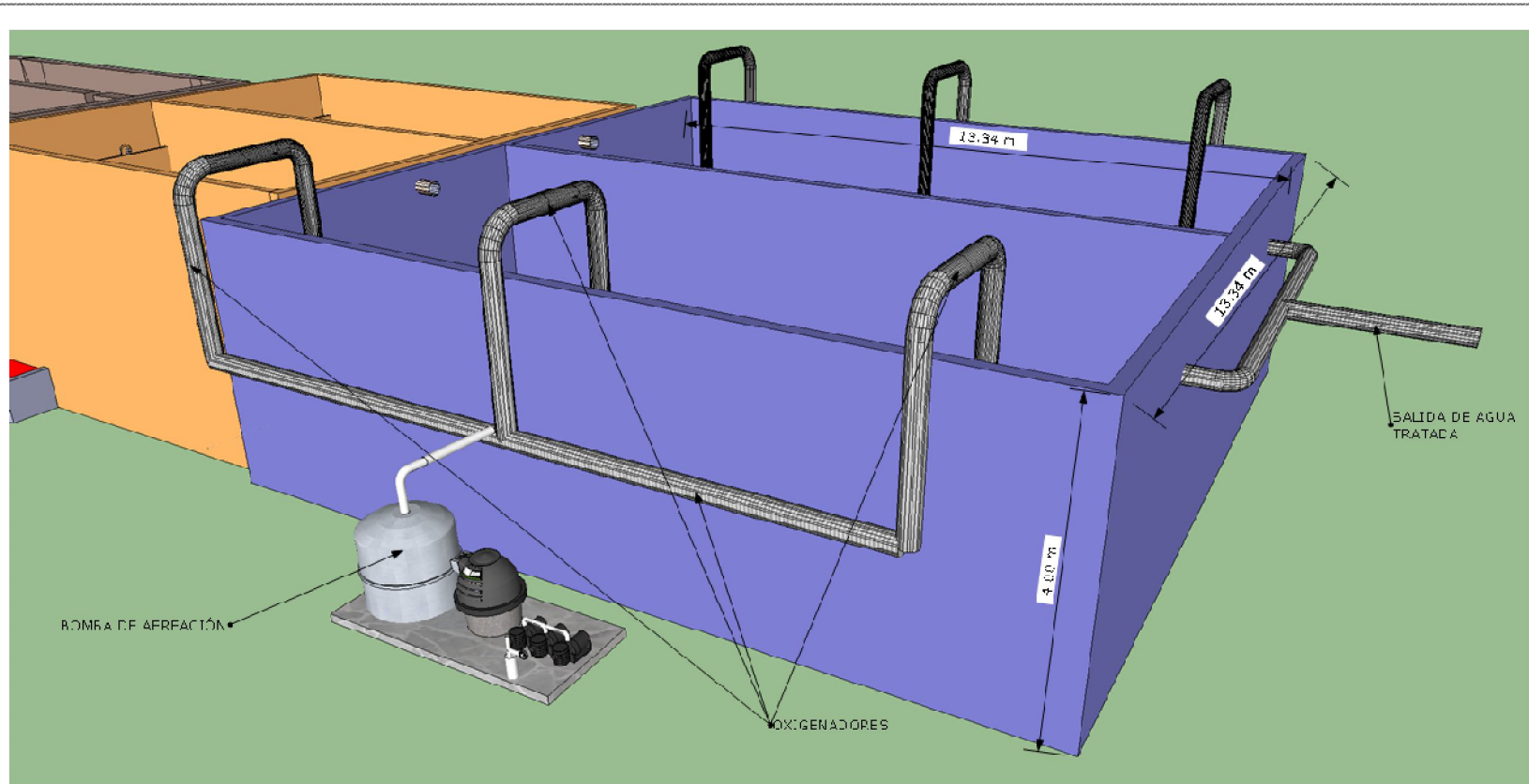
APROBADO: _____ DISEÑADO: OMAR VIZUELA

FECHA: 22-04-2015 ESCALAS: INDICADAS LÁMINA: 3/6



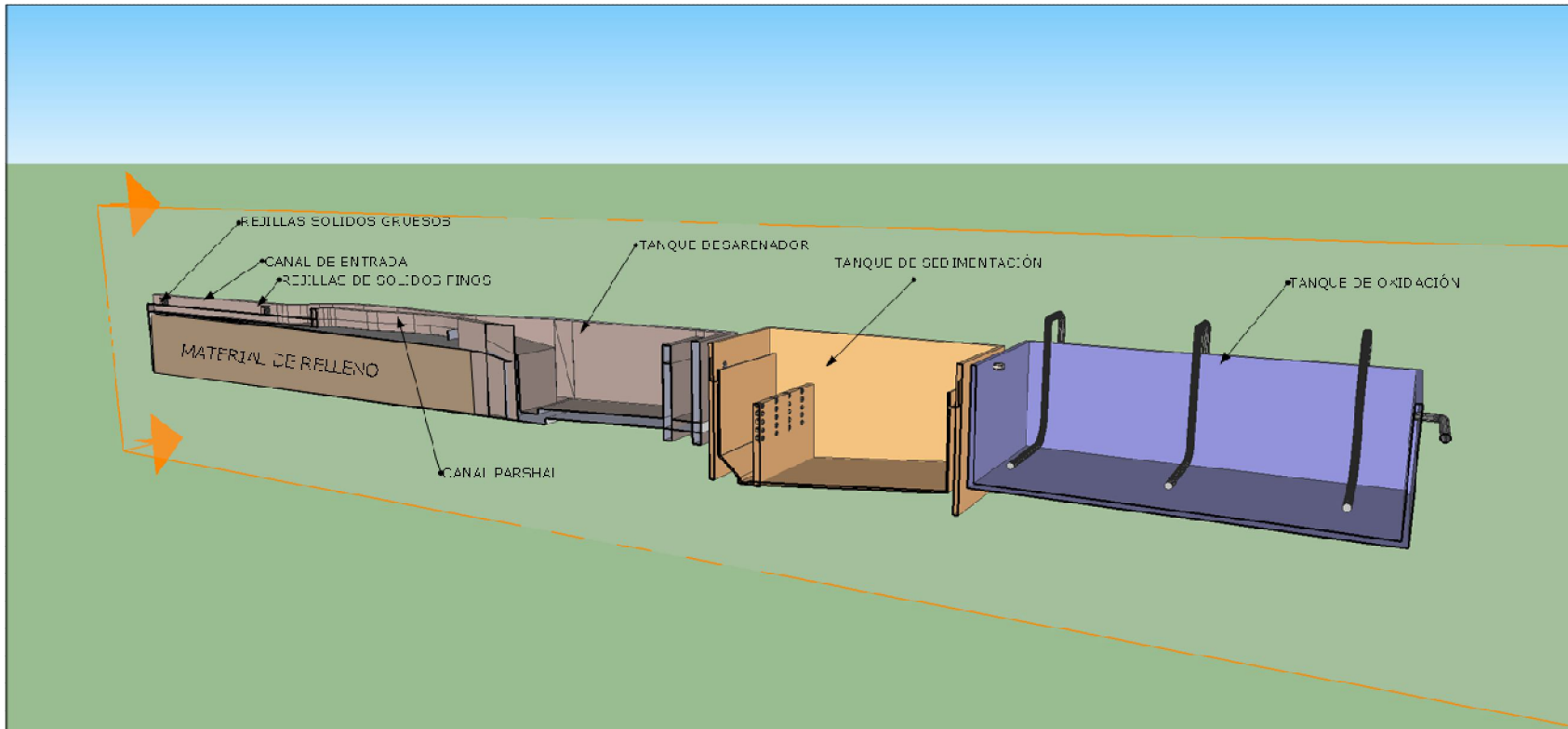
ANEXO 16: TRATAMIENTO PRIMARIO TANQUE SEDIMENTADOR

	UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO	
	PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DOMESTICA	
CONTIENE: TRATAMIENTO PRIMARIO, TANQUES SEDIMENTADORES, EVACUACIÓN DE Lodos PANTALLA DIFUSORA, ALIVIADEROS		
APROBADO	DISEÑADO: OMAR VIZJETE	
FECHA: 22-04-2013	ESCALAS: INDICADAS	LAMINA: 1/5



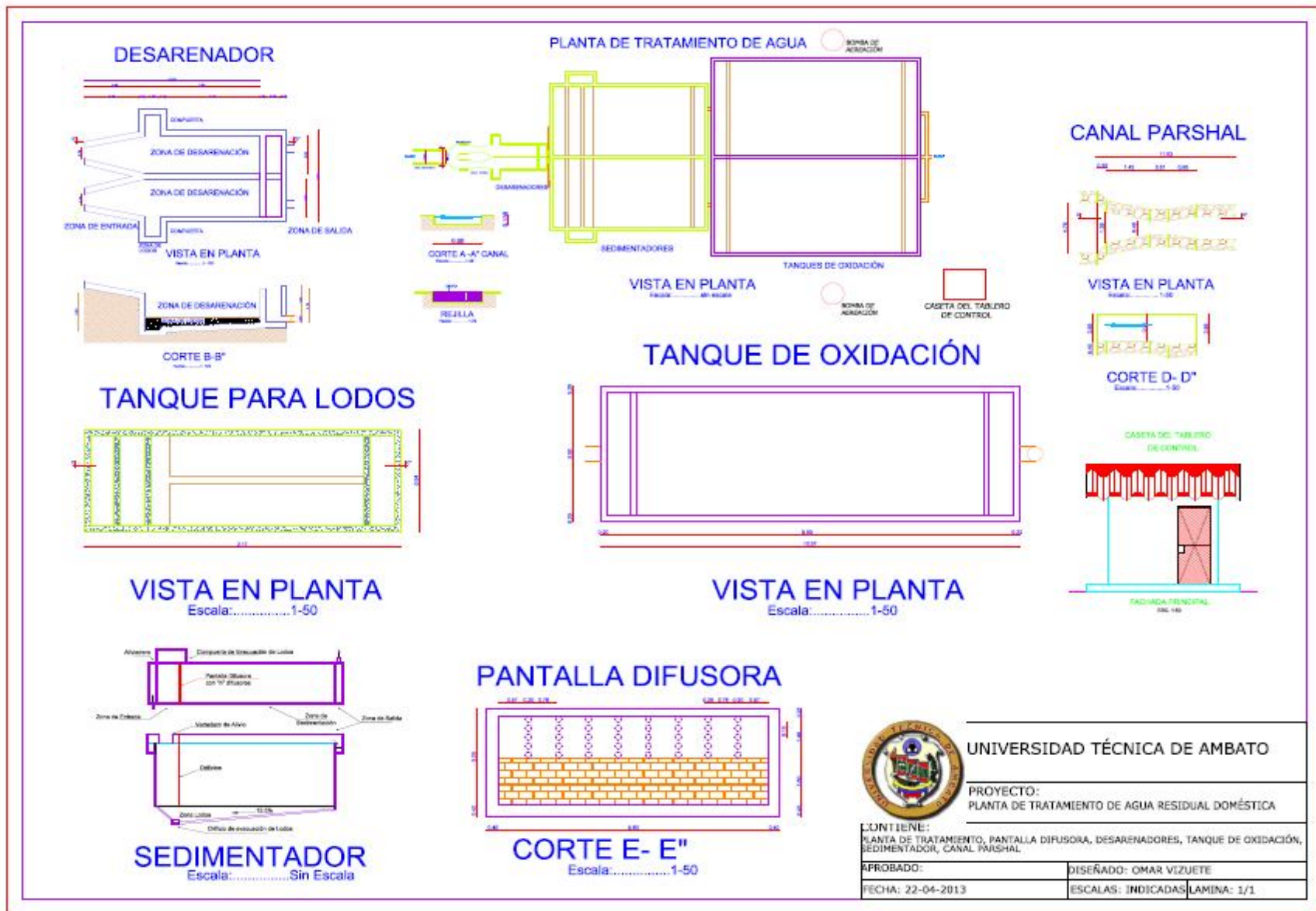
ANEXO 17: TRATAMIENTO SECUNDARIO TANQUE DE OXIDACIÓN

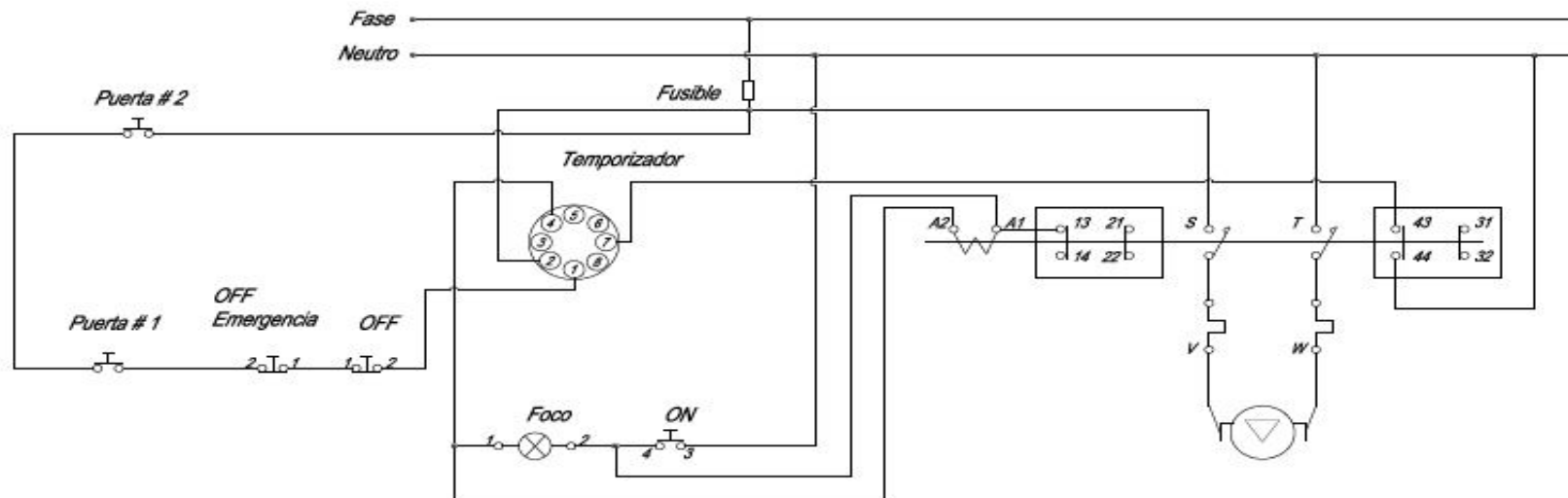
	UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO	
	PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA	
CONTIENE: TRATAMIENTO SECUNDARIO, TANQUES DE OXIDACIÓN, BOMBAS, AERADORES SALIDA DEL AGUA TRATADA		
APROBADO:	DISEÑADO: OMAR VIZUETE	
FECHA: 22-04-2013	ESCALAS: INDICADAS LAMINA: 5/6	



ANEXO 18: CORTE LONGITUDINAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DOMESTICA

	UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
	PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DOMESTICA
CONTIENE: PLANTA DE TRATAMIENTO, PANTALLA DIFUSORA, DESARENADORES, TANQUE DE OXIDACIÓN, SEDIMENTADOR, CANAL PARSHAL	
APROBADO:	DISEÑADO: OMAR VIZUETE
FECHA: 22-04-2013	ESCALAS: INDICADAS LAMINA: 5/6





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

PROYECTO:
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA

CONTIENE:
PLANO ELÉCTRICO

APROBADO: DISEÑADO: OMAR VIZUETE

FECHA: 22-04-2013 ESCALAS: INDICADAS LAMINA: 1/1