



**UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"**

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



**"INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES DE LA POBLACIÓN EN
LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO AMOJÚ DEL DISTRITO DE
JAÉN-CAJAMARCA"**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO QUÍMICO**

PRESENTADO POR:

Bach. SAMAMÉ PERALTA NEY JEFFERSON

Bach. SALDAÑA BUSTAMANTE HENRY JHOEL

LAMBAYEQUE – PERU

2017

**“INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES DE LA POBLACIÓN EN
LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO AMOJÚ DEL DISTRITO DE
JAÉN-CAJAMARCA”**

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO QUÍMICO

PRESENTADO POR:

Bachiller: SALDAÑA BUSTAMANTE HENRY JHOEL

Bachiller: SAMAMÉ PERALTA NEY JEFFERSON

APROBADO POR:

Dra. BLANCA MARGARITA ROMERO GUZMÁN
PRESIDENTE

Dr. ANGEL WILSON MERCADO SEMINARIO
SECRETARIO

M.Sc. YSABEL NEVADO ROJAS
VOCAL

M.Sc. RONALD ALFONSO GUTIERREZ MORENO
ASESOR

LAMBAYEQUE – PERU
2017

DEDICATORIA:

A Dios por
haberme permitido
llegar hasta este
punto y haberme
dado salud y la
fuerza para lograr
con todos mis
objetivos, además
de su infinita
bondad y amor.

A mis padres
Rusby Peralta e
Nelson Samamé y
a mi hermana
Carmen, son las
personas que más
amo, creen en mi
día a día y estar
conmigo en todo
momento.

A mis padres
Maríanela
Bustamante e
Ángel Saldaña
quienes me dieron
vida, educación,
apoyo, consejos Y
siempre creyeron
en mí.

AGRADECIMIENTO

Nosotros agradecemos primeramente a nuestros padres que han dado todo el esfuerzo para que nosotros ahora estemos culminando esta etapa de nuestra vida y darles las gracias por apoyarnos en todos los momentos difíciles, gracias a ellos somos lo que ahora somos y con el esfuerzo de ellos y nuestro esfuerzo ahora podemos ser grandes profesionales.

A la Facultad de Ingeniería Química e Industrias alimentarias de la UNPRG, por el apoyo y orientación considerada de los maestros hacia a nuestra persona.

A nuestro Asesor M.Sc. Ing. RONALD GUTIERREZ MORENO por la permanente orientación que nos brindó para la realización de esta tesis y que nos permitió aprender mucho más de lo estudiado.

Al técnico de laboratorio de fisicoquímica Don Floriano, que con sus conocimientos y experiencia nos brindó para la realización en la parte experimental y hago mi gran afecto hacia usted.

Finalmente a todas aquellas personas que siempre nos brindaron su apoyo para que se haga realidad esta tesis

INDICE

RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN.....	3
I. MARCO TEÓRICO	8
1.1. DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN LA NATURALEZA.....	8
1.2. FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA	9
1.2.1. FUENTES SUBTERRÁNEAS.....	9
1.2.2. FUENTES SUPERFICIALES	9
1.3. USO DEL AGUA	10
1.3.1. USO DOMÉSTICO	10
1.3.2. USO COMO FUENTE DE ENERGÍA.....	10
1.3.3. USO RECREATIVO	11
1.3.4. USO EN LA AGRICULTURA Y GANADERÍA.....	11
1.3.5. USO EN LA INDUSTRIA	11
1.4. ZONA DE ESTUDIO	12
1.4.1. HIDROGRAFÍA DEL RIO AMOJÚ.....	12
1.4.2. UBICACIÓN	12
1.5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....	13
1.5.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.....	13
1.5.2. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO BIOLÓGICO	14
1.6. DINÁMICA DEMOGRÁFICA.....	16
1.6.1. POBLACIÓN.....	16
1.7. CALIDAD DEL AGUA.....	16
1.8. CONTAMINACIÓN DE AGUA	17
1.9. PRINCIPALES CONTAMINANTES DEL AGUA	17
1.9.1. MICRORGANISMOS PATOGENOS	17
1.9.2. DESECHOS ORGÁNICOS.....	17
1.9.3. LOS RESIDUOS SÓLIDOS.....	18
1.9.4. NUTRIENTES VEGETALES INORGÁNICOS	20
1.9.5. SEDIMENTOS Y MATERIALES SUSPENDIDOS.....	20
1.10. PARÁMETROS EVALUADOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD AGUA SUPERFICIAL	21

1.10.1.	POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)	21
1.10.2.	TURBIEDAD	21
1.10.3.	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS (SDT)	22
1.10.4.	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (C.E)	22
1.10.5.	DUREZA TOTAL (DT).....	23
1.10.6.	CLORUROS	23
1.10.7.	MAGNESIO	24
1.10.8.	SULFATOS	24
1.10.9.	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (DBO ₅).....	25
1.10.10.	COLIFORMES TOTALES Y TERMOTOLERANTES	25
1.11.	INFLUENCIA AMBIENTAL	26
1.11.1.	IDENTIFICACIÓN DE FACTORES AMBIENTALES	26
1.11.2.	IDENTIFICACION DE ACTIVIDADES SIGNIFICATIVAS DENTRO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO AMOJÚ	28
1.12.	IDENTIFICACIÓN DE PARAMETROS AMBIENTALES	28
1.12.1.	CARACTERIZACIÓN DE INFLUENCIA AMBIENTAL.....	29
1.13.	ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (EDAR).....	31
1.13.1.	LÍNEA DE AGUA	31
1.13.2.	LÍNEA DE FANGOS	33
1.13.3.	BENEFICIOS DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	34
1.14.	RELLENO SANITARIO	35
1.14.1.	CÓMO ESCOGER UN LUGAR PARA EL RELLENO SANITARIO	35
1.14.2.	CONSTRUCCIÓN DEL RELLENO SANITARIO	36
1.14.3.	REVESTIMIENTO DE LA FOSA	37
1.14.4.	LLENADO DEL RELLENO SANITARIO	37
1.14.5.	CÓMO TAPAR EL RELLENO SANITARIO	37
1.14.6.	GENERACIÓN DE LÍQUIDOS Y GASES	38
1.15.	MARCO LEGAL	39
1.15.1.	Constitución Política del Perú de 1993:	39
1.15.2.	Ley de recursos hídricos LEY N°29338:.....	40
1.15.3.	Ley General de Salud D.L N° 26842	40
1.15.4.	Ley General del Ambiente N° 2861:	41
1.15.5.	Ley General de Residuos Sólidos N° 27314:.....	42

1.15.6.	D.S. N°015-2015-MINAM (Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua).....	43
II.	MATERIALES Y METODOS.....	45
2.1.	POBLACIÓN Y MUESTRA	45
2.1.1.	Población.....	45
2.1.2.	Muestra	45
2.1.3.	Tipo de muestreo.....	45
2.2.	MATERIALES, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	47
2.2.1.	Materiales y equipos.....	47
2.2.2.	Reactivos	47
2.2.3.	Técnicas y análisis de datos:.....	48
2.2.4.	Instrumentos de recolección de datos:.....	48
2.3.	MARCO METODOLOGICO	48
2.4.	PROCEDIMIENTO	50
2.4.1.	PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	50
2.4.2.	PRESERVACION Y TRASLADO DE MUESTRAS AL LABORATORIO....	51
2.4.3.	METODOLOGIA EN EL CAMPO	52
2.5.	MÉTODOS.....	53
2.5.1.	FISICOQUIMICOS	53
2.5.2.	MICROBIOLOGICO	53
2.5.3.	POR ENCUESTAS	54
2.5.4.	INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES HUMANAS EN LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO AMOJÚ	54
2.6.	Análisis estadístico de los datos	56
III.	RESULTADOS	59
3.1.	POTENCIAL DE HIDROGENO	59
3.2.	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (C.E)	60
3.3.	TURBIEDAD	61
3.4.	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	62
3.5.	CLORUROS.....	63
3.6.	DUREZA TOTAL.....	64
3.7.	MAGNESIO	65
3.8.	SULFATOS	66

3.9.	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (D.B.O ₅)	67
3.10.	GRASAS Y ACEITES.....	68
3.11.	ANALISIS MICROBIOLOGICO	68
3.11.1.	COLIFORMES TERMOTOLERANTES.....	68
3.11.2.	COLIFORMES TOTALES.....	68
3.11.3.	INSECTOS Y HELMINTOS	69
3.12.	ANÁLISIS DE ENCUESTAS.....	70
3.12.1.	CALIDAD DE AIRE.....	70
3.12.2.	CALIDAD DE PAISAJE	70
3.13.	GRAFICOS.....	71
3.14.	IMFLUENCIA MEDIO AMBIENTAL	78
3.15.	PROPUESTA DE MITIGACION.	82
3.15.1.	OBJETIVO GENERAL	82
3.15.2.	ACTIVIDADES DE LA POBLACIÓN.....	82
3.15.3.	DESCONTAMINACION DE LAS AGUAS	83
4.	DISEÑO DE LA PLANTA DE AGUA RESIDUAL	84
4.1.1.	CALCULO DEL CAUDAL A TRATAR.....	84
4.1.2.	CAUDAL MEDIO (Qm)	84
4.1.3.	CAUDAL DIARIO (Qd).....	84
4.1.4.	CAUDAL PUNTA (Qp).....	84
4.1.5.	COEFICIENTE PUNTA	85
4.1.6.	LA CANTIDAD DE SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN (SS).....	85
4.1.7.	VALOR MAXIMO DE ESTE PARAMETRO	85
4.1.8.	CARGA DIARIA EN (Kg/día).....	85
4.2.	DESARENADOR.....	85
4.2.1.	Cálculo del volumen del desarenador	86
4.2.2.	Cálculo de las dimensiones de desarenador.....	86
4.2.3.	Cálculo del suministro de aire necesario	86
4.2.4.	Cálculo del volumen de arena a tratar	87
4.3.	DECANTADOR PRIMARIO	87
4.3.1.	Cálculo del volumen del decantador primario.....	87
4.3.2.	Cálculo de las dimensiones del tanque	88
4.3.3.	Cálculo de las dimensiones de la campana central.....	88
4.3.4.	Cálculo del volumen de fango producido.....	88

4.4. CARGA PARA EL TRATAMIENTO BIOLOGICO.....	89
4.4.1. Carga de DBO ₅	89
4.4.2. El valor máximo de este parámetro.....	90
4.4.3. Por último se calcula la carga diaria expresada en Kg/día	90
4.5. TRATAMIENTO BIOLÓGICO	90
4.5.1. DBO ₅ de los SS del efluente	91
4.5.2. MATERIA ORGANICA QUE NO PUEDE SER DEGRADADA, EXPRESADA EN TERMINOS DE DBO ₅	92
4.5.3. EFICIENCIA	92
4.5.4. Volumen del reactor	93
4.5.5. Fango a purgar diariamente	94
4.5.6. Fango a purgar en el reactor:.....	94
4.5.7. Tiempo de retención hidráulica del reactor	95
4.5.8. Relación F/M	95
4.5.9. Carga volumétrica	95
4.5.10. Relación de recirculación	95
4.5.11. Demanda de oxígeno.....	96
4.5.12. Caudal de aire necesario.....	96
4.5.13. Relación de recirculación para la concentración de SSLM	97
4.6. TRATAMIENTO Y VERTIDO DE FANGOS	98
4.6.1. SEDIMENTACIÓN PRIMARIA.....	99
4.6.2. FRACCIÓN VOLÁTIL DEL FANGO PRIMARIO	100
4.7. PROCESO SECUNDARIO.....	100
4.7.1. Tanque de decantación secundaria	102
4.7.2. Espesadores:.....	103
4.8. DIGESTIÓN DEL FANGO	104
5. PROPUESTA DE GESTION ADECUADA DE LOS RESIDUOS SOLIDOS EN EL DISTRITO DE JAÉN.....	107
6. RELLENO SANITARIO	107
6.1. PARÁMETROS DE DISEÑO	107
6.1.1. DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DEL RELLENO SANITARIO	107
6.1.2. PROYECCIÓN DEL NÚMERO DE HABITANTES.....	108
6.1.3. GENERACIÓN DIARIA (RSD es el 70%).....	109
6.1.4. RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES (RSM).....	109

6.1.5.	VOLUMEN DE CELDAS DIARIAS:	109
6.1.6.	ALTURA, ANCHO Y LONGITUD DE UNA CELDA:	110
6.1.7.	VOLUMEN ANUAL:	111
6.1.8.	VOLUMEN ACUMULADO:	111
6.1.9.	VOLUMEN DE RECUBRIMIENTO (Vrc):	111
6.1.10.	AREA 1	111
6.1.11.	AREA TOTAL	112
6.1.12.	Calculo del volumen de lixiviados	113
6.1.13.	Método simplificado para estimación de líquidos percolados	113
7.	MEJORA DE LA CALIDAD AMBIENTAL Y PAISAJISTICA DE LA CIUDAD DE JAEN	114
IV.	DISCUSIÓN	116
4.1.	IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES DE LA POBLACIÓN Y PARÁMETROS FISCOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO.	116
4.2.	SALUD PÚBLICA	118
4.3.	CULTIVOS	119
4.4.	PAISAJE	119
4.5.	GANADO	120
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	123
5.1.	CONCLUSIONES	123
5.2.	RECOMENDACIONES	125
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	127
6.1.	BIBLIOGRAFÍA	127
ANEXO 1		131
ANEXO 2		133
ANEXO 3		144

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Comparación del límite máximo permisible con los valores de pH.	71
Figura 2. Comparación del límite máximo permisible con los valores de conductividad eléctrica.	71
Figura 3. Comparación del límite máximo permisible con los valores de turbiedad.	72
Figura 4. Comparación del límite máximo permisible con los valores de solidos totales disueltos.	72
Figura 5. Comparación del límite máximo permisible con los valores de cloruros.	73
Figura 6. Comparación del límite máximo permisible con los valores de dureza total.	73
Figura 7. Comparación del límite máximo permisible con los valores de magnesio.	74
Figura 8. Comparación del límite máximo permisible con los valores de sulfatos.	74
Figura 9. Comparación del límite máximo permisible con los valores de D.B.O ₅	75
Figura 10. Percepción de olores de los pobladores a riberas del río Amojú en el Distrito de Jaén.	76
Figura 11. Percepción paisajística del río Amojú del Distrito de Jaén.	77
Figura 12. Puntos de muestreo físico-químico y microbiológico en el río Amojú del Distrito de Jaén.	144
Figura 13. Extracción de muestras de puntos específicos.	145
Figura 14. Extracción de muestras de puntos específicos.	145
Figura 15. Vertedero de desagües al río Amojú.	146
Figura 16. Vertedero de desagüe al río Amojú.	146
Figura 17. Residuos sólidos en el río Amojú.	147
Figura 18. Extracción de muestras en el tramo final de la micro cuenca del río Amojú.	147
Figura 19. Residuos sólidos en el río Amojú.	148
Figura 20. Residuos sólidos de la ciudad de Jaén.	148
Figura 21. Botadero de basura de la ciudad de Jaén.	149
Figura 22. Clasificación de residuos sólidos de la ciudad de Jaén.	149
Figura 23. Resultados de coloración en el laboratorio de fisicoquímica de la UNPRG.	150
Figura 24. Resultados de coloración en el laboratorio de fisicoquímica de la UNPRG.	150
Figura 25. Insuflando aire para DBO ₅ en el laboratorio de fisicoquímica de la UNPRG.	151
Figura 26. Resultados del análisis microbiológico en el laboratorio de microbiología de la UNPRG.	151
Figura 27. Colonización de bacterias microbiológicas en el laboratorio de microbiología de la UNPRG.	152
Figura 28. Encuestas en las riberas del río Amojú del Distrito de Jaén.	152
Figura 29. Personas consumiendo alimentos a la ribera del río Amojú.	153

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. Factores ambientales	27
TABLA 2. Puntos de muestreo de las aguas del rio Amojú aledañas al Distrito de Jaén	46
TABLA 3. Métodos fisicoquímicos	53
TABLA 4. Métodos microbiológicos	53
TABLA 5. . Factores evaluados que contaminan a la calidad del agua del rio Amojú.....	55
TABLA 6. Potencial de hidrogeno en cada punto de muestreo	59
TABLA 7. Análisis estadístico de potencial de hidrogeno en cada punto	59
TABLA 8. Conductividad eléctrica en cada punto de muestreo	60
TABLA 9. Análisis estadístico de conductividad eléctrica en cada puntode muestreo.....	60
TABLA 10. Turbiedad en cada punto.....	61
TABLA 11. Análisis estadístico de turbiedad en cada punto.....	61
TABLA 12. Solidos totales disueltos en cada punto	62
TABLA 13. Análisis estadístico de solidos totales disueltos en cada punto	62
TABLA 14. Cloruros en cada punto	63
TABLA 15. Análisis estadístico de cloruros en cada punto.....	63
TABLA 16. Dureza total en cada punto	64
TABLA 17. Análisis estadístico de dureza total en cada punto	64
TABLA 18. Magnesio en cada punto	65
TABLA 19. Análisis estadístico de magnesio en cada punto	65
TABLA 20. Sulfatos en cada punto.....	66
TABLA 21. Análisis estadístico los valores de sulfatos en cada punto.....	66
TABLA 22. Demanda bioquímica de oxígeno en cada punto.....	67
TABLA 23. Análisis estadístico los valores de DBO ₅ . en cada punto.....	67
TABLA 24. Grasas y aceites en cada punto	68
TABLA 25. Coliformes termo tolerantes	68
TABLA 26. Coliformes totales	68
TABLA 27. Insectos y Helmintos	69
TABLA 28. Percepción de olores desagradables a riberas del río Amojú en el Distrito de Jaén.....	70
TABLA 29. Percepción paisajística del rio Amojú del Distrito de Jaén.....	70
TABLA 30. Criterio de evaluación para Leopold.....	78
TABLA 31. Rangos de severidad e impactos.....	79
TABLA 32. Tratamiento de los valores asignados para cada parámetro y acción.....	80

TABLA 33. Resumen de tratamiento de los valores asignados para cada parámetro y acción.....	81
TABLA 34. Datos INEI 2016	108
TABLA 35. Volumen de celdas diarias de cada año	110
TABLA 36. Espacio requerido para el relleno sanitario de la ciudad de Jaén hasta el año 2026	112
TABLA 37. Valores que toman el coeficiente “K” según grado de compactación	113
TABLA 38. Estimaciones y Proyecciones de Población por Sexo, según el Distrito de Jaén departamento de Cajamarca	133
TABLA 39. Composición de residuos sólidos domésticos de la ciudad de Jaén	133
TABLA 40. Episodios de las enfermedades diarreicas agudas por DISAS/DIRESAS, semana epidemiológica 17, año 2015	134
TABLA 41. Indicadores de enfermedades diarreicas acuosas y disentéricas srs Jaén- se04-2016.....	134
TABLA 42. Estándares de calidad para agua en su categoría 1-A.....	135
TABLA 43. Estándares de calidad de agua en su categoría 1-B.....	136
TABLA 44. Estándares de calidad de agua en su categoría 4.....	138
TABLA 45. Estándares de calidad de agua en su categoría 4.....	139
TABLA 46. Análisis de demanda química de oxígeno en cada punto.....	140
TABLA 47. Valores para diseño de desarenador	141
TABLA 48. Valores para diseño de decantador	141
TABLA 49. Valores para determinar el volumen de fango.....	141
TABLA 50. Coeficientes para determinar el volumen del reactor	142
TABLA 51. Parámetros de diseño del proceso de fangos activados de mezcla completa.....	142
TABLA 52. Relaciones de recirculación en función de las diferentes concentraciones del fango del fondo (Xu).....	142
TABLA 53. Proyección de la población de la ciudad de Jaén	1423

LISTA DE GRAFICOS

Grafico 1. Coliformes termotolerantes en el agua del rio Amojú. Elaboración propia.....	75
Grafico 2. Coliformes totales en el agua del rio Amojú. Elaboración propia.....	76

RESUMEN

El agua es un elemento indispensable para la supervivencia de todos los organismos vivos en la tierra. El agua dulce en el mundo debe ser muy valorada por su uso en las diversas actividades del hombre.

El río Amojú es la fuente principal de agua del Distrito de Jaén del departamento de Cajamarca el cual es contaminado por las diferentes actividades de la población la cual va a tener influencia ambiental negativa en la zona.

Por ello el presente trabajo tiene por objetivo determinar la influencia de las actividades de la población en la calidad del agua del río Amojú del Distrito de Jaén-Cajamarca.

Para realizar el estudio se tomó 5 puntos estratégicos de muestreo para un análisis fisicoquímico y microbiológico del agua del río, resultando un DBO₅ promedio de 23.7 ppm, coliformes totales con promedio 2933.3 NMP/ 100 ml y coliformes termotolerantes con promedio de 2433.3 NMP/100 ml. Posteriormente con un análisis estadístico se evaluó y comparó con los parámetros exigidos por los límites máximos permisibles, teniendo en cuenta la ley de recursos hídricos (D.S.N° 29338) y los estándares nacionales de calidad ambiental para agua, aprobado según D.S.N° 015-2015-MINAM en su categoría I y categoría IV, resultando que dichos valores superan a los límites máximos permisibles. Utilizamos el método del diagrama de Leopold para medir la influencia de las actividades humanas en la calidad de agua del río Amojú.

Se propone dos planes de mitigación los cuales consiste en una planta de tratamiento de aguas residuales y una gestión adecuada de residuos sólidos.

Se concluye que existe influencia de las actividades de la población en la calidad del agua del río Amojú del Distrito de Jaén Cajamarca ya que presenta elevados valores promedios de los parámetros: DBO₅, coliformes totales, coliformes termotolerantes, por lo tanto se justifica la propuesta de mitigación.

Palabra clave: calidad y contaminación

ABSTRACT

Water is an indispensable element for the survival of all living organisms on Earth. Fresh water in the world has to be highly valued by all mankind.

The Amojú river is the main source of water in the district of Jaén in the department of Cajamarca which is contaminated by the different activities of the population which will have negative environmental influence in the area.

For this reason the present work has the objective of determining the influence of the activities of the population on the water quality of the Amojú river of the Jaén-Cajamarca district.

To carry out the study, 5 strategic sampling points were taken for a physicochemical and microbiological analysis of the river water, resulting in an average BOD5 of 23.7 ppm, total coliforms with a mean of 2933.3 NMP / 100 mL and thermotolerant coliforms averaging 2433.3 MPN / 100 mL . Subsequently with a statistical analysis was evaluated and compared with the parameters required by the maximum permissible limits, taking into account the law of water resources (DSN ° 29338) and the national standards of environmental quality for water, approved according to DSN ° 015-2015-MINAM in its category I and category IV, with the result that those values exceed the maximum permissible limits. We used the Leopold diagram method to measure the influence of human activities on the water quality of the Amojú river. Two mitigation plans are proposed, consisting of a wastewater treatment plant and an adequate management of solid waste.

It is concluded that there is influence of the activities of the population on the water quality of the river Amojú of the district of Jaén Cajamarca since it has high average values of the parameters: BOD5, total coliforms, thermosensitive coliforms, therefore, the proposal Mitigation.

Keyword: quality and pollution

INTRODUCCIÓN

El agua es fundamental para todas las formas de vida, lo que la convierte en uno de los recursos esenciales para la vida de los ecosistemas.

El Perú es un país rico en recursos hídricos con una biodiversidad biológica abundante y gran diversidad paisajística, por lo que es fundamental conservar estos recursos para las futuras generaciones puesto que constituye un patrimonio importante para el desarrollo del Perú.

El agua del río Amojú aledañas al Distrito de Jaén-Cajamarca, a través de los años se ha convertido en un botadero de basura y vertido de aguas servidas.

En la actualidad el río Amojú, principal recurso hídrico para el desarrollo de la población del Distrito de Jaén-Cajamarca, sus aguas están compuestas por residuos sólidos domésticos y agrícolas, animales en descomposición con la emisión de olores desagradables, vertidos domésticos con grasas y aceites de lavado de las unidades vehiculares constituyendo un foco infeccioso y un aspecto estético negativo al paisaje. Cabe indicar que con estas aguas se riega los cultivos de arroz poniendo en riesgo la salud de la población.

Para tal efecto se realiza la formulación del problema: ¿Cuál es la influencia de las actividades de la población en la calidad del agua del río Amojú del Distrito de Jaén - Cajamarca?

La justificación e importancia de este estudio, es que contribuirá a mejorar la calidad de las aguas mediante la propuesta de mitigación.

La hipótesis científica planteada, las actividades de la población influyen de manera negativa en la calidad del agua del río Amojú del Distrito de Jaén-Cajamarca.

El presente trabajo tiene como objetivo general:

Determinar la influencia de las actividades de la población en la calidad del agua del río Amojú del Distrito de Jaén - Cajamarca.

Los objetivos específicos son:

- Determinar las principales fuentes de contaminación del agua del río Amojú en el Distrito de Jaén.
- Caracterizar el agua del río Amojú y comparar con las normas de calidad.
- Identificar los parámetros de calidad del agua del río Amojú que están siendo afectados por las actividades de la población utilizando la matriz de Leopold.
- Proponer acciones de mitigación de la contaminación del río Amojú.

Para realizar el estudio se tomó 5 puntos estratégicos de muestreo para un análisis fisicoquímico y microbiológico del agua del río, resultando un DBO₅ promedio de 23.7 ppm, coliformes totales con promedio 2933.3 NMP/ 100 ml y coliformes termotolerantes con promedio de 2433.3 NMP/100 ml. Posteriormente con un análisis estadístico se evaluó y comparó con los parámetros exigidos por los límites máximos permisibles, teniendo en cuenta la ley de recursos hídricos (D.S.N° 29338) y los estándares nacionales de calidad ambiental para agua, aprobado según D.S.N° 015-2015-MINAM en su categoría I y categoría IV, resultando que dichos valores superan a los límites máximos permisibles. Utilizamos el método del diagrama de Leopold para medir la influencia de las actividades humanas en la calidad de agua del río Amojú.

Se propone dos planes de mitigación los cuales consiste en una planta de tratamiento de aguas residuales y una gestión adecuada de residuos sólidos.

Se concluye que existe influencia de las actividades de la población en la calidad del agua del río Amojú del Distrito de Jaén Cajamarca ya que presenta elevados valores promedios de los parámetros: DBO₅, coliformes totales, coliformes termotolerantes, por lo tanto se justifica la propuesta de mitigación.

Se tiene los siguientes antecedentes al presente estudio:

Ibañez (2012). Menciona que la principal causa de contaminación del Río San Pablo del Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi, Ecuador. Es debido principalmente a las actividades agrícolas y ganaderas más los asentamientos poblacionales están destruyendo de manera acelerada la cobertura vegetal.

Calla (2010). Menciona los efectos de la minería en la calidad del agua del río Rímac que se ha desarrollado en el Distrito de San Mateo de Huanchur ubicado en la Provincia de Huarochirí del departamento de Lima. De los análisis se obtuvo que el Cadmio, Plomo, Manganeso, Arsénico y Hierro eran los elementos que tenían que recibir un tratamiento correctivo ya que sus concentraciones en las aguas del Rímac eran mayores a lo establecido en los estándares de calidad de agua.

Romero, G. (2009). Menciona que la contaminación en acequias urbanas constituyen uno de los problemas ambientales más críticos en el medio urbano de las ciudades. Actividades como el vertido de agua residual doméstica, lavado de vehículos y acumulación de residuos sólidos, afectan la calidad del agua, la calidad del aire por la emanación de olores desagradables y fétidos con pérdida de la calidad del paisaje urbano.

Samillan (2014). Menciona la evolución de las aguas de la ciudad de Requena - Chiclayo con el objetivo de evaluar la composición físico química y microbiológica de estas aguas y establecer si las aguas de este río están contaminadas. Se obtuvo los parámetros de la calidad de agua que están acorde con la norma del agua de riego vegetales, conservación del ambiente acuático en lagunas, lagos y ríos de la selva y por la Ley General de las aguas en su clase 4 del D.S. N° 002-2008-MINAM (agua de zonas de preservación de fauna acuática y pesca recreativa o comercial).

Barbosa (2015). Menciona que la mayoría de las aguas residuales domésticas vertidas a los alrededores de la ciudad de Chota, influyen en la contaminación de los suelos agrícolas de la localidad y en los animales que la consumen. Tiene como objetivo realizar análisis físicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales de la ciudad de Chota, para su adecuado tratamiento dejando el compromiso de proveer el mejor tratamiento de aguas residuales y luchar contra dicha contaminación ya que constituye actualmente una necesidad de importancia prioritaria.

CAPITULO I

I. MARCO TEÓRICO

1.1. DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN LA NATURALEZA

El agua cubre aproximadamente el 71 % de la superficie de la corteza terrestre. Se localiza principalmente en los océanos, donde se concentra el 96,5 % del agua total. A los glaciares y casquetes polares les corresponde el 1,74 %, mientras que los depósitos subterráneos (acuíferos), los permafrost y los glaciares continentales concentran el 1,72 %. El restante 0,04 % se reparte en orden decreciente entre lagos, humedad del suelo, atmósfera, embalses, ríos y seres vivos.

El agua se presenta en tres estados: sólido, gaseoso y líquido. El agua en estado sólido (hielo) tiene una forma definida, es decir, en ese estado existe un equilibrio entre las fuerzas de repulsión y atracción que los átomos ejercen entre sí, por lo que permanecen fuertemente ligados con la capacidad de realizar movimientos vibratorios.

Así encontramos el hielo en los glaciares y casquetes polares, en las superficies de agua en invierno, también en forma de granizo, nieve, escarcha y en las nubes formadas por cristales de hielo.

En el estado líquido, el agua toma la forma del recipiente que lo contiene. Esto solo significa que las fuerzas de cohesión en los líquidos son más débiles y los átomos carecen de posición fija y se hallan en dinámico movimiento.

La forma del estado líquido del agua es la lluvia y en rocío en la vegetación. El agua cubre el 75% del planeta.

En cuanto al agua en estado gaseoso, los átomos se mueven con total libertad y llenan por completo el recipiente que los encierra. Como gas o vapor de agua, existe en la naturaleza como niebla, vapor y nubes.

Así surge la medición del vapor atmosférico que hace referencia a la cantidad de vapor de agua en el aire respecto a una temperatura.

1.2. FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Las fuentes de abastecimiento de agua pueden ser:

- subterráneas: manantiales, pozos, acuíferos, nacientes, etc.
- superficiales: lagos, ríos, canales, etc.
- pluviales: aguas de lluvia.

1.2.1. FUENTES SUBTERRÁNEAS

La captación de aguas subterráneas se puede realizar a través de manantiales, acuíferos, galerías filtrantes y pozos, excavados y tubulares.

Las fuentes subterráneas protegidas generalmente están libres de microorganismos patógenos y presentan una calidad compatible con los requisitos para consumo humano. Sin embargo, previamente a su utilización es fundamental conocer las características del agua, para lo cual se requiere realizar los análisis físico-químicos y bacteriológicos correspondientes.

1.2.2. FUENTES SUPERFICIALES

Las aguas superficiales están constituidas por los ríos, lagos, embalses, arroyos, etc.

La calidad del agua superficial puede estar comprometida por contaminaciones provenientes de la descarga de desagües domésticos, residuos de actividades mineras o industriales, uso de defensivos agrícolas, presencia de animales, residuos sólidos, y otros.

En caso de la utilización de aguas superficiales para abastecimiento, además de conocer las características físico químicas y bacteriológicas de la fuente, será preciso definir el tratamiento requerido en caso que no atiendan a los requerimientos de calidad para consumo humano.

1.3. USO DEL AGUA

El agua ofrece una variedad de usos dependiendo del tipo de abastecimiento de agua. Estos son:

1.3.1. USO DOMÉSTICO

Los usos domésticos incluyen agua para todas las cosas que usted hace en su casa: tomar agua, preparar los alimentos, bañarse, lavar la ropa y los utensilios de cocina, cepillarse los dientes, regar su jardín, etc.

1.3.2. USO COMO FUENTE DE ENERGÍA

Ya desde la antigüedad, se reconoció que el agua que fluye desde un nivel superior a otro inferior posee una determinada energía cinética susceptible de ser convertida en trabajo, como demuestran los miles de molinos que a lo largo de la historia fueron construyéndose a orillas de los ríos ahora con centrales hidroeléctricas. En la actualidad el agua es utilizada

en las plantas hidroeléctricas para la producción de energía eléctrica.

1.3.3. USO RECREATIVO

Agua de embalses, ríos y mares son utilizados para numerosas actividades deportivas, como navegación a vela, remo o motor. También los campings y los lugares para acampar se ubican cerca de la cuenca de los ríos o en las playas.

1.3.4. USO EN LA AGRICULTURA Y GANADERÍA

El agua es utilizada en la agricultura para el riego de los campos de cultivo, en la ganadería es utilizada como parte de la alimentación y también en la limpieza de los establos.

1.3.5. USO EN LA INDUSTRIA

Los usos principales del agua en la industria son:

- **Sanitario:** Emplean en inodoros, duchas e instalaciones que garanticen la higiene personal.
- **Transmisión de calor o refrigeración:** Es, como mucho, el uso industrial que más cantidad de agua emplea. Aproximadamente el 80 % del agua industrial corresponde a esta aplicación, siendo las centrales térmicas y nucleares las instalaciones que más agua necesitan.

- **Producción de vapor:** Suele estar dirigida a la obtención de un medio de calentamiento del producto que se desea elaborar.
- **Materia prima:** El agua puede ser incorporada al producto final, como en el caso de la producción de bebidas, o puede suministrar un medio adecuado a determinadas reacciones químicas. Utilización como disolvente en los diferentes procesos productivos.
- **Obtención de energía:** Referido a las centrales hidroeléctricas y a las actividades que usan vapor de agua para el movimiento de turbinas.

1.4. ZONA DE ESTUDIO

1.4.1. HIDROGRAFÍA DEL RIO AMOJÚ

El río Amojú por su dimensión ambiental es muy importante ya que integra dentro del marco general a la cuenca del río Marañón, de ella depende el consumo de todos los pobladores de la ciudad de Jaén, además aproximadamente 4500 Ha de cultivo de arroz se irrigan en la parte del valle de esta cuenca y también utilizado como recurso hídrico, utilizándose como fuerza hidráulica de la central Hidroeléctrica la Pelota que brinda el fluido eléctrico a la ciudad; convirtiéndose por estas razones en zona natural de importancia ambiental.

1.4.2. UBICACIÓN

El río Amojú o Amujú, nace a unos 1800 m.s.n.m. en la parte alta y occidental del Distrito de Jaén, con el nombre de quebrada

Miraflores, formada por las quebradas San José de la Alianza y Huamantanga, en las cercanías del caserío San José de la Alianza.

Desciende rumbo este, pasando cerca de los caseríos Santa María, Miraflores, Loma Santa, hasta la ciudad de Jaén, la cual atraviesa la ciudad y cruza los caseríos Linderos, Yanayacu y Chanango, donde varía hasta su desembocadura cerca de Bellavista en el gran Marañón.

Los límites para nuestro estudio realizado en las aguas del río Amojú son aledañas al Distrito de Jaén iniciando desde el sector Magllanal descendiendo por las siguientes zonas: los Bancarios, la Pradera hasta llegar a San Camilo que es la parte final de la ciudad de Jaén por donde pasa las aguas del río Amojú.

El acceso a la micro cuenca se realiza por vía terrestre hasta llegar al sector llamado Magllanal que es el comienzo de nuestro estudio, luego finalizamos el muestreo en la parte final del Distrito de Jaén en el sector llamado San Camilo. (*Ver Figura 12, ANEXO 3*).

1.5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

1.5.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

La ciudad de Jaén, se encuentra a 729 msnm, este río pasa por medio de la ciudad de Jaén, además se tiene un periodo seco o de menores precipitaciones de marzo a diciembre y mayores precipitaciones de enero a marzo, La topografía y el relieve está asociada a las condiciones bioclimáticas que

caracterizan esta parte del territorio, tiene como resultado formaciones vegetales diversas, es un río caudaloso en época de lluvias sus aguas tienden a ser turbias de color marrón y en épocas que no hay muchas precipitaciones el agua tiende a ser claras con baja turbidez.

1.5.1.1. Geomorfología

La zona de estudio presenta una geomorfología accidentada, con presencia de laderas altas y escarpadas erosionables y denudativas, piedemonte con pendientes moderadas poco disectadas y topografía ondulada, también presenta pequeños lugares planos en la zona de interés hídrico.

1.5.1.2. Climatología

El clima es variable, determinado por la temperatura media anual que en las partes altas varía en 12 a 17 °C y con un rango de temperatura de 20 a 25 °C en la parte baja, definiendo climas que van de templados a cálidos. El régimen de lluvias son escasos tiende a la probabilidad de hacer calor el mayor tiempo del año.

1.5.2. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO BIOLÓGICO

1.5.2.1. Flora

Se caracteriza por tener una vegetación cargada de musgos, líquenes, hepáticas, numerosas orquídeas, bromelias y gramíneas en las partes más altas. Por debajo de los 2 700

msnm, el bosque se hace más alto y rico en especies como ceticos, begonias, cedros, ocoteas y *Carica* sp, etc. Es un bosque de alta biodiversidad con predominio de especies forestales de la familia podocarpaceae, destacándose los romerillos (*Retropylum rospigliosii* y *Prumnopytis harmsiana*), que cumplen vital importancia en la protección de suelos y la conservación cíclica del agua. También podemos apreciar cultivos de arroz, fincas de cacao, plantaciones de maíz, plantaciones de naranja, mangos, zapotes y muchas frutas más que se cultivan en la zona. Esto es a una altura 729 msnm.

1.5.2.2. Fauna

Insectos: mariposas de los géneros *vatus*, *dismorphia*, *pagyris*, *veladyris*, entre, otros.

Aves: esta zona también es punto de confluencia de varios centros de endemismo para aves, principalmente en el páramo andino central (Sallique y Colasay), figurando: el fruterito (*Buthraupis wetmorei*), el picaflor (*Metallura adomae*), la pava de monte (*Penélope barbata*), el perico (*Hapalopsittacus pyrrhops*), el paujil cornudo, la lechuza y otras especies de origen amazónicas.

Mamíferos: el Oso de Anteojos, la Sacha Cabra, el Armadillo Peludo, el Tapir de Altura, el Mono Choro de cola amarilla.

Reptiles y anfibios: ranas, lagartijas y serpientes de diferente variedad.

Especies de crianza: ganado vacuno, piscicultura, aves de corral, équidos, cerdos, caprinos, que la población de Jaén tiene en sus actividades de ganadería.

1.6. DINÁMICA DEMOGRÁFICA

1.6.1. POBLACIÓN

Jaén es la capital de la Provincia del mismo nombre ubicada en la región natural de la selva alta en el nororiente del Perú. Desde el tiempo de su fundación fue llamada Jaén de Bracamoros en honor a los pobladores autóctonos de esa región llamados " Bracamoros" y para diferenciarla de su homónima española.

La Provincia de Jaén departamento de Cajamarca tiene una población de 199 000 habitantes aproximadamente. La zona de intervención de acuerdo a los datos del INEI noviembre 2015. (Ver Tabla 38, ANEXO 2).

1.7. CALIDAD DEL AGUA

Los objetivos de la calidad del agua, son mantener las características: físicas, químicas y microbiológicas del agua dentro de los estándares más comunes que lo hacen apto para consumo humano y demás usos como abastecimiento público, ganadería, riego, pesca, recreación u otros fines. (Ver Figura 12, ANEXO 3)

1.8. CONTAMINACIÓN DE AGUA

Generalmente la población con sus diversas actividades contamina el agua, volviéndola no apta para el consumo humano, es el caso del río Amojú, el cual es utilizado para uso doméstico, agricultura, ganadería, actividades recreativas y demás animales.

1.9. PRINCIPALES CONTAMINANTES DEL AGUA

Hay un gran número de contaminantes que pueden clasificarse en:

1.9.1. MICRORGANISMOS PATOGENOS

Son los diferentes tipos de organismos microscópicos como virus, bacterias, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades como el cólera gastroenteritis diversas, tifus, hepatitis, etc. la fuente es el agua de mala calidad, residuos de hospitales o centros médicos.

En los países en vías de desarrollo las enfermedades producidas por estos patógenos son uno de los motivos más importantes de muerte prematura, sobre todo en niños.

(Ver Tabla 40, ANEXO 2)

1.9.2. DESECHOS ORGÁNICOS

Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, ganado, etc. Incluye en esos y otros materiales que pueden ser degradados por bacterias aerobias, es decir en procesos con consumo de oxígeno cuando este tipo de desechos se encuentran en exceso la proliferación de bacterias agota el oxígeno, y ya no pueden vivir en estas aguas peces y

otros seres vivos que necesitan oxígeno. En Jaén se calcula que la cantidad de desechos orgánicos es de 27739.05 kg/día aproximadamente. (Ver Tabla 39, ANEXO 2)

1.9.3. LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Es cualquier tipo de material que esté generado por la actividad humana y que está destinado a ser desechado, los residuos sólidos son aquellos elementos que se supone que sobran después de haber sido utilizados pero en nuestra cultura actual las cosas han cambiado y ya todo aquello que se podía desear se puede utilizar nuevamente algunas veces sometiéndolos a procesos de recuperación o simplemente en forma artesana. (Ver Tabla 39, ANEXO 2)

1.9.3.1. Clasificación de los residuos sólidos, por tipo de manejo

A) Residuos No Peligrosos

Son aquellos producidos por el generador en cualquier lugar y en desarrollo de su actividad, que no presentan riesgo para la salud humana o el medio ambiente.

Los residuos no peligrosos se clasifican en:

- **Biodegradables:** Son aquellos restos químicos o naturales que se descomponen fácilmente en el ambiente. En estos restos se encuentran los vegetales, residuos alimenticios no infectados, papel higiénico, papeles no aptos para reciclaje, jabones y

detergentes biodegradables, madera y otros residuos que puedan ser transformados fácilmente en materia orgánica.

- **Reciclables:** Son aquellos que no se descomponen fácilmente y pueden volver a ser utilizados en procesos productivos como materia prima. Entre estos residuos se encuentran: algunos papeles y plásticos, chatarra, vidrio, telas, radiografías, partes y equipos obsoletos o en desuso, entre otros.
- **Inertes:** Son aquellos que no se descomponen ni se transforman en materia prima y su degradación natural requiere grandes períodos de tiempo. Entre estos se encuentran: el icopor, algunos tipos de papel como el papel carbón y algunos plásticos.
- **Ordinarios o comunes:** Son aquellos generados en el desempeño normal de las actividades. Estos residuos se generan en oficinas, pasillos, áreas comunes, cafeterías, salas de espera, auditorios y en general en todos los sitios del establecimiento del generador
- **Residuos Municipales:** La Ley de Residuos (ley 99 del 93 y 123 de 94) define a los residuos urbanos o municipales como aquellos generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tengan la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades.

B) Residuos Peligrosos:

Es aquel residuo que, en función de sus características de Corrosividad, Reactividad, Explosividad, Toxicidad, Inflamabilidad, Volátil y Patogenicidad (CRETIVP), puede presentar riesgo a la salud pública o causar efectos adversos al medio ambiente. Así mismo, se consideran residuos peligrosos los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con residuos o materiales considerados como peligrosos, cuando dichos materiales, aunque no sean residuos, exhiban una o varias de las características o propiedades que confieren la calidad de peligroso.

1.9.4. NUTRIENTES VEGETALES INORGÁNICOS

Nitratos y fosfatos son sustancias solubles en agua que las plantas necesitan para su desarrollo, pero si se encuentra en cantidad excesiva inducen el crecimiento desmesurado de algas y otros organismos provocando la eutrofización de las aguas. Cuando estas algas y otros vegetales mueren, al ser descompuestos por los microorganismos, se agota el oxígeno y se hace imposible la vida de otros seres vivos el resultado es una agua mal oliente e inutilizable.

1.9.5. SEDIMENTOS Y MATERIALES SUSPENDIDOS

Muchas partículas arrancadas del suelo y arrastradas a las aguas, junto con otros materiales que hay en suspensión en el agua son, en términos de masa total, la mayor fuente de contaminación de agua. La turbidez que provoca en el agua dificulta la vida de algunos microorganismos, y los sedimentos

que se va acumulando destruyen sitios de alimentación o desove de los peces, rellenan lagos o pantanos y obstruyen canales, ríos y puertos.

1.10. PARÁMETROS EVALUADOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD AGUA SUPERFICIAL

1.10.1. POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)

El valor del pH del agua, es un indicador que nos determina la acidez o basicidad o alcalinidad.

Se trata de una escala logarítmica inversa basada en la concentración de iones de hidrógeno:

Esta escala va del 0 al 14, siendo 0 extremadamente ácido y 14 extremadamente alcalina; en tanto que un valor de 7 es neutro. Cuanto más iones de hidrógeno contenga el agua, más acida será ésta y más bajo su valor de pH.

1.10.2. TURBIEDAD

La turbidez representa la cantidad de partículas sólidas presentes en el agua y que pueden ser producidas por materiales en suspensión, como arena, arcilla, materia orgánica e inorgánica, compuestos orgánicos solubles, plancton y otros organismos microscópicos; tales partículas varían en tamaño desde 10 nm (nanómetros) a 0.1 mm de diámetro. La turbidez se mide en unidades nefelométricas NTU o en mg de SiO₂/l.

1.10.3. SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS (SDT)

Los sólidos disueltos totales son un parámetro de medida de las sustancias orgánicas e inorgánicas; en forma molecular, ionizada o micro-granular, que se encuentran contenidos en el agua.

La medida SDT, tiene como principal aplicación el estudio de la calidad del agua de los ríos, lagos y arroyos. Es un indicador de las características del agua puesto que puede determinar la presencia de contaminantes químicos.

1.10.4. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (C.E)

La Conductividad eléctrica (C.E) del agua es la medida de la capacidad de una solución para conducir la corriente eléctrica. Este parámetro tiene la existencia de iones disueltos en el agua, que son partículas con cargas eléctricas.

Cuanto sea mayor la concentración de iones disueltos, mayor será la conductividad eléctrica en agua. En las aguas continentales, los iones que son directamente responsables de los valores de la conductividad son, entre otros, el calcio. El magnesio, el potasio, el sodio, los carbonatos, los sulfatos y los cloratos.

En la actualidad, el parámetro más importante para determinar la posibilidad de uso de un agua de riego es la CE es así como la salinidad de determinada agua residual tratada que se desea usar para riego es estable mediante la medición de su conductividad eléctrica.

1.10.5. DUREZA TOTAL (DT)

El término dureza se refiere al contenido total de iones alcalinotérreos (Grupo 2) que hay en el agua. Como la concentración de Ca^{2+} y Mg^{2+} es, normalmente, mucho mayor que la del resto de iones alcalinotérreos, la dureza es prácticamente igual a la suma de las concentraciones de estos dos iones.

La dureza, por lo general, se expresa como el número equivalente de miligramos de carbonato de calcio (CaCO_3) por litro.

Un agua de dureza inferior a 60 mg/L de CaCO_3 se considera blanda. Si la dureza es superior a 270 mg/L de CaCO_3 , el agua se considera dura.

La dureza específica indica la concentración individual de cada ión alcalinotérreo.

Conocer la dureza total del agua es importante tanto en el sector privado como en el industrial

1.10.6. CLORUROS

Los cloruros (Cl^{-1}) son los principales aniones inorgánicos en el agua. Estos compuestos resultan de la combinación del cloro con una sustancia simple compuesta (excepto hidrogeno u oxígeno), los cloruros son los principales componentes de la salmuera de petróleo. El incremento de cloruro en el agua ocasiona el aumento de la corrosividad del agua. Los cloruros son buenos indicadores de salinidad y están normalmente asociados a la presencia de Sodio.

1.10.7. MAGNESIO

El magnesio y otros metales alcalinotérreos son responsables de la dureza del agua. El agua que contiene grandes cantidades de iones alcalinotérreos se denomina agua dura, y el agua que contiene bajas concentraciones de estos iones se conoce como agua blanda.

Los iones magnesio disueltos en el agua forman depósitos en tuberías y calderas cuando el agua es dura, es decir, cuando contiene demasiado magnesio o calcio. Esto se puede evitar con los ablandadores de agua.

1.10.8. SULFATOS

Al igual que los cloruros, el contenido en sulfatos de las aguas naturales es muy variable y puede ir desde muy pocos miligramos por litro hasta cientos de miligramos por litros.

Los sulfatos pueden tener su origen en que las aguas atraviesen terrenos ricos en yesos o a la contaminación con aguas residuales industriales.

El contenido de sulfatos no suele presentar problema de potabilidad a las aguas de consumo pero, en ocasiones, contenidos superiores a 300 mg/l pueden ocasionar trastornos gastrointestinales en los niños. Se sabe que los sulfatos de sodio y magnesio pueden tener acción laxante, por lo que no es deseable un exceso de los mismos en las aguas de bebida.

1.10.9. DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (DBO₅)

Este parámetro significa la cantidad de oxígeno, que necesitan las bacterias para oxidar o estabilizar la materia orgánica, bajo condiciones aeróbicas durante 5 días a 20°C.

La DBO₅ puede ser considerada como un procedimiento de oxidación húmeda, en el cual, los organismos sirven como el medio de oxidación de la materia orgánica a CO₂ y H₂O.

Este parámetro es considerado el principal ensayo aplicado a las aguas residuales para determinar su intensidad en términos del oxígeno requerido para su estabilización, por lo que es el principal criterio usado en el control de la contaminación de corrientes de aguas superficiales.

En el caso de aguas residuales domésticas se ha encontrado que la DBO a 5 días (DBO₅), es alrededor de 100 a 104 mg/l y que el agua potable tiene una DBO de 0.75 a 1.5 mg/l de oxígeno, en tanto que se considera una agua contaminada la que sobrepasa los 10 mg/l.

La reducción de los niveles de DBO se hace mediante los sistemas de tratamiento de aguas servidas.

1.10.10. COLIFORMES TOTALES Y TERMOTOLERANTES

Los coliformes pertenecen a la familia *Enterobacteriaceae* y se caracterizan por su capacidad para fermentar la lactosa con producción de ácido y gas, más o menos rápidamente, en un periodo de 48 horas y con una temperatura de incubación comprendida entre 30 - 37 °C. Son bacilos gramnegativos, aerobios y anaerobios facultativos, no esporulados. Del grupo <<coliforme>> forman parte varios géneros: *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, etc. Se encuentran en el

intestino del hombre y de los animales, pero también en otros ambientes: agua, suelo, plantas, cáscara de huevo, etc.

Dentro del grupo de los coliformes totales existe un subgrupo que es el de los Coliformes fecales. Los coliformes fecales son coliformes totales que además fermentan la lactosa con producción de ácido y gas en 24-48 horas a temperaturas comprendidas entre 44 y 45°C en presencia de sales biliares. Los coliformes fecales comprenden principalmente *Escherichia coli* y algunas cepas de *Enterobacter* y *Klebsiella*.

Su origen es principalmente fecal y por esos se consideran índices de contaminación fecal. Pero el verdadero índice de contaminación fecal es *Escherichia coli* tipo I ya que su origen fecal es seguro.

1.11. INFLUENCIA AMBIENTAL

Las acciones de las personas sobre el medio ambiente siempre presentan acciones colaterales sobre este. La preocupación por los impactos ambientales abarca varios tipos de acciones, como la contaminación en ríos por las aguas residuales, los mares con petróleo, los desechos de la energía radioactiva o desechos radioactivos/nucleares, la contaminación auditiva, etc.

1.11.1. IDENTIFICACIÓN DE FACTORES AMBIENTALES

Mediante la utilización de la siguiente tabla se pueden identificar los factores ambientales que son afectados en la micro cuenca de estudio por las actividades que se desarrollan en ella, para posteriormente evaluarlos. (Ver Tabla 1 en la siguiente página)

TABLA 1*Factores ambientales*

COMPONENTE AMBIENTAL	SUB COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL
FISICO	AIRE	CALIDAD DEL AIRE: olores desagradables
	SUELO	CALIDAD DEL SUELO: residuos solidos
	AGUA	CALIDAD DE AGUA
BIOTICO	FLORA	CULTIVOS
	FAUNA	AVES Y GANADO
SOCIO ECONOMICO	MEDIO PERCEPTUAL	PAISAJES
	HUMANO	SALUD

Nota: Guía metodológica para identificar, evaluar los aspectos e impactos ambientales.

1.11.2. IDENTIFICACION DE ACTIVIDADES SIGNIFICATIVAS DENTRO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO AMOJÚ

Entre las principales actividades que se desarrollan dentro de la micro cuenca del río Amojú de acuerdo a las principales ocupaciones de la zona se pueden mencionar las siguientes actividades que causan un impacto al ambiente positivo o negativo:

- Agricultura: Uso de agroquímicos, monocultivos y expansión de frontera agrícola.
- Ganadería: Crianza ganado.
- Pesca: Artesanal.
- Descargas de aguas residuales a los ríos sin tratamiento: Uso doméstico del agua sin tratar.
- Turismo: Consumo de agua, electricidad y construcción de lugares.

A este también se suman actividades de la población que causan impacto al medio ambiente como son:

- Deforestación
- Lavado de ropa en los ríos
- Lavado de vehículos motorizados.

Estas actividades serán utilizadas para la elaboración de la matriz de Leopold.

1.12. IDENTIFICACIÓN DE PARAMETROS AMBIENTALES

Para conocer la calidad del agua de la micro cuenca del río Amojú del Distrito de Jaén – Cajamarca se analizaron 10 muestras en las cuales se tomaron en puntos específicos de aguas contaminados dentro de la micro cuenca.

1.12.1. CARACTERIZACIÓN DE INFLUENCIA AMBIENTAL

Los impactos son descritos para cada componente ambiental y considerando los siguientes aspectos: actividades generadoras de impactos, características del impacto, su efecto y área de afectación.

- **SALUD:**

Se ve afectada la salud de los pobladores que utilizan las aguas del río Amojú en el Distrito de Jaén, el que está contaminado por los vertidos de las aguas residuales, residuos sólidos, las excretas de los animales, toda esta contaminación es descargada al río donde afectan a la población que usan este recurso hídrico, provocando enfermedades. (*Ver Tabla 41, ANEXO 2*).

- **PAISAJE:**

El agua del río Amojú atraviesa la ciudad de Jaén, para los que habitan en esta ciudad y visitantes (turistas) no se sienten a gusto por la acumulación de la basura en el interior y exterior, con la aparición de moscas, cucarachas, roedores, afecta la imagen y la estética de la Ciudad de Jaén. (*Ver figura 15, ANEXO 3*).

- **CALIDAD DE AIRE**

La calidad del aire por los alrededores del río Amojú, es afectada por la emanación de olores desagradables y

fétidos debido a la degradación de la materia orgánica presente en sus aguas, con un olor característico a huevos podrido, óxido de azufre, componentes nitrogenados, entre otros.

- **FLORA**

En las aguas contaminadas por aguas residuales es común encontrar los sólidos en suspensión que absorben la radiación solar, de modo que disminuyen la actividad fotosintética de la vegetación acuática. Al mismo tiempo obstruyen los cauces. Por los desperdicios químicos agropecuarios que contienen nutrientes pueden ayudar a la eutrofización del río Amojú, El uso de sus aguas contaminadas es utilizado para la producción de cultivos agrícolas en Jaén, esta agua contaminada ha sido empleada por varios años de una forma u otra. Las principales razones, son el incremento del grado de contaminación y superficies de aguas contaminadas, la escasez de alternativas en el suministro de agua y la necesidad de incrementar la producción local de alimentos que se producen, como son : el arroz y el maíz. (*Ver Figura 14, ANEXO 3*)

- **FAUNA**

Los peces necesitan oxígeno disuelto para poder respirar. Cuando el río está lleno de aguas residuales y otros residuos, esto disminuye la cantidad de oxígeno disponible para los peces provocándoles la muerte. Algunos

contaminantes fomentan el crecimiento de las algas. Ese crecimiento rápido contribuye a la desaparición de algunas especies de peces.

En el río Amojú se encuentran muchas especies de peses los principales son: carachama, tilapia, life, trucha y otros. Que se ven afectados en su crecimiento por los desechos orgánicos que botan los pobladores del Distrito de Jaén.

En las aguas residuales de los pobladores que son vertidos al río Amojú contiene cloro este se introduce en nuestro sistema de alcantarillado para eliminar las bacterias, esto mata la vida acuática. (Ver *Figura 17*, ANEXO 3)

1.13. ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (EDAR)

Una estación depuradora de aguas residuales (EDAR), o planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), son plantas dedicadas a la depuración de aguas residuales cuya función básica es recoger las aguas de una población o industria, y después de reducir la contaminación mediante ciertos tratamientos y procesos, la devuelve a un cauce receptor como un río, embalse, mar, etc.

Tiene el objetivo genérico de conseguir, a partir de aguas negras o mezcladas y mediante diferentes procedimientos físicos, químicos y biotecnológicos, un agua efluente de mejores características de calidad, tomando como base ciertos parámetros normalizados.

1.13.1. LÍNEA DE AGUA

a. Pretratamiento y tratamiento Primario

Los tratamientos físicos, asociados en el ámbito europeo a la terminología tratamiento primario, consisten fundamentalmente

en separar la contaminación presente en el agua en suspensión, flotación o arrastre.

- Desbaste, para la eliminación de gruesos no solubles, trapos, pañales, compresas...
- Desarenado, para eliminación de arenas u otros residuos sólidos no orgánicos de pequeño tamaño...
- Desengrasado, para la eliminación de los sólidos y líquidos no miscibles de menor densidad que el agua.

El desbaste, el desengrasado y el desarenado suelen denominarse como pretratamiento, por ser el primer proceso que se realiza sobre las aguas residuales, y ser necesario para no dañar los equipos de los tratamientos posteriores.

A continuación se realiza, como tratamiento primario propiamente dicho, una decantación para la eliminación de las partículas menores de un determinado tamaño (sólidos en suspensión) que no hayan podido eliminarse en el pretratamiento. Este proceso es conocido como decantación primaria.

b. Tratamiento secundario

El proceso habitual de depuración, si es necesario, prosigue normalmente atacando a la fracción de la contaminación disuelta en el agua. Para ello se recurre normalmente a bacterias que dentro de grandes depósitos, agitados como ayuda a la oxigenación del agua, se encargan de convertir esta materia orgánica disuelta en sus componentes minerales, separándose posteriormente del agua mediante un nuevo proceso de decantación. El proceso de tratamiento biológico recibe el nombre

de tratamiento secundario, y la decantación de la mezcla de agua y bacterias se conoce como decantación secundaria.

Existen muchos tipos de tratamiento secundarios (fangos activos, aireación prolongada, lechos bacterianos, biodiscos...) pero el principio de funcionamiento es común. No obstante, éstos se pueden agrupar en tratamientos de biomasa suspendida y tratamientos de biomasa fija. En los primeros, la biomasa (bacterias) está suspendida en el medio acuático, en contacto con la contaminación orgánica mediante agitación (fangos activos, aireación prolongada), mientras que en los segundos la biomasa se fija sobre un material soporte que se pone en contacto con el agua y la contaminación orgánica (lechos bacterianos, biodiscos).

c. Tratamiento terciario

Se conoce como tratamiento terciario a todos los tratamientos físico-químicos destinados a afinar algunas características del agua efluente de la depuradora con vistas a su empleo para un determinado uso. Así hay diversos tratamientos según el objetivo, pero el más habitual es el de la higienización, destinada a eliminar la presencia de virus y gérmenes del agua (cloración, rayos UV...).

1.13.2. LÍNEA DE FANGOS

La depuración del agua consigue extraer del agua la contaminación, a expensas de un consumo energético, pero produce los residuos, concentrados, de todo lo que el agua llevaba. Estos subproductos son los procedentes del tratamiento

primario (salvo los fangos obtenidos de la decantación primaria), asimilables a residuos sólidos urbanos (basuras).

Los fangos procedentes de las decantaciones reciben un tratamiento especial (espesamiento, digestión, deshidratación) hasta que son susceptibles de ser tratados como residuo sólido urbano o incinerados, o bien a un subproducto capaz de, tras otros tratamientos como la estabilización o el compostaje, ser reutilizado como abono en la agricultura u otros usos.

Los lodos o fangos de depuración, ya sea procedente de estaciones de aguas residuales urbanas o de industriales, tienen su propia legislación, que se fundamenta en su contenido en metales pesados. Por debajo de cierto nivel, el mejor destino es el campo como abono o enmienda orgánica, luego el compostaje y como peores salidas tenemos el depósito en vertedero y la incineración.

La digestión de los fangos, cuando se realiza por vía anaerobia, produce biogás, una mezcla de gases inflamables (metano fundamentalmente) y contaminantes. El biogás es quemado y, a veces, en plantas grandes, se puede y es rentable reaprovechar esta energía dentro de la propia planta, tanto en forma de energía térmica (los fangos necesitan estar a una cierta temperatura para poder ser digeridos) como en la producción de energía eléctrica (utilizable para los consumos eléctricos de la planta o para la venta al sector eléctrico).

1.13.3. BENEFICIOS DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

a) Eliminación de patógenos

Si limitamos la liberación de sustancias enzimáticas que secuestran minerales o vitaminas necesarias para el crecimiento de los patógenos estos serán eliminados.

b) Disminución de los parámetros que influyen en la calidad de agua

Reduce los parámetros físico-químicos y microbiológicos:

DBO, turbidez, sólidos totales, grasas y aceites, elementos patógenos (Coliformes, E. Coli, Salmoneras) y olores.

1.14. RELLENO SANITARIO

El relleno sanitario comprende una fosa con una base revestida y una geomembrana donde se entierran los desechos en capas, se compacta y finalmente se cubren con arena. Un relleno sanitario contribuye con la adecuada disposición final de los residuos sólidos generados por la población del Distrito de Jaén y así se disminuye el impacto ambiental que estos generarían.

1.14.1. CÓMO ESCOGER UN LUGAR PARA EL RELLENO SANITARIO

Lo primero que hay que hacer para planificar un relleno sanitario es escoger un sitio adecuado. El gobierno generalmente requiere de una evaluación del sitio antes de su construcción. Esto significa hacer un estudio del tipo de suelo y piedras, el tipo de plantas que crecen allí y la distancia hasta las fuentes de agua y las casas. Para garantizar la salud y la seguridad.

Nuestro relleno se ubicará a:

- A 5 km fuera de la ciudad de Jaén , lugar llamado San Andrés
- No se encuentran efluentes superficiales cercanos.

- No se encuentran reservas forestales cerca (bosque Señor de Huamantanga)
- No se ha encontrado población cerca al lugar de la instalación del relleno
- El fondo de la fosa debe estar por lo menos 2 metros por encima del nivel más alto de las aguas subterráneas.
- No están en una zona inundable.

1.14.2. CONSTRUCCIÓN DEL RELLENO SANITARIO

Para la construcción de un relleno sanitario hemos podido apreciar que la basura en el Distrito de Jaén diariamente es de aproximadamente 80 toneladas diarias por lo que se recomienda un relleno sanitario mecanizado diseñado para las grandes ciudades y poblaciones que generan más de 40 toneladas diarias. Para operar este tipo de relleno sanitario se requiere del uso de un compactador de residuos sólidos, así como equipo especializado para el movimiento de tierra: tractor de oruga, retroexcavadora, cargador, volquete, etc.

El método constructivo y la subsecuente operación de un relleno sanitario están determinados principalmente por la topografía del terreno, en el Distrito de Jaén tenemos un terreno que nos permite hacer zanjas ubicado en San Andrés

Este método de trinchera o zanjas consiste en excavar periódicamente zanjas de 5 metros de profundidad con una retroexcavadora o un tractor de orugas. Los residuos sólidos municipales se depositan y acomodan dentro de la trinchera para luego compactarlos y cubrirlos con la tierra excavada.

Se debe tener especial cuidado en periodos de lluvias dado que las aguas pueden inundar las zanjas. De ahí que se deba construir canales perimétricos para captarlas y desviarlas e incluso proveer a las zanjas de drenajes internos. En casos extremos construir un techo sobre ellos.

1.14.3. REVESTIMIENTO DE LA FOSA

En nuestro relleno sanitario el revestimiento de la fosa será compactando con capas de arcilla, grava y tierra para proteger el agua subterránea, además colocaremos geomembrana para brindar mayor protección e instalar además un sistema de tuberías y bombas para extraer los líquidos lixiviados.

1.14.4. LLENADO DEL RELLENO SANITARIO

Ya teniendo lista el revestimiento de la fosa se procede a llenar y la compactar la basura para emparejarla, luego la cubren con hojas grandes (por ejemplo hojas de palmera, banano o palmito) y una capa de tierra. De este modo se evitan los malos olores y la proliferación de los insectos. Si se pone un techo amplio sobre la fosa se evitará la entrada del agua de lluvia.

1.14.5. CÓMO TAPAR EL RELLENO SANITARIO

Una vez alcanzado el límite de llenado de nuestro relleno sanitario, la fosa debe cubrirse con una capa de tierra de por lo menos 90 cm de profundidad. Y así aprovechar para sembrar flores silvestres o pastos, pero no plantas comestibles como verduras o árboles frutales. Mientras las plantas no hayan vuelto a crecer sobre toda la superficie del relleno, conviene evitar que los animales pasten allí.

No se recomienda la construcción de edificaciones, viviendas, escuelas ni infraestructura pesada sobre la superficie del relleno, debido a su poca capacidad para soportar estructuras pesadas, además de los problemas que pueden ocasionar los hundimientos y la generación de gases.

1.14.6. GENERACIÓN DE LÍQUIDOS Y GASES

A) LÍQUIDO LIXIVIADO O PERCOLADO

La descomposición o putrefacción natural de la basura produce un líquido maloliente de color negro, conocido como lixiviado o percolado, parecido a las aguas residuales domésticas, pero mucho más concentrado.

Las aguas de lluvia que atraviesan las capas de basura aumentan su volumen en una proporción mucho mayor que la que produce la misma humedad de los residuos sólidos municipales, de ahí que sea importante interceptarlas y desviarlas para evitar el incremento de lixiviado; de lo contrario, podría haber problemas en la operación del relleno y contaminación en las corrientes y nacimientos de agua y pozos vecinos.

La mejor manera de prevenir que esto ocurra es mantener el relleno cubierto con un techo o una lona o plástico.

B) GASES

Teniendo en cuenta que un relleno sanitario produce gases como el metano, dióxido de carbono y otros gases que pueden generar fugas y malogra la compactación para evitar este

problema construimos unas chimeneas de escape para que este gas pueda ser evacuado por un respiradero simple consiste de una chimenea de piedras pequeñas que se sostienen en un perfil circular o rectangular mediante una malla milimétrica. La altura de la chimenea aumenta a medida que se va llenado el relleno. El número de chimeneas que se necesita es de 2 con un diámetro de 0.5 m cada 20 metros.

1.14.6.1. BENEFICIOS DEL RELLENO SANITARIO :

- Solucionar el problema de residuos sólidos en el Distrito de Jaén que todavía sigue abrumado por numerosos humos, olores, alteración del paisaje, plagas, etc.
- Aprovechamiento de terrenos improductivos.
- Disminución de las molestias públicas que se generan con otros métodos de eliminación de basura.

1.15. MARCO LEGAL

El presente estudio tendrá como soporte el marco legal que está dado por el siguiente conjunto de normas legales y específicas de medio ambiente, como son:

1.15.1. Constitución Política del Perú de 1993:

Artículo 2°-22. Toda persona tiene derecho a la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.

1.15.2. Ley de recursos hídricos LEY N°29338:

Artículo 79º.- Vertimiento de agua residual

La Autoridad Nacional autoriza el vertimiento del agua residual tratada a un cuerpo natural de agua continental o marina, previa opinión técnica favorable de las Autoridades Ambiental y de Salud sobre el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA-Agua) y Límites Máximos Permisibles (LMP). Queda prohibido el vertimiento directo o indirecto de agua residual sin dicha autorización.

1.15.3. Ley General de Salud D.L N° 26842

Artículo 18.- Toda persona es responsable frente a terceros por el incumplimiento de las prácticas sanitarias y de higiene destinada a prevenir la aparición y propagación de enfermedades transmisibles, así como por los actos o hechos que originen contaminación del ambiente.

Artículo 20.- Es deber de toda persona participar en el mejoramiento de la cultura sanitaria de su comunidad.

Artículo 104.- Toda persona natural o jurídica, está impedida de efectuar descargas de desechos o sustancias contaminantes en el agua el aire o el suelo, sin haber adoptado las precauciones de depuración en la forma que señalan las normas sanitarias y de protección del ambiente.

1.15.4. Ley General del Ambiente Nº 2861:

Artículo I.- Del derecho y deber fundamental.

Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país.

Artículo VI.- Del principio de prevención.

La gestión ambiental tiene como objetivos prioritarios prevenir, vigilar y evitar la degradación ambiental. Cuando no sea posible eliminar las causas que la generan, se adoptan las medidas de mitigación, recuperación, restauración o eventual compensación, que correspondan.

Artículo 120.- De la protección de la calidad de las aguas.

120.1 El Estado, a través de las entidades señaladas en la Ley, está a cargo de la protección de la calidad del recurso hídrico del país.

120.2 El Estado promueve el tratamiento de las aguas residuales con fines de su reutilización, considerando como premisa la obtención de la calidad necesaria para su reúso, sin afectar la salud humana, el ambiente o las actividades en las que se reutilizarán.

Artículo 121.- Del vertimiento de aguas residuales El Estado emite en base a la capacidad de carga de los cuerpos receptores, una autorización previa para el vertimiento de aguas residuales domésticas, industriales o de cualquier otra actividad desarrollada por personas naturales o jurídicas, siempre que dicho vertimiento no cause deterioro de la calidad de las aguas como cuerpo receptor, ni se afecte su reutilización para otros fines, de acuerdo a lo establecido en los ECA correspondientes y las normas legales vigentes.

1.15.5. Ley General de Residuos Sólidos N° 27314:

Artículo 14.- Definición de residuos sólidos

Son residuos sólidos aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y el ambiente, para ser manejados a través de un sistema que incluya, según corresponda, las siguientes operaciones o procesos:

1. Minimización de residuos
2. Segregación en la fuente
3. Reaprovechamiento
4. Almacenamiento
5. Recolección
6. Comercialización
7. Transporte S. Tratamiento
9. Transferencia
10. Disposición final

Esta definición incluye a los residuos generados por eventos naturales.

1.15.6. D.S. N°015-2015-MINAM (Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua)

Estas son las principales normas para el ordenamiento jurídico de la gestión de los recursos hídricos y específicamente de la calidad de las aguas en el país.

CAPITULO II

II. MATERIALES Y METODOS

2.1. POBLACIÓN Y MUESTRA

2.1.1. Población

El agua del río Amojú aledañas al Distrito de Jaén - Cajamarca.

2.1.2. Muestra

Se tomó 4 litros de agua, en cada uno de los 5 diferentes puntos del río Amojú de manera aleatoria.

2.1.3. Tipo de muestreo

Para el siguiente muestreo se tomó la distancia total del tramo de estudio del río, se dividió en 5 puntos equidistantes y en el transcurso de un mes, aplicando muestreo aleatorio simple.

TABLA 2

Puntos de muestreo de las aguas del río Amojú aledañas al Distrito de Jaén

MUESTRA	LUGAR	FECHA	CANTIDAD
Pm1	SECTOR EL MAGYANAL	1/08/2016	4 Lts
		8/08/2016	
		15/08/2016	
		22/08/2016	
Pm2	SECTOR EL PARRAL	1/08/2016	4 Lts
		8/08/2016	
		15/08/2016	
		22/08/2016	
Pm3	Urb. Diego Palomino	1/08/2016	4 Lts
		8/08/2016	
		15/08/2016	
		22/08/2016	
Pm4	Urb. Gran Marañón	1/08/2016	4 Lts
		8/08/2016	
		15/08/2016	
		22/08/2016	
Pm5	SECTOR SAN CAMILO	1/08/2016	4 Lts
		8/08/2016	
		15/08/2016	
		22/08/2016	

Nota. Elaboración propia.

2.2. MATERIALES, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

2.2.1. Materiales y equipos

- Cooler plástico (Termo)
- Envases de plásticos
- Hielo
- Bureta volumétrica
- Matraces Erlenmeyer
- Pipetas graduadas
- Vaso de precipitación.
- Tubos de ensayo.
- Mascarilla
- Guantes.
- Agitador
- Soporte universal
- Pizetas
- Guardapolvo.
- Escobilla de cerda.
- Placas Petri
- Microscopio
- Estufa
- Mechero de Bunsen

2.2.2. Reactivos

- Agua destilada
- EDTA
- Nitrato de mercurio
- Almidón
- Ericromo T
- Cloruro de bario

- Ácido sulfúrico
- Ácido nítrico
- Soluciones buffer
- Cloroformo

2.2.3. Técnicas y análisis de datos:

La técnica usada para la recolección de datos son la experimentación y observación.

Los datos recogidos se obtienen utilizando los respectivos materiales, equipos y reactivos de laboratorio.











2.2.4. Instrumentos de recolección de datos:

- Libreta de notas
- Cámara fotográfica
- Lapiceros
- Calculadora
- Computadora

2.3. MARCO METODOLOGICO

El tipo de diseño de investigación que se utiliza es el “Diseño en Línea o Sucesión” para varias muestras donde se analiza su carácter físico-químico para cada punto de muestreo.

2.3.1. Diseño de Contrastación de la Hipótesis

PM01		DM 01 DM 04		PFM 01 PFM 10
PM02		DM 01 DM 04		PFM 01 PFM 10
PM03		DM 01 DM 04		PFM 01 PFM 10
PM04		DM 01 DM 04		PFM01 PFM10
PM05		DM 01 DM 04		PFM 01 PFM 10

DONDE:

PM01 – PM05: Representa los puntos de muestreo.

DM01 – DM04: Representa el número de días de muestreo en donde se hizo la recolección de datos.

PFM01–PFM10: Representa las observaciones fisicoquímicas y microbiológicas para cada uno de las muestras de diferentes días.

2.4. PROCEDIMIENTO

2.4.1. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

El procedimiento tiene gran importancia, los puntos estratégicos de muestreo (Ver *figura 12*, ANEXO 3) de la microcuenca del río Amojú ha sido cuidadosamente seleccionado para una mayor asertividad en los cálculos de los parámetros que se indican ya que es la representación cualitativa y cuantitativa de los resultados analíticos. Las muestras recolectadas hemos tenido las siguientes consideraciones:

- La toma de muestras se hace de manera aleatoria simple, teniendo en cuenta los 5 puntos de muestreo equidistantes entre sí de todo el tramo del lugar de estudio del río Amojú.
- Enjuagar tres veces el recipiente de muestreo con el agua colector.
- Durante la toma de muestra es importante que el recipiente no toque el fondo del río para evitar los sedimentos revueltos.
- Cuando no se presenten las condiciones adecuadas para el recojo de muestras por motivos que presentan riesgos por falta de apoyo logístico necesario se podrá hacer uso de un brazo telescópico diseñado pero en este caso las corrientes ha sido mínima y no presentó ninguna complicación.
- Las muestras se tomaran con guantes de látex limpios
- Los recipientes donde se recolectara la muestra deben de ser completamente esterilizados.
- Cada recipiente lleva la identificación requerida en las etiquetas.

- Cada envase de muestra se debe colocar en una hielera con hielo durante el resto de los trabajos de muestreo hasta su entrega al laboratorio
- Las muestras estarán completamente selladas y en refrigeración
- Las muestras se deben tomar en los sitios de mayor turbulencia o después de esta lo cual asegura una homogeneidad en el cuerpo de agua.
- Las muestras no se deben tomar cercanos a una pared.
- Las muestras recolectadas no deben aparecer en el recipiente partículas grandes.
- Durante el muestreo se deberán tomar las mismas condiciones climáticas con el objetivo de buscar las mismas condiciones de cada muestra.
- Para la toma de muestras se deberán sumergir los frascos con el cuello hacia abajo hasta una profundidad de 15 a 30 cm y girarlos para tomar la muestra.
- No se utilizó conservantes químicos ya que nuestros parámetros fueron analizados dentro de las 24 horas y solo necesitaban estar en refrigeración de 2 a 4 °C.

2.4.2. PRESERVACION Y TRASLADO DE MUESTRAS AL LABORATORIO

Al terminar de recolectar todas las muestras necesarias se preparó para su traslado al laboratorio con los siguientes materiales:

- Hielera
- Hielo
- Muestra en los Envases de plástico con su respectiva etiqueta.

2.4.3. METODOLOGIA EN EL CAMPO

- Se tomó 5 puntos de muestreo en la cuenca del río Amojú aledañas al Distrito de Jaén, la ubicación de estos puntos estratégicos (Ver *figura 12* ANEXO 3) se hizo por distancias equidistantes entre puntos, por el riesgo de contaminación. Por lo tanto se comenzó en el sector de Magllanal siguiendo por el sector El parral, Urb. Diego Palomino, Urb. Gran Marañón hasta llegar al sector San Camilo que es la parte final de la ciudad de Jaén.
- La toma de muestras fueron directamente envasados en las botellas de plásticos de 1 litro de capacidad, cada envase tiene su etiqueta indicando el lugar, punto de muestreo, hora, fecha, etc.
- Estas muestras fueron analizadas en el laboratorio de fisicoquímica de la facultad de ingeniería química e industrias alimentarias y con respecto a los análisis microbiológicos se realizó en el laboratorio de microbiología de la facultad biología ambos en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque.

2.5. MÉTODOS

2.5.1. FISICOQUIMICOS

TABLA 3

Métodos fisicoquímicos

CÓDIGO ESTÁNDAR	MÉTODO DE ANÁLISIS	DETERMINACIONES	LMP (MINAM)
02041	Conductimétrico	Conductividad eléctrica	1000 µS/cm
10301	Electrométrico	pH	6.5-9
02074	Nefelométrico	Turbiedad	100 UNT
17204	Argentométrico	Cloruros	250 mg/L
10603	Titulométrico con EDTA	Dureza total	500 mg/L
12101	Por calculo	Magnesio	250 mg/L
16302	Turbidimétrico	Sulfatos	500 mg/L
08202	Técnica de dilución	Demanda bioquímica de oxígeno	10 mg/L
10471	Gravimétrico	Sólidos totales disueltos	1000 mg/L

Nota. Manual de procedimientos analíticos para aguas y efluentes.

2.5.2. MICROBIOLOGICO

TABLA 4

Métodos microbiológicos

CODIGO	MÉTODO	DETERMINACIONES
AM-1.2	Guía general para la numeración de mohos y levaduras. Técnica de conteo de colonias a 25°C. ISO 7954:1987.	Numeración de mohos y levaduras
AM-1.5	Método horizontal para la detección y numeración de Coliformes. Técnica del Número más Probable ISO 4831: 2006.	Numeración de coliformes
AM-1.11	Método de fermentación de tubos múltiples. APHA.AWW.WEF.Part.9221B.21th ed.2005.	Numeración de Coliformes totales
AM-1.12	Método de fermentación de tubos múltiples. APHA. AWW.WEF.Part.9221 E-2.21th ed.2995.	Numeración de coliformes fecales

Nota. Laboratorio de salud ambiental DESA.

2.5.3. POR ENCUESTAS

Trata de una serie de preguntas planteadas de acuerdo a la información que deseamos conocer planteadas con el objetivo general que la población exprese su opinión ya sea de conformidad o disconformidad a la actual situación de contaminación del río Amojú.

2.5.4. INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES HUMANAS EN LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO AMOJÚ

Se utilizó el método Leopold, un método cualitativo mediante el cual se determinó la influencia de las actividades humanas en la calidad del agua del río Amojú (Ver Tabla 5)

TABLA 5*Factores evaluados que contaminan a la calidad del agua del río Amojú*

ACCIÓN	INFLUENCIA
Desembocadura de aguas servidas sin tratamiento	Cierta población no cuenta con los servicios básicos de higiene o si lo tienen no están conectados a la red de alcantarilla de la ciudad por lo que sus aguas servidas son vertidas directamente al río Amojú, influyendo negativamente en la calidad del agua, por el alto contenido de materia orgánica y otros contaminantes. Además se contribuye a malograr el paisaje alrededor del río por la presencia de estos vertederos y sus malos olores.
Residuos sólidos	Los lugareños de la defensa ribereñas del río Amojú sean acostumbrado a este tipo de convivencia y al mal uso de sus costumbres, tomando a este río como una salida o como una fuente de solución arrojando la basura a este efluente, que con sus corrientes sean llevado río abajo sin tomar conciencia del inmenso daño que causan a las personas y al mismo río contaminando día a día el medio ambiente.
Lavado de vehículos	Al lavar los vehículos se desprenden grasas y aceites y otras sustancias que deterioran la vida acuática así como las plantaciones que están cerca de las orillas del río Amojú.
Lavado de ropa	Algunos productos como los detergentes son utilizados para la limpieza y están formados básicamente por un agente tenso activo que actúa modificando la tensión superficial del agua, disminuyendo la fuerza de adhesión de las partículas (mugre) a una superficie. La mayoría de los detergentes contienen sosa, la cual mata los microorganismos que viven en el agua y que tienen como función natural degradar o digerir los residuos de nuestros desechos.
Cortar la cuenca por desmonte	Con el afán de ganar terreno al cauce del río para poder construir sobre ello están mermando el espacio real del río una gran experiencia fatal no ha dejado el niño costero es por ello que la población debe tener más cuidado.
Desechos orgánicos	En el río Amojú es afectado por los pobladores que arrojan desperdicios de comida, animales muertos que su descomposición provoca la disminución de la concentración de oxígeno, emisiones de metano en caso de aparición de procesos anaeróbicos, olores nauseabundos y otros
Agricultura	Los pobladores utilizan estas aguas para su riego, el arroz es el más común que necesita abundante agua para su siembra utilizando el agua del río Amojú para dicho fin.
Ganadería y pastoreo	Los pobladores de Jaén utilizan estas aguas para la bebida de sus animales como por ejemplo el ganado vacuno que puede ser afectado.

Nota. Elaboración propia.

2.6. Análisis estadístico de los datos

Se tomó 4 muestras en cada uno de los 5 puntos estratégicos de las aguas del río Amojú del Distrito de Jaén-Cajamarca en diferentes días del mes de agosto del 2016 siendo un mes de monitoreo de estas aguas, teniendo una sumatoria de 20 muestras para realizar los análisis fisicoquímico y microbiológico.

Para poder evaluar los datos obtenidos de dichas muestras, nos ayudaremos mediante el programa estadístico Minitab el cual nos arroja datos como la media, la desviación estándar, nivel de significancia, t-studen y el valor de P que probabilidad hay de rechazar la hipótesis nula, también con la programación de Microsoft Excel nos permite obtener datos para detectar los valores extremos.

Comparar a partir de los datos originales de las muestras las características fisicoquímicas y microbiologías de la aguas del río Amojú, si están dentro de los límites establecidos por el reglamento de aguas superficiales, según el decreto supremo N° 015-2015 del Ministerio del Medio Ambiente en su categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático en lagunas, lagos y ríos de selva).

Además este estudio está orientado a plantear alternativas que contribuyan a la solución de la problemática ambiental por el deterioro de la calidad del agua de la micro cuenca del río Amojú, mediante un análisis periódico de parámetros físico-químicos y micro biológicos de este recurso, el cual nos va a ayudar a establecer un Índice de calidad ambiental para de

esta manera diagnosticar el estado de contaminación del río y plantear una propuesta tratamiento de agua residual para así reducir la contaminación del río, como también establecer el grado de utilidad que tiene el agua en la zona de contaminación crítica en base a los muestreos y análisis realizados.

CAPITULO III

III. RESULTADOS

Calidad del agua del río Amojú:

3.1. POTENCIAL DE HIDROGENO

TABLA 6

Potencial de hidrogeno (pH) en cada punto de muestreo

DIAS DE MUESTREO	Pm1	Pm2	Pm3	Pm4	Pm5
D1	6.98	8.32	8.43	8.61	8.25
D2	7.64	7.40	8.28	7.65	8.17
D3	7.38	8.37	7.64	8.26	7.43
D4	7.26	7.51	8.91	7.87	8.45

Nota. Elaboración propia.

TABLA 7

Análisis estadístico de potencial de hidrogeno (pH) en cada punto de muestreo

PRUEBA T-MINITAB POR PUNTO DE MUESTREO					
	Pm1	Pm2	Pm3	Pm4	Pm5
Hipótesis Nula (Ho)	Ho < 9	Ho < 9	Ho < 9	Ho < 9	Ho < 9
Hipótesis alternativa(Ha)	Ha > 9	Ha > 9	Ha > 9	Ha > 9	Ha > 9
Desv. Estándar	0.274	0.516	0.524	0.425	0.446
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$
P-Calculado	0.999	0.988	0.960	0.988	0.987
Resultado	$\alpha < P$	$\alpha < P$	$\alpha < P$	$\alpha < P$	$\alpha < P$
	Calculado	Calculado	Calculado	Calculado	Calculado
Decisión	Se Acepta la Ho	Se Acepta la Ho	Se Acepta la Ho	Se Acepta la Ho	Se Acepta la Ho

Nota. Elaboración propia.

3.2. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (C.E)

TABLA 8

Conductividad eléctrica ($\mu\text{S/cm}$) en cada punto de muestreo

DIAS DE MUESTREO	Pm1	Pm2	Pm3	Pm4	Pm5
D1	206.5	380.3	365.3	243.6	254.2
D2	214.1	329.4	341.6	271.5	311.2
D3	267.3	273.5	337.2	302.3	276.5
D4	230.7	340.8	349.4	251.7	254.8

Nota. Elaboración propia.

TABLA 9

Análisis estadístico de conductividad eléctrica en cada punto de muestreo

PRUEBA T-MINITAB POR PUNTO DE MUESTREO					
	Pm1	Pm2	Pm3	Pm4	Pm5
Hipótesis Nula (Ho)	Ho<1000	Ho<1000	Ho<1000	Ho<1000	Ho<1000
Hipótesis alternativa(Ha)	Ha>1000	Ha>1000	Ha>1000	Ha>1000	Ha>1000
Desv. Estándar	27.1	44.1	12.36	26.1	26.8
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$
P-Calculado	1.000	1.000	0.999	1.000	1.000
Resultado	$\alpha < P$	$\alpha < P$	$\alpha < P$	$\alpha < P$	$\alpha < P$
	Calculado	Calculado	Calculado	Calculado	Calculado
Decisión	Se Acepta la Ho	Se Acepta la Ho	Se Acepta la Ho	Se Acepta la Ho	Se Acepta la Ho

Nota. Elaboración propia.

3.3. TURBIEDAD

TABLA 10

Turbiedad (UNT) en cada punto de muestreo

DIAS DE MUESTREO	Pm1	Pm2	Pm3	Pm4	Pm5
D1	45.3	46.7	52.4	65.3	51.6
D2	47.5	49.6	62.1	59.6	52.8
D3	44.2	51.3	58.3	57.9	46.4
D4	45.9	48.02	70.1	53.3	48.9

Nota. Elaboración propia.

TABLA 11

Análisis estadístico de turbiedad en cada punto de muestreo

PRUEBA T-MINITAB POR PUNTO DE MUESTREO

	Pm1	Pm2	Pm3	Pm4	Pm5
Hipótesis Nula (Ho)	Ho<100	Ho<100	Ho<100	Ho<100	Ho<100
Hipótesis alternativa(Ha)	Ha>100	Ha>100	Ha>100	Ha>100	Ha>100
Desv. Estándar	1.377	1.989	7.42	4.96	2.86
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$
P-Calculado	1.000	1.000	0.999	1.000	1.000
resultado	$\alpha < P$ Calculado	$\alpha < P$ Calculado	$\alpha < P$ Calculado	$\alpha < P$ Calculado	$\alpha < P$ Calculado
Decisión	Se Acepta la Ho	Se Acepta la Ho	Se Acepta la Ho	Se Acepta la Ho	Se Acepta la Ho

Nota. Elaboración propia.

3.4. SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS

TABLA 12

Sólidos totales disueltos (mg/l) en cada punto de muestreo

DIAS DE MUESTREO	Pm1	Pm2	Pm3	Pm4	Pm5
D1	365	385	348	323	368
D2	346	367	416	384	356
D3	287	329	360	347	353
D4	350	365	337	356	349

Nota. Elaboración propia.

TABLA 13

Análisis estadístico de sólidos totales disueltos (mg/l) en cada punto de muestreo

PRUEBA T-MINITAB POR PUNTO DE MUESTREO					
	Pm1	Pm2	Pm3	Pm4	Pm5
Hipótesis Nula (Ho)	Ho<1000	Ho<1000	Ho<1000	Ho<1000	Ho<1000
Hipótesis alternativa(Ha)	Ha>1000	Ha>1000	Ha>1000	Ha>1000	Ha>1000
Desv. Estándar	34.3	23.5	35.1	25.2	8.19
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$
P-Calculado	1.000	1.000	0.999	1.000	1.000
resultado	$\alpha < P$	$\alpha < P$	$\alpha < P$	$\alpha < P$	$\alpha < P$
	Calculado	Calculado	Calculado	Calculado	Calculado
Decisión	Se Acepta la Ho	Se Acepta la Ho	Se Acepta la Ho	Se Acepta la Ho	Se Acepta la Ho

Nota. Elaboración propia.

3.5. CLORUROS

TABLA 14
Cloruros (mg/l) en cada punto de muestreo

DIAS DE MUESTREO	Pm1	Pm2	Pm3	Pm4	Pm5
D1	13.653	16.532	12.887	13.624	14.318
D2	12.842	12.931	13.125	13.471	14.253
D3	12.731	14.025	13.314	12.726	14.172
D4	12.962	13.286	12.476	13.125	14.183

Nota. Elaboración propia.

TABLA 15
Análisis estadístico de cloruros (mg/l) en cada punto de muestreo

PRUEBA T-MINITAB POR PUNTO DE MUESTREO					
	Pm1	Pm2	Pm3	Pm4	Pm5
Hipótesis Nula (Ho)	Ho<250	Ho<250	Ho<250	Ho<250	Ho<250
Hipótesis alternativa(Ha)	Ha>250	Ha>250	Ha>250	Ha>250	Ha>250
Desv. Estándar	0.415	1.624	0.361	0.399	0.0679
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$
P-Calculado	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Resultado	$\alpha < P$ Calculado	$\alpha < P$ Calculado	$\alpha < P$ Calculado	$\alpha < P$ Calculado	$\alpha < P$ Calculado
Decisión	Se Acepta la Ho	Se Acepta la Ho	Se Acepta la Ho	Se Acepta la Ho	Se Acepta la Ho

Nota. Elaboración propia.

3.6. DUREZA TOTAL

TABLA 16

Dureza total (mg/l) en cada punto de muestreo

DIAS DE MUESTREO	Pm1	Pm2	Pm3	Pm4	Pm5
D1	126	143	152	144	139
D2	118	130	136	140	146
D3	123	132	141	146	151
D4	109	126	130	152	135

Nota. Elaboración propia.

TABLA 17

Análisis estadístico de dureza total (mg/l) en cada punto de muestreo

PRUEBA T-MINITAB POR PUNTO DE MUESTREO					
	Pm1	Pm2	Pm3	Pm4	Pm5
Hipótesis Nula (Ho)	Ho<500	Ho<500	Ho<500	Ho<500	Ho<500
Hipótesis alternativa(Ha)	Ha>500	Ha>500	Ha>500	Ha>500	Ha>500
Desv. Estándar	7.44	7.27	9.32	5.00	7.14
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$
P-Calculado	1.000	1.000	0.999	1.000	1.000
resultado	$\alpha < P$ Calculado	$\alpha < P$ Calculado	$\alpha < P$ Calculado	$\alpha < P$ Calculado	$\alpha < P$ Calculado
Decisión	Se Acepta la Ho	Se Acepta la Ho	Se Acepta la Ho	Se Acepta la Ho	Se Acepta la Ho

Nota. Elaboración propia.

3.7. MAGNESIO

TABLA 18

Magnesio (mg/l) en cada punto de muestreo

DIAS DE MUESTREO	Pm1	Pm2	Pm3	Pm4	Pm5
D1	56	64	48	79	74
D2	50	57	63	58	66
D3	53	56	68	62	71
D4	58	59	65	86	59

Nota. Elaboración propia.

TABLA 19

Análisis estadístico de magnesio (mg/l) en cada punto de muestreo

PRUEBA T-MINITAB POR PUNTO DE MUESTREO

	Pm1	Pm2	Pm3	Pm4	Pm5
Hipótesis Nula (Ho)	Ho<250	Ho<250	Ho<250	Ho<250	Ho<250
Hipótesis alternativa(Ha)	Ha>250	Ha>250	Ha>250	Ha>250	Ha>250
Desv. Estándar	3.50	3.56	8.91	13.40	6.56
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$
P-Calculado	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Resultado	$\alpha < P$	$\alpha < P$	$\alpha < P$	$\alpha < P$	$\alpha < P$
	Calculado	Calculado	Calculado	Calculado	Calculado
Decisión	Se Acepta la Ho	Se Acepta la Ho	Se Acepta la Ho	Se Acepta la Ho	Se Acepta la Ho

Nota. Elaboración propia.

3.8. SULFATOS

TABLA 20

Sulfatos (mg/l) en cada punto de muestreo

DIAS DE MUESTREO	Pm1	Pm2	Pm3	Pm4	Pm5
D1	68.63	75.28	69.86	70.37	74.53
D2	66.51	65.42	71.25	73.25	69.27
D3	64.21	71.32	68.43	75.16	71.23
D4	67.37	73.46	78.64	81.49	76.31

Nota. Elaboración propia.

TABLA 21

Análisis estadístico de sulfatos (mg/l) en cada punto de muestreo

PRUEBA T-MINITAB POR PUNTO DE MUESTREO

	Pm1	Pm2	Pm3	Pm4	Pm5
Hipótesis Nula (Ho)	Ho<500	Ho<500	Ho<500	Ho<500	Ho<500
Hipótesis alternativa(Ha)	Ha>500	Ha>500	Ha>500	Ha>500	Ha>500
Desv. Estándar	1.863	4.28	4.54	4.71	3.17
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$
P-Calculado	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Resultado	$\alpha < P$ Calculado	$\alpha < P$ Calculado	$\alpha < P$ Calculado	$\alpha < P$ Calculado	$\alpha < P$ Calculado
Decisión	Se Acepta la Ho	Se Acepta la Ho	Se Acepta la Ho	Se Acepta la Ho	Se Acepta la Ho

Nota. Elaboración propia.

3.9. DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (D.B.O₅)

TABLA 22

Demanda bioquímica de oxígeno (mg/l) en cada punto de muestreo

DIAS DE MUESTREO	Pm1	Pm2	Pm3	Pm4	Pm5
D1	26.4	23.7	38.3	35.2	35.9
D2	21.8	24.4	22.7	32.6	29.6
D3	27.5	31.2	30.5	34.2	31.7
D4	24.3	27.1	37.2	31.6	27.2

Nota. Elaboración propia.

TABLA 23

Análisis estadístico de DBO₅ (mg/l) en cada punto de muestreo

PRUEBA T-MINITAB POR PUNTO DE MUESTREO					
	Pm1	Pm2	Pm3	Pm4	Pm5
Hipótesis Nula (Ho)	Ho<10	Ho<10	Ho<10	Ho<10	Ho<10
Hipótesis alternativa(Ha)	Ha>10	Ha>10	Ha>10	Ha>10	Ha>10
Desv. Estándar	2.51	3.40	7.20	1.608	3.69
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$
P-Calculado	0.001	0.001	0.004	0.000	0.001
Resultado	$\alpha > P$ Calculado	$\alpha > P$ Calculado	$\alpha > P$ Calculado	$\alpha > P$ Calculado	$\alpha > P$ Calculado
Decisión	Se rechaza la Ho	Se rechaza la Ho	Se rechaza la Ho	Se rechaza la Ho	Se rechaza la Ho

Nota. Elaboración propia.

3.10. GRASAS Y ACEITES

TABLA 24

Análisis de grasas y aceites en cada punto de muestreo

Grasas y aceites (06/06/2017)	
PUNTOS DE MUESTREO	RESULTADO
Pm1	3.45
Pm2	6.36
Pm3	11.37
Pm4	15.25
Pm5	9.42

Nota. Elaboración propia.

3.11. ANALISIS MICROBIOLOGICO

3.11.1. COLIFORMES TERMOTOLERANTES

TABLA 25

Coliformes termo tolerantes

Puntos	NMP/ml	LMP/ml
1	2200	2000
2	2300	2000
3	2800	2000

Nota. Elaboración propia.

3.11.2. COLIFORMES TOTALES

TABLA 26

Coliformes totales

Puntos	NMP/ml	LMP/ml
1	2700	1000
2	2900	1000
3	3200	1000

Nota. Elaboración propia.

3.11.3. INSECTOS Y HELMINTOS

TABLA 27

Insectos y Helmintos

PUNTOS	DETERMINACION	RESULTADOS
1	Observación Microscópica de Huevos, Larvas, Pulpa y/o adultos de insectos contaminantes y/o patógenos en agua de consumo aviar	Huevos de insectos fitopatógenos. (Presentes)
2		05 huevos de insectos fitopatógenos (Presentes)
3		03 huevos de Hymenolepisma 03 huevos de insectos fitopatógenos (Presentes)
1	Observación Microscópica de Huevos, Larvas, Quistes y/o adultos de gusano nematodos (helmintos) en agua de consumo aviar.	Huevos de Ascaris lumbricoides 05 (Presentes)
2		Huevos de Ascaris lumbricoides 05 (Presentes)
3		Huevos de Ascaris Lumbricoides 05 Parasito humano (Presentes)

Nota. Elaboración propia.

3.12. ANÁLISIS DE ENCUESTAS

3.12.1. CALIDAD DE AIRE

TABLA 28

Percepción de olores desagradables a riberas del río Amojú en el Distrito de Jaén

	SI	NO	total
Punto A	18.07%	15.66%	33.73%
Punto B	33.73%	0%	33.73%
Punto C	21.69%	10.84%	32.53%
Total			100%

Nota. Encuesta realizada a los pobladores que viven a los alrededores de las aguas del río Amojú Distrito de Jaén.

3.12.2. CALIDAD DE PAISAJE

TABLA 29

Percepción paisajística del río Amojú del Distrito de Jaén

	Positiva	Negativa	total
Punto A	9.64%	24.09%	33.73%
Punto B	0%	33.73%	33.73%
Punto C	2.41%	30.12%	32.53%
TOTAL			100.0%

Nota. Encuesta realizada a los pobladores que viven a los alrededores de las aguas del río Amojú Distrito de Jaén.

3.13. GRAFICOS

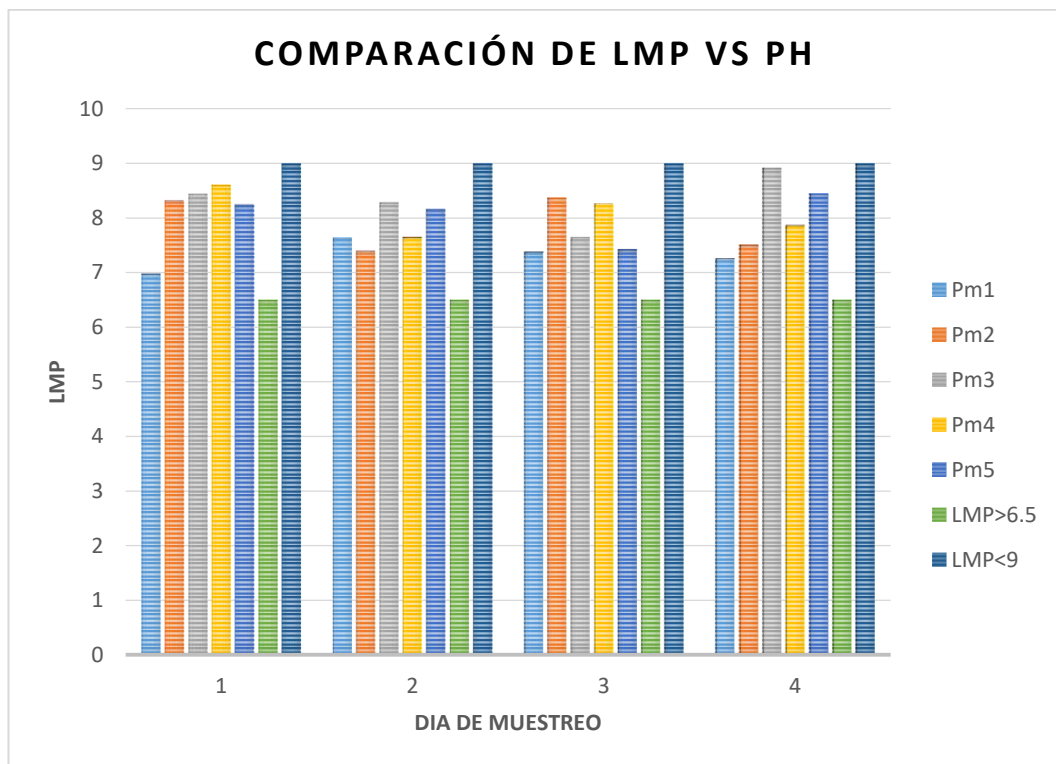


Figura 1. Comparación del límite máximo permisible con los valores de pH. Elaboración propia.

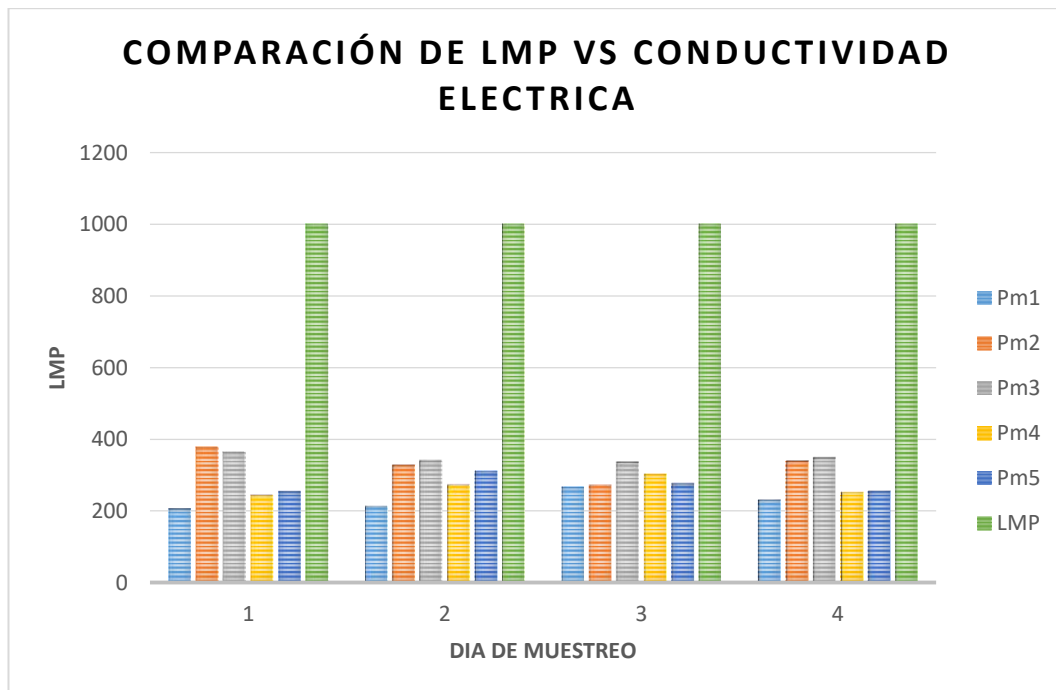


Figura 2. Comparación del límite máximo permisible con los valores de conductividad eléctrica. Elaboración propia.

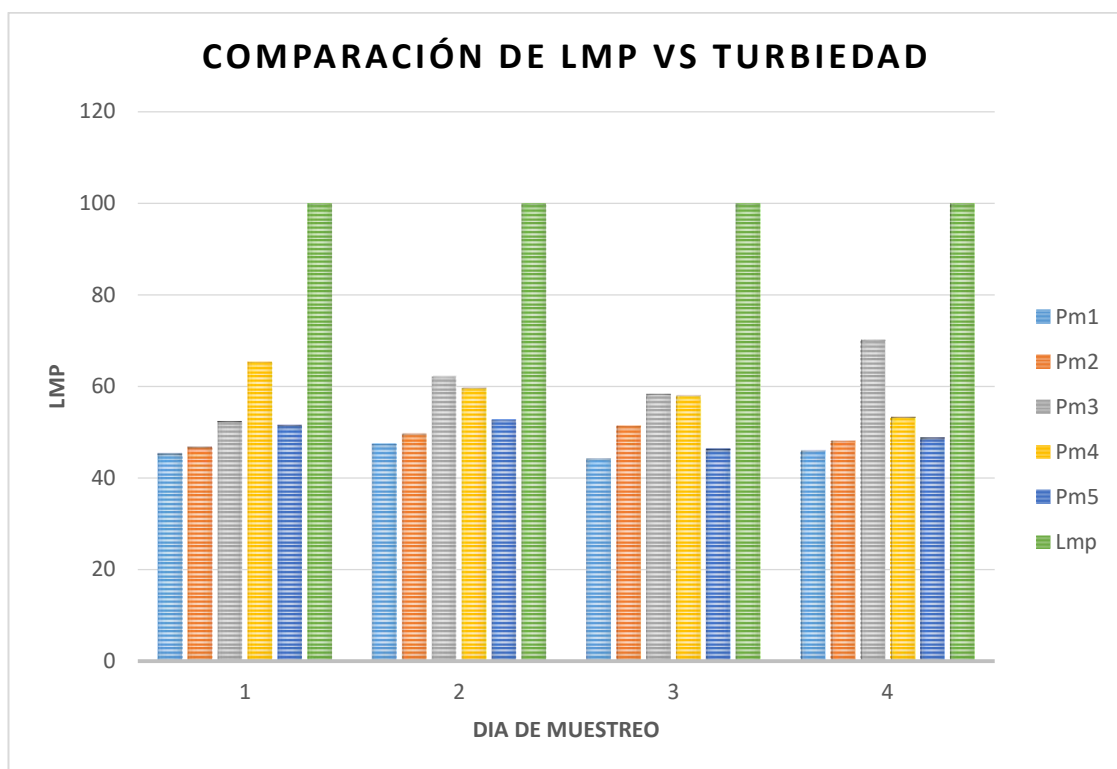


Figura 3. Comparación del límite máximo permisible con los valores de turbiedad. Elaboración propia.

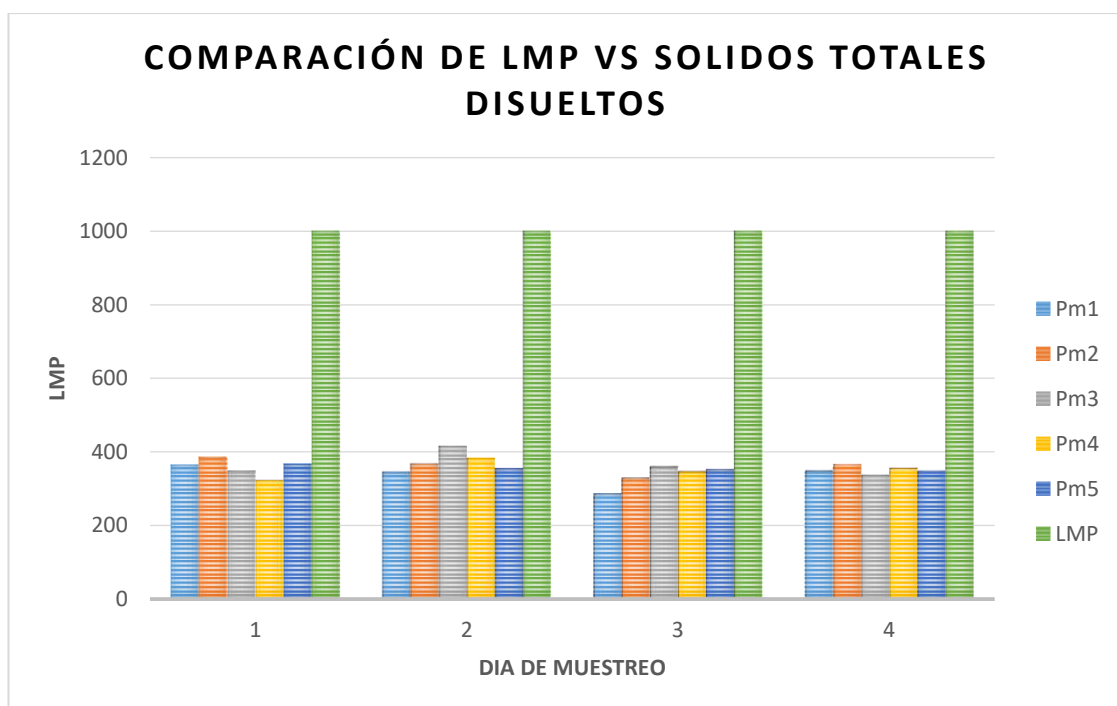


Figura 4. Comparación del límite máximo permisible con los valores de solidos totales disueltos. Elaboración propia.

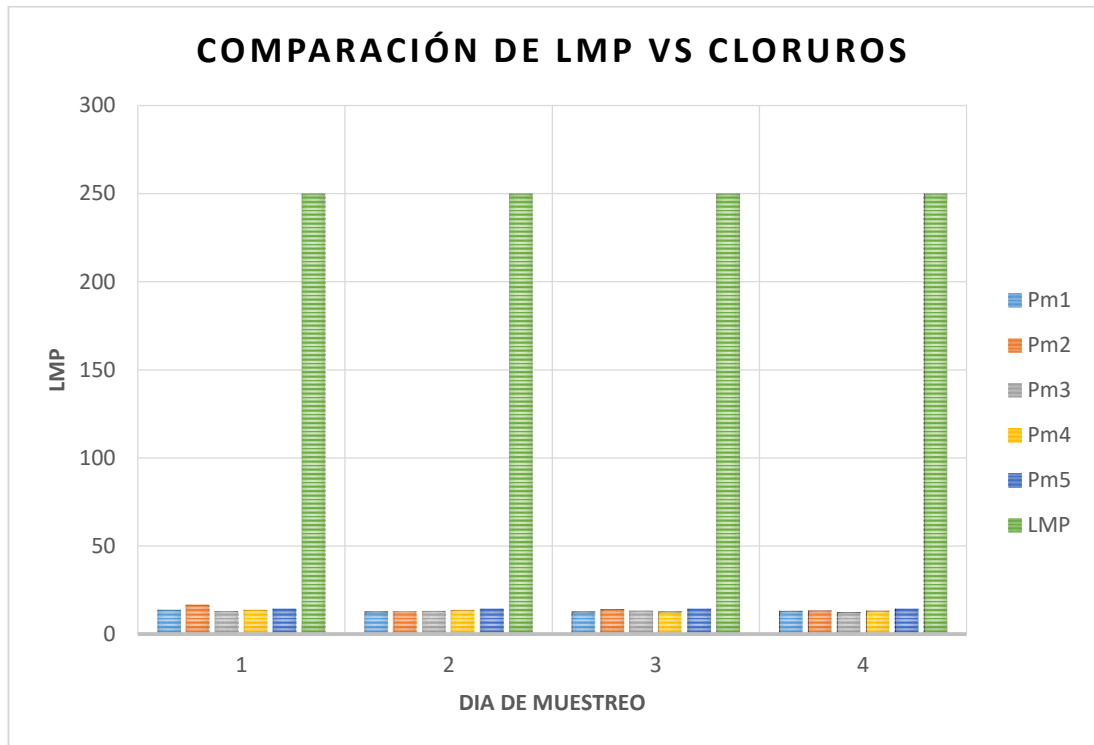


Figura 5. Comparación del límite máximo permisible con los valores de cloruros.
Elaboración propia.

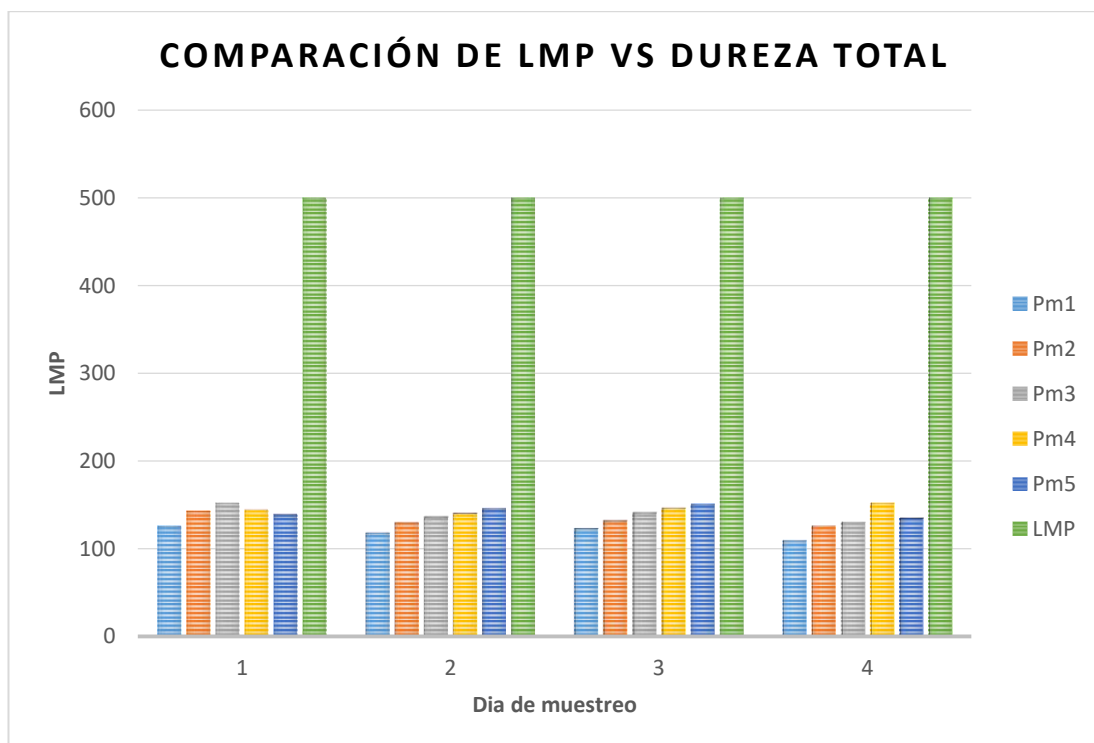


Figura 6. Comparación del límite máximo permisible con los valores de dureza total.
Elaboración propia.

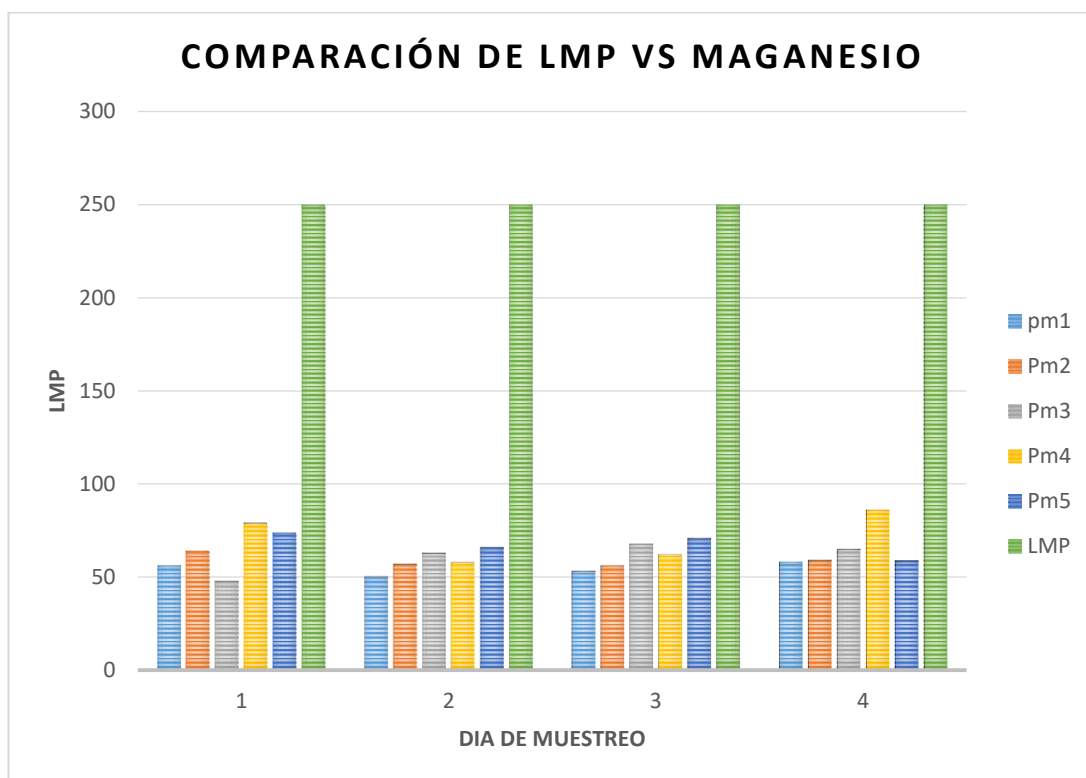


Figura 7. Comparación del límite máximo permisible con los valores de magnesio.
Elaboración propia.

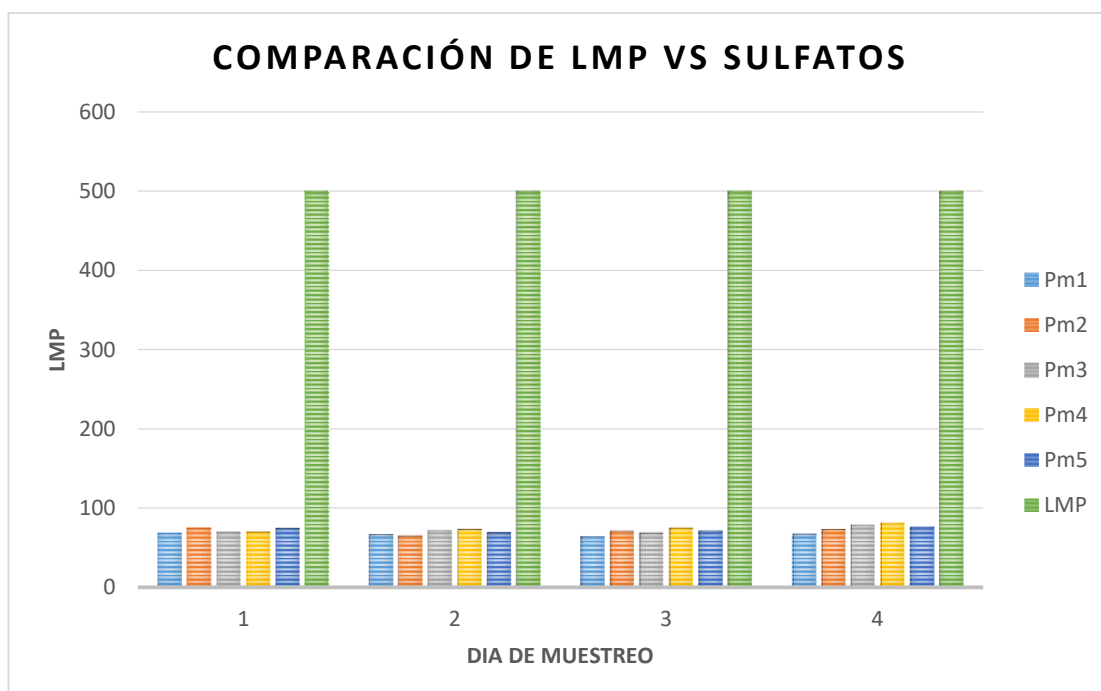


Figura 8. Comparación del límite máximo permisible con los valores de sulfatos.
Elaboración propia.

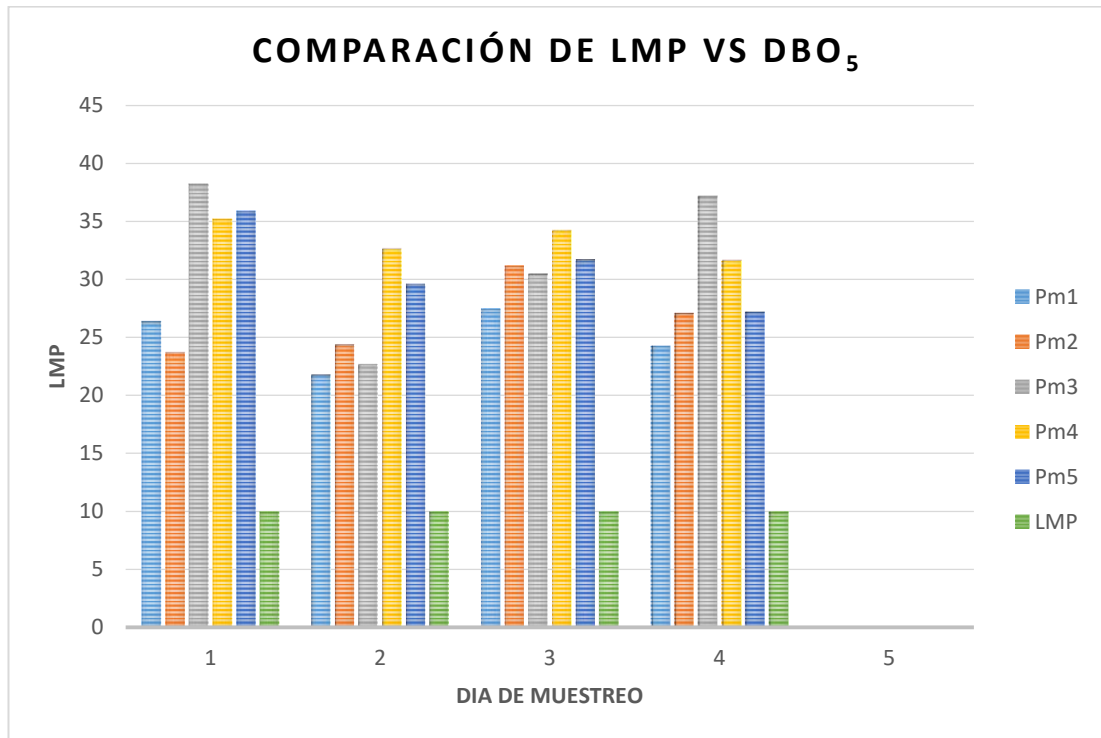


Figura 9. Comparación del límite máximo permisible con los valores de D.B.O₅.
Elaboración propia.

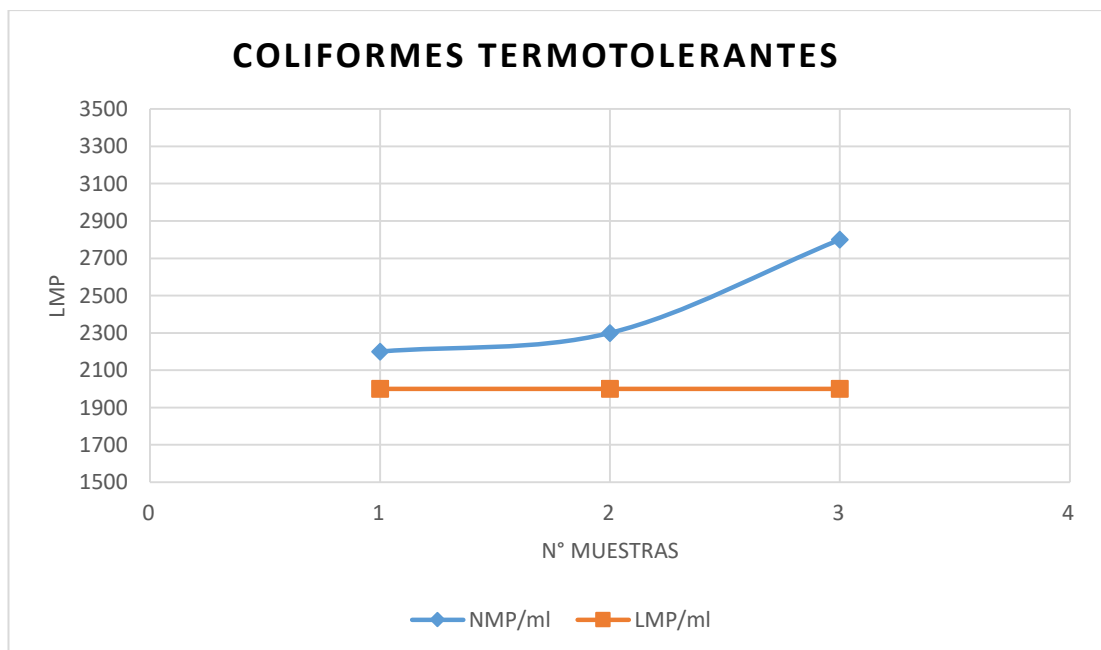


Grafico 1. Coliformes termotolerantes en el agua del rio Amojú. Elaboración propia.

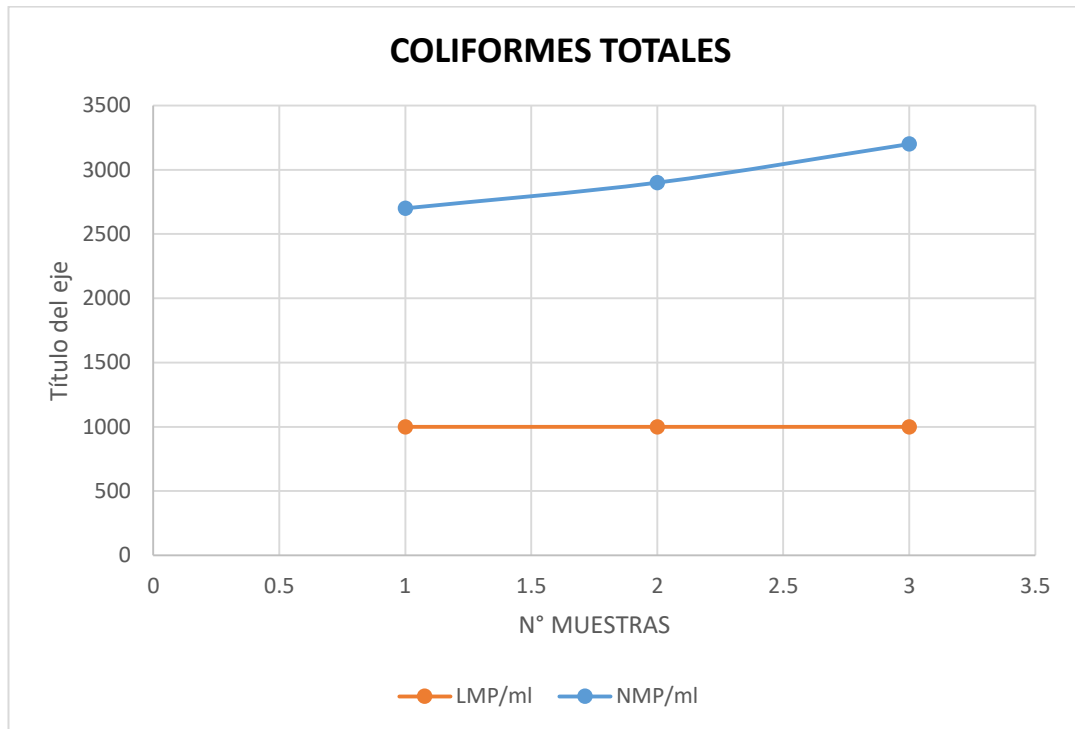


Grafico 2. Coliformes totales en el agua del río Amojú. Elaboración propia.

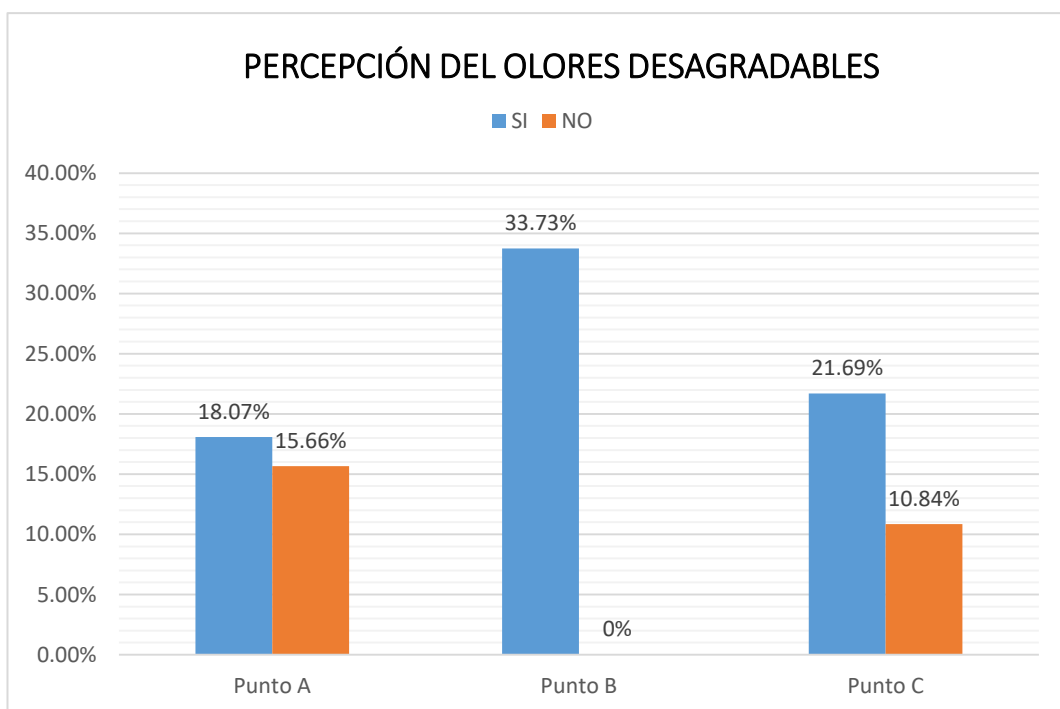


Figura 10. Percepción de olores de los pobladores a riberas del río Amojú en el Distrito de Jaén. Elaboración propia.

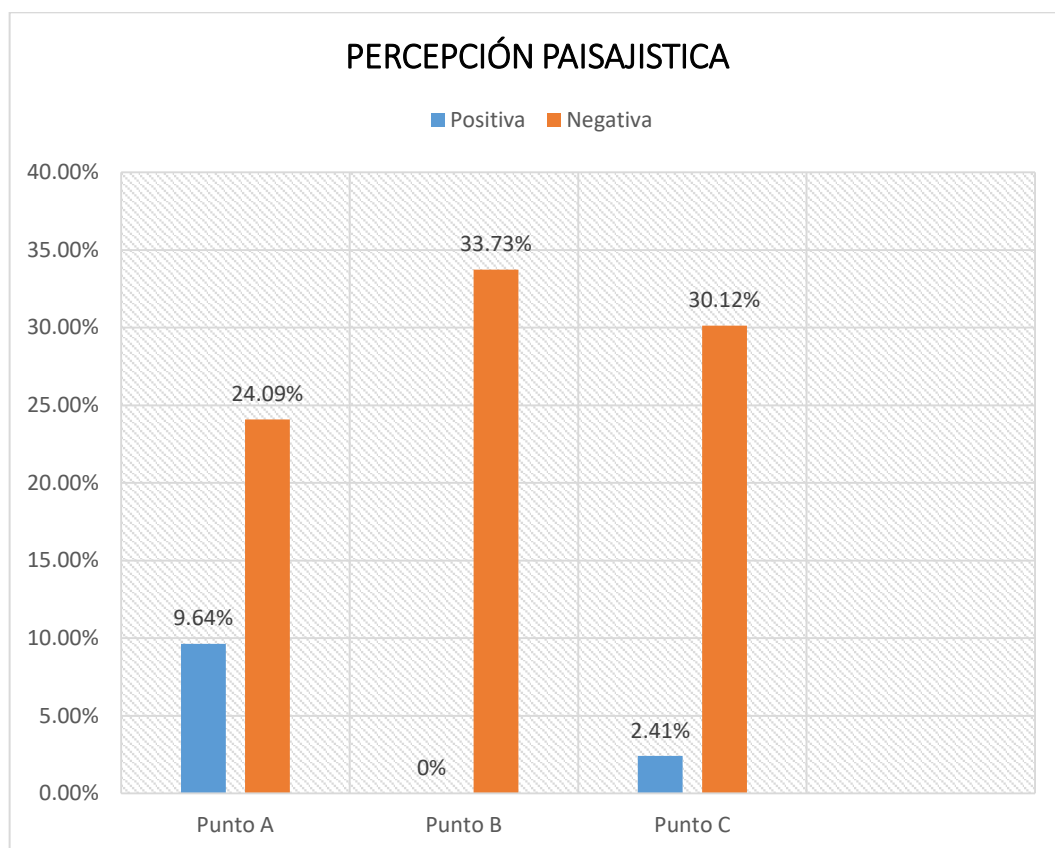


Figura 11. Percepción paisajística del río Amojú del Distrito de Jaén. Elaboración propia.

3.14. IMFLUENCIA MEDIO AMBIENTAL

Para poder analizar la influencia medio ambiental que ocasiona la contaminación del río Amojú sobre la vida cotidiana de su población hemos dividido en criterios de evolución como magnitudes de intensidad, duración, riesgo y reversibilidad para poder valorarlas ya sea positivo o negativo según el impacto para después hacer una sumatoria generar y averiguar la severidad de la contaminación.

TABLA 30

Criterio de evaluación para Leopold

Criterio de evaluación	Nivel de incidencia potencial	Valor de ponderación	
		IMPACTO POSITIVO	IMPACTO NEGATIVO
Tipo de impacto	Positivo/negativo	P	N
MAGNITUD INTENSIDAD(I)	BAJA	1	1
	MODERADA	2	2
	ALTA	3	3
DURACIÓN (D)	PERIODICA	1	1
	TEMPORAL	2	2
	PERMANENTE	3	3
RIESGO (R)	BAJO	1	1
	MEDIO	2	2
	ALTO	3	3
REVERSIBILIDAD (r)	RECUPERABLE	1	1
	POCO RECUPERABLE	2	2
	IRRECUPERABLE	3	3

Nota. Elaboración propia.

Los colores nos indican la severidad de 4 a 5 es una severidad de impacto leve, el color amarillo que corresponde de 6 a 7 es una severidad de impacto moderado, el color mostaza nos indica una severidad de impacto severo y va de 8 a 10, y el color rojo que va de 11 a 12 nos indica una severidad de impacto crítico.

TABLA 31

Rangos de severidad e impactos

ESCALA DE VALORES ESTIMADOS	Severidad de impacto
4-5	Leve
6-7	Moderado
8-10	Severo
11-12	Critico

Nota. Elaboración propia.

Para que se dé un mayor entendimiento hemos hecho una **TABLA 33** resumen en donde podemos apreciar cómodamente los valores arrojados según criterio propio los valores de la matriz de Leopold el cual refleja a simple vista un descuido total de la población por el recurso hídrico, importante para la vida.

TABLA 32

Tratamiento de los valores asignados para cada parámetro y acción

categoría	Componente	ACCIÓN PARÁMETRO	GANADERÍA Y PASTOREO					AGRICULTURA					TURISMO					DISPOSICION DE AGUAS SERVIDAS SIN TRATAMIENTO					LAVADO DE VEHICULOS					LAVADO DE ROPA					DESECHOS ORGANICOS Y RESIDUOS SOLIDOS				
			I	D	R	r	Σ	I	D	R	r	Σ	I	D	R	r	Σ	I	D	R	r	Σ	I	D	R	r	Σ	I	D	R	r	Σ	I	D	R	r	Σ
físico	Aire	CALIDAD DE AIRE: (Olores desagradables)	1	2	1	1	-5	3	3	3	2	-11						3	3	3	2	-11										3	3	3	2	-11	
	Suelo	CALIDAD DE SUELO: (Residuos sólidos)	1	1	1	1	-4	3	3	3	2	-11	2	2	2	1	-7	3	3	3	3	-12	3	2	2	2	-9	2	2	2	2	-8	3	3	2	2	-10
	Agua	CALIDAD FISICA	2	2	2	1	-7	3	3	3	2	-11	2	2	3	1	-8	3	3	3	3	-12	3	3	3	3	-12	3	3	3	2	-11	3	3	3	3	-12
		CALIDAD QUIMICA	2	1	3	1	-7	3	3	3	2	-11	2	2	2	1	-7	3	3	3	3	-12	3	3	3	3	-12	3	3	3	2	-11	3	3	3	3	-12
		CALIDAD MICROBIOLOGICA	3	2	3	1	-9	2	2	2	2	-8						3	3	3	3	-12						2	3	3	2	-10	3	3	3	3	-12
biológico	Flora	CULTIVOS	2	1	1	1	-5										3	3	3	3	-12	3	3	2	3	-11	3	3	3	2	-11	3	3	3	3	-12	
	Fauna	GANADO						2	2	2	1	-7						3	3	3	1	-10	2	2	2	1	-7	2	2	1	1	-6	3	3	3	3	-12
		AVES																2	2	1	1	-6										2	2	1	2	-7	
Socio económico	Humano	SALUD	2	2	3	1	-8	3	3	3	2	-11						3	3	3	3	-12	3	3	3	2	-11	3	3	3	2	-11	3	3	3	3	-12
	Medio referenci	PAISAJE	2	2	3	1	-8	2	3	1	1	-7	2	2	2	1	-8	3	3	3	3	-12	3	3	3	3	-12	3	3	3	2	-11	3	3	3	2	-11

Nota. Elaboración propia.

TABLA 33

Resumen de tratamiento de los valores asignados para cada parámetro y acción

categoría	Componente ambiental	ACCIÓN PARÁMETRO	GANADERIA Y PASTOREO					AGRICULTURA					TURISMO					DISPOSICION DE AGUAS SERVIDAS SIN TRATAMIENTO					LAVADO DE VEHICULOS					LAVADO DE ROPA					RESIDUOS SOLIDOS					SUMATORIA
			I	D	R	r	Σ	I	D	R	r	Σ	I	D	R	r	Σ	I	D	R	r	Σ	I	D	R	r	Σ	I	D	R	r	Σ	I	D	R	r	Σ	
físico	Aire	CALIDAD DE AIRE: (Olores desagradables)	-5					-11										-11															-11					-38 (7.1%)
	Suelo	CALIDAD DE SUELO: (Residuos sólidos)	-4					-11					-7					-12					-9					-8					-10					-61 (11.4%)
	Agua	CALIDAD FISICA	-7					-11					-8					-12					-12					-11					-12					-73 (13.7%)
		CALIDAD QUIMICA	-7					-11					-7					-12					-12					-11					-12					-72 (13.5%)
		CALIDAD MICROBIOLOGICA	-9					-8										-12										-10					-12					-51 (9.6%)
biológico	Flora	CULTIVOS	-5															-12					-11					-11					-12					-51 (9.6%)
	Fauna	GANADO						-7										-10					-7					-6					-12					-42 (7.9%)
		AVES																-6															-7					-13 (2.4%)
Socio	Humano	SALUD	-8					-11										-12					-11					-11					-12					-65 (12.2%)
	Medio referencial	PAISAJE	-8					-7					-7					-12					-12					-11					-11					-68 (12.7%)
		SUMATORIA	-53 (9.9%)					-77 (14.4%)					-29 (5.4%)					-111 (20.8%)					-74(13.9%)					79 (14.8%)					-111 (20.8%)					-534 (100%)

Nota. Elaboración propia.

En el cuadro anterior podemos apreciar 2 actividades de la población que influyen negativamente que es la disposición de aguas servidas sin tratamiento con 20,8%, y residuos sólidos con 20,8%, por tanto hay influencia de las actividades humanas que perjudican la calidad del agua del río Amojú del Distrito Jaén Cajamarca por lo cual se decidió 2 propuestas de mitigación que es una planta de agua residual y un relleno sanitario para poder controlar la contaminación sobre el río Amojú.

Por lo anterior se puede observar dos parámetros más afectados, como son la calidad física del agua con un 13.7% y la calidad química del agua con 13.5%.

3.15. PROPUESTA DE MITIGACION.

3.15.1. OBJETIVO GENERAL

Proponer acciones para disminuir adecuadamente la contaminación del río Amojú, provenientes de las actividades humanas de quienes habitan en la ciudad de Jaén, especialmente en la rivera del río Amojú, para evitar así la contaminación del río y el deterioro del paisaje.

3.15.2. ACTIVIDADES DE LA POBLACIÓN

Fundamentalmente, el agua se contamina por actividad humana, ya que la población va aumentando cada año, necesitando más agua, más comida, más transporte, más vestimenta, más recursos y más espacio en el que vivir.

Por todo ello, se produce la contaminación por desechos domésticos, insecticidas, pesticidas; la descarga de desechos químicos, lavado de vehículos, etc.

Los pobladores de Jaén al arrojar sus desechos sólidos como bolsas botellas descartables y de vidrio así como materia orgánica en descomposición, animales muertos, etc. Por ello vamos a indicar los más comunes.

- Se ha visto a los pobladores lavando sus vehículos en el río Amojú contaminando así de grasas, aceites, petróleo, etc.
- Se encuentra gente lavando su ropa contaminando así con detergentes, y desperdicios sólidos.
- Se encuentra gente lavando carnes y vegetales que son destinados después a los mercados.
- Se ve que los desagües de muchas casas a lo largo del río Amojú desembocan en el cauce del río contaminándolo.
- Hay puntos en donde la gente bota basura sin presagiar el daño causado al ambiente.

3.15.3. DESCONTAMINACION DE LAS AGUAS

La descontaminación se hace referencia a una planta de tratamiento de aguas residuales que se va ubicar al final del Distrito de Jaén a unos 7 km de distancia en el sector llamado linderos fuera del Distrito. Para esta planta se debe hacer un proyecto de alcantarillado que recolecta las aguas servidas de la población de Jaén de las alcantarillas que desembocan en el río Amojú y otras fuentes naturales de aguas.

4. DISEÑO DE LA PLANTA DE AGUA RESIDUAL

4.1.1. CALCULO DEL CAUDAL A TRATAR.

El caudal que se va a tratar se calcula a través del gasto de agua por persona. Se tiene una población en Jaén según el último censo del INEI 2015 que es de 79883 habitantes con gasto por persona igual a 300 L/hab*día.

4.1.2. CAUDAL MEDIO (Qm)

$$Qm = \frac{p \times d}{24000}$$

Donde:

p: población

d: dotación

$$Qm = 998.5 \frac{m^3}{h}$$

4.1.3. CAUDAL DIARIO (Qd)

$$Qd = 998.5 * \frac{24 h}{1 día}$$

$$Qd = 23964.9 \frac{m^3}{día}$$

4.1.4. CAUDAL PUNTA (Qp)

$$Qp = Qm * (1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Qm}})$$

$$Qp = 1576.81 \frac{m^3}{h}$$

4.1.5. COEFICIENTE PUNTA

$$Coef.Punta = \frac{Q_p}{Q_m}$$

$$Coef.Punta = 1.58$$

4.1.6. LA CANTIDAD DE SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN (SS)

$$SS = \frac{C * hab}{Q_d}$$

$$SS = \frac{99 * 79883}{23964.9} = 330 \frac{gr}{m^3}$$

4.1.7. VALOR MAXIMO DE ESTE PARAMETRO

$$Valor\ máximo\ SS = SS * Coef.Punta$$

$$Valor\ máximo\ SS = 330 * 1.58 = 521.1 \frac{gr}{m^3}$$

4.1.8. CARGA DIARIA EN (Kg/día)

$$Carga\ diaria\ SS = SS * Q_d$$

$$\begin{aligned} Carga\ diaria\ SS &= 330 \frac{gr}{m^3} * 23964.9 \frac{m^3}{día} * 1000^{-1} \\ &= 7908.4 \frac{kg}{día} \end{aligned}$$

4.2. DESARENADOR

Se proyecta un desarenador aireado para el tratamiento de aguas residuales mixtas. Para determinar el volumen del desarenador hay que tener en cuenta que es preciso vaciar periódicamente el tanque por lo que se incluirá un tanque de reserva.

Los datos que se supondrán para proyectar el proceso de eliminación de arenas están extraídos del libro Metcalf & Eddy,

Ingeniería de aguas residuales, Editorial McGraw-Hill. (Ver Tabla 47 ANEXO 2)

4.2.1. Cálculo del volumen del desarenador

Se proyectarán 3 tanques y el tiempo de retención aproximado será de 4 minutos. Se realizarán los cálculos utilizando el caudal punta.

$$Volumen.Desarenador = \frac{1}{2} * Q * tr$$

$$V.D = \frac{1}{2} * 0.438 * 4 * \frac{60}{3600}$$

$$VD = 52.56 \text{ m}^3$$

4.2.2. Cálculo de las dimensiones de desarenador

Se utiliza una relación anchura profundidad de 1,2:1 y se supone una profundidad de 3 metros.

Entonces:

Profundidad = 3 m.

Ancho = $3 * 1.2 = 3.6$ m.

$$Longitud = \frac{volumen}{ancho * profundidad}$$

$$longitud = \frac{52.56}{3.6 * 3}$$

$$Longitud = 4.87 \text{ m} = 5 \text{ m}$$

4.2.3. Cálculo del suministro de aire necesario

Se supone adecuado un suministro de aire de 0,45 m³/min.m.

$$\text{Suministro.necesario} = \text{longitud} * \text{suministro}$$

$$\text{Suministro.necesario} = 5 * 0.45$$

$$\text{Suministro necesario} = 2.2 \text{ m}^3/\text{min}$$

4.2.4. Cálculo del volumen de arena a tratar

Se estima una cantidad media de arena a extraer y tratar de aproximadamente $50 \text{ cm}^3/\text{m}^3$

$$\text{Volumen.arena} = Q * \text{Cantidad.media}$$

$$\text{Volumen.arena} = 37843.33 * 0.00005$$

$$\text{Volumen de arena a tratar} = 1.89 \text{ m}^3/\text{día.}$$

4.3. DECANTADOR PRIMARIO

Para proyectar el tanque de decantación primaria se tendrá en cuenta el caudal punta. Se utilizarán 3 tanques dispuestos en paralelo. La tabla siguiente muestra algunas recomendaciones para el diseño del tanque. (Ver Tabla 48 ANEXO 2)

4.3.1. Cálculo del volumen del decantador primario

Los tanques se utilizaran como tratamiento previo a las unidades de tratamiento biológico y se proyectarán para un tiempo de retención de una hora. (Ver Tabla 48 ANEXO 2)

$$\text{Volumen.tanque} = \frac{1}{3} * Q * tr$$

$$\text{Volumen.tanque} = \frac{1}{3} * 0.438 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 3600\text{s}$$

$$\text{Volumen del tranque} = 526 \text{ m}^3$$

4.3.2. Cálculo de las dimensiones del tanque

Para determinar las dimensiones del tanque de decantación primaria se utiliza una relación diámetro profundidad de 12:1 y se supone una profundidad de 4 metros.

Profundidad= 4 m.

Diámetro = 48 m.

4.3.3. Cálculo de las dimensiones de la campana central

El tanque consta de dos brazos provistos de rascadores que giran a una velocidad de 0,04 rpm, en la zona central, el agua residual pasa por una campana diseñada para distribuir el flujo uniformemente en todas las direcciones, esta campana central tiene un diámetro que representa el 20% del diámetro total del tanque, con una profundidad de 2,5 m.

Diámetro de la campana= $48 \times 20\% = 9.6$ m

4.3.4. Cálculo del volumen de fango producido

Para estimar el volumen de fango producido por cada 405 m³ de agua residual se tiene en cuenta la carga contaminante de sólidos en suspensión (SS), el tiempo de retención del tanque y el rendimiento de eliminación de sólidos suspendidos, que se supone del 60%.

*Sólidos.secos = (SS) * Volumen.tanque * rendimiento*

$$\text{Sólidos.secos} = 0.33 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 526 \text{m}^3 * 0.6$$

Sólidos secos = 104.7 kg.

Para determinar el volumen de fango se utilizan los datos de la siguiente tabla del libro Metcal & Eddy, Ingeniería de aguas residuales, Editorial McGraw-Hill. (Ver Tabla 49 ANEXO 2)

Se utiliza como valor del peso específico 1,03 porque se tiene en cuenta el exceso de fango activado que se pueda añadir al agua a tratar para su sedimentación y espesado junto con el fango primario y el de AR procedente de redes de alcantarillado unitarias.

Se deberán tomar las medidas oportunas para poder tratar fangos ligeros y floculentos con contenidos de humedad del 98 al 95,5 %, por tanto contendrá un 2% de sólidos secos.

$$\text{Volumen. fango} = \frac{\text{peso. sólidos. secos}}{\text{peso específico} * \text{sólidos}(\%)}$$

$$\text{Volumen fango} = \frac{104.7 \text{ kg}}{1.03 * 2\% * 1000}$$

Volumen del fango= 5.05 m³

4.4. CARGA PARA EL TRATAMIENTO BIOLÓGICO

4.4.1. Carga de DBO₅

La carga de este parámetro es 31.2 g/hab*día esto se sabe por qué el análisis de estas aguas nos arroja que hay 104 mg/l. utilizando esta ecuación.

$$DBO_5 = \frac{C * hab}{Qd}$$

$$DBO_5 = 104 \frac{g}{m^3}$$

4.4.2. El valor máximo de este parámetro

$$Valor.máximo.DBO_5 = DBO_5 * Coef.Punta$$

$$Valor.máximo.DBO_5 = 164.23 \frac{g}{m^3}$$

4.4.3. Por último se calcula la carga diaria expresada en Kg/día

$$Carga.Diaria.DBO_5 = DBO_5 * Qd$$

$$Carga.Diaria.DBO_5 = 2492.35 \frac{kg}{día}$$

4.5. TRATAMIENTO BIOLÓGICO

Se proyecta un sistema de fangos activados de mezcla completa y las instalaciones de decantación secundaria para el tratamiento de un caudal de 0,438 m³/s de agua residual decantada con 104 mg/l de DBO₅ a una temperatura de 20°C. El efluente debe contener menos de 10 mg/l de DBO₅.

1. Los sólidos suspendidos volátiles del afluente al reactor son despreciables.
2. La relación entre sólidos suspendidos volátiles del líquido mezcla (SSVLM) y los sólidos suspendidos del líquido mezcla (SSLM) es de 0,8.
3. La concentración del fango de retorno es de 10000 mg/L de sólidos suspendidos (SS).

4. La concentración de los sólidos suspendidos volátiles del líquido mezcla (SSVLM) es de 3500 mg/l.

$$3500 \frac{mg}{l} = 0,8 \times SSLM$$

$$SSLM = 4375 \frac{mg}{l}$$

5. El tiempo medio de retención celular (tc) es de 10 días.
6. El efluente contendrá 10 mg/l de sólidos biológicos, de los que el 65% son biodegradables
7. $DBO_5 = f \cdot DBO_L$ (siendo $f = 0,68$).
8. El agua residual contiene nitrógeno y fósforo y otros nutrientes a nivel de trazas en cantidades suficientes para el crecimiento biológico.
9. El caudal punta sostenido de un día es 1.58 veces el caudal medio.
Partiendo de la premisa:

DBO_5 del efluente = DBO_5 SS del efluente + DBO_5 soluble del afluente que escapa al tratamiento.

Se determina la DBO_5 de los sólidos suspendidos (SS) del efluente:

4.5.1. DBO_5 de los SS del efluente

Primero se calcula la fracción biodegradable de los sólidos biológicos del efluente:

$e = 10$ mg/l sólidos biodegradables

El porcentaje es el 65% que son biodegradables.

$$\text{Fracción biodegradable SB. efluente} = 10 \frac{mg}{l} \times \frac{65}{100} = 6.5 \frac{mg}{l}$$

En la respiración endógena, si todas las células se oxidan por completo, la DBO última de las células equivale a 1,42 veces el valor

de la concentración de células. Por tanto se tiene la DBO_L de los sólidos biodegradables del efluente.

$$DBO_{L SB. efluente} = 6.5 \frac{mg}{l} \times 1.42 \frac{mg O_2 \text{ consumido}}{mg. célula oxidada} = 9.23 \frac{mg}{l}$$

Partiendo de la igualdad $DBO_5 = 0.68 DBO_L$

$$DBO_5 = 9.23 \frac{mg}{l} \times 0.68 = 6.3 \frac{mg O_2 \text{ consumido}}{l}$$

Se obtiene como resultado de la DBO_5 de los sólidos suspendidos (SS) del efluente $6.3 \text{ mgO}_2\text{consumido /l}$.

4.5.2. MATERIA ORGANICA QUE NO PUEDE SER DEGRADADA, EXPRESADA EN TERMINOS DE DBO_5

El efluente debe contener menos de 10 mg/l de DBO_5 .

$$10 \frac{mg O_2 \text{ consumido}}{l} = 6.3 \frac{mg O_2 \text{ consumido}}{l} + S$$

$$S = 3.7 \frac{mg O_2 \text{ consumido}}{l}$$

Se obtiene como resultado de la DBO_5 soluble del efluente $3.7 \text{ mgO}_2 \text{ consumido/l}$.

4.5.3. EFICIENCIA

La eficiencia basada en la DBO_5 soluble es:

$$E_s = \frac{S_0 - S}{S_0} \times 100$$

$$E_s = \frac{104 \frac{mg}{L} - 3.7 \frac{mg}{L}}{104 \frac{mg}{L}} \times 100$$

$$E_s = 96.4\%$$

La eficiencia conjunta es:

$$E_s = \frac{S_0 - S}{S_0} \times 100$$

$$E_s = \frac{104 \frac{mg}{L} - 10 \frac{mg}{L}}{104 \frac{mg}{L}} \times 100$$

$$E_s = 90\%$$

4.5.4. Volumen del reactor

Para este cálculo se tendrán en cuenta los siguientes datos:

Q: (Qd x coeficiente punta) = 37843.3 m³/día

t_c: 10 días (valor común)

S₀= 104.0 mg/l

S= 3.7 mg/l

Y=0.6 mg SSV/mg DBO₅

K_d= 0.06 día⁻¹ (valor común)

X(SSVLM)= 3500 mg/l

Se utilizarán los datos de la siguiente tabla del libro Metcal & Eddy, Ingeniería de aguas residuales, Ed. McGraw-Hill. (Ver Tabla 50 ANEXO 2)

La siguiente tabla representa los parámetros de diseño del proceso de fangos activados de mezcla completa. (Ver Tabla 51 ANEXO 2)

$$X = \frac{t_c * y * (S_0 - S)}{t_c [1 + k_d * t_c]}$$

Sustituyendo en la ecuación:

$$t_c = \frac{V_r}{Q}$$

Aislado V_r : 4065.849 m³

4.5.5. Fango a purgar diariamente

A continuación se realiza el cálculo del fango a purgar diariamente

$$Y_{obs} = \frac{Y}{1 + K_d * t_r}$$

$T_r = 10$ días

$Y_{obs} = 0.375$

Cálculo de la masa de fango activado volátil purgado.

$$P_x = Y_{obs} * Q * (S_o - S)$$

$P_x = 1423.0$ kg/día

Cálculo de la masa total de fango en base a los sólidos totales en suspensión

$$P_{x(SS)} = \frac{P_x}{0.8}$$

$P_{x(SS)} = 1778.8$ kg/día

Aplicando la siguiente fórmula:

Masa a purgar = incremento SSLM – SS perdidos en el efluente

Masa PUR= 1400.37582 kg/día

4.5.6. Fango a purgar en el reactor:

Para realizar este cálculo se supone que los sólidos volátiles (SSV) del efluente corresponden al 80% de los sólidos suspendidos (SS).

$$t_c = \frac{V_r * X}{[Q_w * X] + [Q_e * X_e]}$$

$$Q_e=Q = 37843.3 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Despejando:

$$Q_w= 320.09 \text{ m}^3/\text{dia}$$

4.5.7. Tiempo de retención hidráulica del reactor

El tiempo de retención hidráulica del reactor se determina con la siguiente ecuación:

$$t_r = \frac{V_r}{Q}$$

$t_r = 2.6 \text{ h}$ que se redondea a 3 h e igual a 0.2975 días .

4.5.8. Relación F/M

La relación F/M se calcula con la siguiente ecuación:

$$F/M = \frac{S_o}{t_r * X}$$

$$F/M = 0.13 \text{ día}^{-1}$$

4.5.9. Carga volumétrica

$$Carga \text{ volumetrica} = \frac{S_o * Q}{V_r}$$

$$Car. \text{ Volum} = 968 \text{ g/m}^3.\text{dia}$$

4.5.10. Relación de recirculación

Mediante un balance de masa en el reactor se puede estimar la relación de recirculación. Para que el resultado sea preciso es necesario tener en cuenta la tasa neta de crecimiento celular en el interior del reactor.

Concentración de sólidos suspendidos volátiles (SSV) en el aireador = 3500 mg/l

Relación entre SSV y SS = 0,80.

Concentración de SSV en la línea de retorno = 8000 mg/l.

$$3500(Q + Q_r) = 8000 * Q_r \rightarrow \frac{Q_r}{Q} = \alpha = 0.78$$

$$Q_r = 29517.80 \text{ m}^3/\text{día} = 0.34 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\alpha = 0.78$$

4.5.11. Demanda de oxígeno

Para este cálculo se utiliza como base la demanda carbonosa última (DBO_L)

$$DBO_5 = f * DBO_L$$

Siendo f= 068

$$Masa \ DBO_L \ Utilizada = \frac{Q(S_o - S)}{f}$$

$$M.DBO_L. utiz = 5580.58 \text{ kg/día}$$

$$\frac{kgO_2}{día} = Masa.DBO_L.utilizada - [1,42 * P_x]$$

$$kg \ O_2 / \text{día} = 3559.9 \text{ kg } O_2 / \text{día}$$

4.5.12. Caudal de aire necesario

Se supone una eficiencia en la transferencia de los equipos de aireación del 8%.

Se adopta un factor de seguridad para el dimensionado de las soplantes igual a 2.

Se supone que el aire contiene un 23,2 de O₂.

Cálculo de la cantidad teórica de aire necesario:

$$\begin{aligned} \text{cantidad teorica} &= 3559,9 \frac{\text{kgO}_2}{\text{dia}} * \frac{100\text{kgAire}}{23.2 \text{ kgO}_2} * \frac{1 \text{ m}^3}{1,210 \text{ kg Aire}} \\ &= 12681.1 \frac{\text{m}^3 \text{Aire}}{\text{dia}} \end{aligned}$$

$$\text{C.T} = 12681.1 \text{ m}^3 \text{aire/día}$$

Cálculo de la cantidad real de aire necesario

$$\begin{aligned} \text{cantidad real} &= \frac{12681.1 \frac{\text{m}^3 \text{Aire}}{\text{dia}}}{0.08} = 158514.3 \frac{\text{m}^3 \text{Aire}}{\text{dia}} * \frac{1 \text{ dia}}{1440 \text{ min}} \\ &= 110.1 \frac{\text{m}^3 \text{Aire}}{\text{min}} \end{aligned}$$

$$\text{C.r} = 158514.287 \text{ m}^3 \text{aire/día} = 110.1 \text{ m}^3 \text{aire/min}$$

Cálculo de la demanda de aire proyectada para la EDAR

En este cálculo se tendrá en cuenta el factor de seguridad igual a 2.

$$\text{cantidad aire proyectada} = 2 * 110.1 \frac{\text{m}^3 \text{Aire}}{\text{min}} = 220.16 \frac{\text{m}^3 \text{Aire}}{\text{min}}$$

$$\text{C.A.P.} = 220.16 \text{ m}^3 \text{aire /min}$$

4.5.13. Relación de recirculación para la concentración de SSLM

Se calcula la relación de recirculación necesaria para mantener la concentración de sólidos suspendidos del líquido mezcla (SSLM) en 4 375 mg/l.

$$Q * X_o + Q_r * X_u = Q + Q_r * 4375 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

Donde:

Q= caudal punta del afluente.

Q_r= caudal de recirculación.

X_o= sólidos suspendidos del afluente.

X_u= sólidos suspendidos del caudal inferior.

Suponiendo que $X_o = 0$ y que $Q_r = \alpha \cdot Q$

$$[\alpha * Q * X_u] - \alpha \left(4375 \frac{mg}{l} \right) * Q = \left(4375 \frac{mg}{l} \right) * Q$$

$$\alpha = \frac{4375 \frac{mg}{l}}{X_u - 4375 \frac{mg}{l}}$$

α : relación de refluo (Q_r/Q)

La siguiente tabla representa las diferentes relaciones de recirculación en función de las diferentes concentraciones del fango del fondo (X_u). (Ver Tabla 52 ANEXO 2)

$\alpha = 1.21$

4.6. TRATAMIENTO Y VERTIDO DE FANGOS

Se realiza un balance de sólidos del proceso:

Caudales de agua residual

Caudal medio diario (Q_d) = 23964.9 m³/día

Caudal punta diario (Q_p) = 37843.33 m³/día

Características del afluente

DBO₅ = 104 mg/l

Sólidos suspendidos = 330 mg/l

Características de los sólidos

Concentración de los fangos primarios: 6%

Concentración del fango activado en exceso: 4%

Sólidos totales en el fango digerido: 5%

Peso específico de los sólidos procedentes del tanque de sedimentación primaria y espesador: 1

Características del efluente

DBO₅ = 10 mg/l

Sólidos suspendidos = 25 mg/l

Cálculo de los valores máxicos diarios

$$DBO_5 = \frac{23964.9 \frac{m^3}{día} * 104 \frac{mg}{l} * 1}{1000} = 2492.35 \frac{kg}{día}$$

$$SS = \frac{23964.9 \frac{m^3}{día} * 330 \frac{mg}{l} * 1}{1000} = 7908.42 \frac{kg}{día}$$

4.6.1. SEDIMENTACIÓN PRIMARIA

Parámetros de funcionamiento

DBO₅ eliminada = 33%

Sólidos suspendidos eliminados = 70%

Cálculos:

DBO₅ eliminada

$$DBO_5 \text{ eliminada} = 2492.35 \frac{kg}{día} * 33\% = 822.5 \frac{kg}{día}$$

DBO₅ al secundario

$$DBO_5 \text{ al secundario} = 2492.35 \frac{kg}{día} - 822.5 \frac{kg}{día} = 1669.9 \frac{kg}{día}$$

SS. Eliminados

$$SS \text{ eliminados} = 7908.42 \frac{kg}{día} * 70\% = 5535.9 \frac{kg}{día}$$

SS. Al secundario

$$SS \text{ al secundario} = 7908.42 \frac{kg}{día} - 5535.9 \frac{kg}{día} = 2372.5 \frac{kg}{día}$$

4.6.2. FRACCIÓN VOLÁTIL DEL FANGO PRIMARIO

Parámetros de funcionamiento

Fracción volátil de sólidos suspendidos del afluente antes del desarenado: 67%

Fracción volátil de los sólidos suspendidos afluentes que entran al proceso secundario: 85%

Cálculos:

Sólidos en suspensión volátiles en afluente

$$SS.V_o.A = 7908.42 \frac{kg}{dia} * 67\% = 5298.06 \frac{kg}{dia}$$

Sólidos volátiles al secundario

$$SS.V_o.Secundario = 2372.5 \frac{kg}{dia} * 85\% = 2016.6 \frac{kg}{dia}$$

SS fango primario

$$SS..Primario = 5298.06 \frac{kg}{dia} - 2372.5 \frac{kg}{dia} = 2926.1 \frac{kg}{dia}$$

Fracción volátil

$$Fraccion\ molar = \frac{2926.1 \frac{kg}{dia}}{5298.06 \frac{kg}{dia}} * 100 = 55.22 \%$$

4.7. PROCESO SECUNDARIO

Parámetros de funcionamiento

Sólidos suspendidos en el líquido mezcla (SSLM): 4375 mg/l

Fracción volátil de sólidos suspendidos del líquido mezcla: 0.8

Yobs: 0.375

$$DBO_5 = \frac{23964.9 \frac{m^3}{dia} * 10 \frac{mg}{l}}{1000} = 239.65 \frac{kg}{dia}$$

$$SS = \frac{23964.9 \frac{m^3}{dia} * 25 \frac{mg}{l}}{1000} = 599.12 \frac{kg}{dia}$$

Se estima la masa de sólidos volátiles producidos en el proceso de fangos activados que deben ser purgados.

Nota: DBO₅ al secundario = 104 mg/l x 0,67 = 69.68 mg/l.

$$P_{x(SSV)} = Y_{obs} * Q * \frac{S_o - S}{1000 \frac{g}{kg}}$$

Calculando:

$$P_{x(SSV)} = 592.5 \frac{kg}{dia}$$

Se estima la masa total de sólidos suspendidos que debe purgarse, suponiendo que la fracción volátil representa el 80% de los sólidos totales.

$$SS = \frac{599.12 \frac{kg}{dia}}{0.8} = 741.2 \frac{kg}{dia}$$

Se estiman las cantidades de fangos purgados enviados al espesador. La purga se realiza desde la recirculación al reactor biológico.

$$SS = 599.12 \frac{kg}{dia} - 741.2 \frac{kg}{dia} = 142.1 \frac{kg}{dia}$$

$$Caudal = 142.1 \frac{kg}{dia} * \left(\frac{1000}{4375} \right) = 32.47 \frac{m^3}{dia}$$

4.7.1. Tanque de decantación secundaria

Para la decantación secundaria se utilizarán tres decantadores circulares dispuestos en paralelo

Cálculo del volumen del decantador primario

Los tanques se utilizarán como tratamiento posterior al tratamiento biológico y se proyectarán para un tiempo de retención de una hora.

$$Volumen. tanque = \frac{1}{3} * Q * t_r$$
$$Volumen. tanque = \frac{1}{3} * 0.438 \frac{m^3}{s} * 3600 = 525.6 m^3$$

Cálculo de las dimensiones del tanque

Para determinar las dimensiones del tanque se utiliza una relación diámetro profundidad de 12:1 y se supone una profundidad de 4 metros.

Diámetro= 48 m

Cálculo de las dimensiones de la campana central

El tanque consta de dos brazos provistos de rascadores que giran a una velocidad de 0,04 r/min, en la zona central, el agua residual pasa por una campana diseñada para distribuir el flujo uniformemente en todas las direcciones, esta campana central tiene un diámetro que representa el 20% del diámetro total del tanque, con una profundidad de 2,5 m.

Diámetro de campana= $48 * (20/100) = 9.6$ m.

4.7.2. Espesadores:

Parámetros de funcionamiento

Concentración del fango espesado: 4%

Recuperación de sólidos supuesta: 90%

Peso específico supuesto del fango de alimentación y espesado: 1

Se determina el caudal de fango espesado:

$$Caudal = \frac{142.1 \frac{kg}{dia} * 0.9 * 1 \frac{m^3}{kg}}{1000 * 0.04} = 3.2 \frac{m^3}{dia}$$

Cálculo del caudal recirculado a cabeza de planta:

$$Caudal\ recirculado = 32.47 \frac{m^3}{dia} - 3.2 \frac{m^3}{dia} = 29.28 \frac{m^3}{dia}$$

Cálculo de los sólidos suspendidos en la alimentación del digestor

$$solidos\ suspendidos = 142.1 \frac{kg}{dia} * 0.9 = 127.86 \frac{kg}{dia}$$

Cálculo de los sólidos suspendidos recirculados a cabeza de planta.

$$solidos\ suspendidos = 142.1 \frac{kg}{dia} - 127.86 \frac{kg}{dia} = 14.21 \frac{kg}{dia}$$

Cálculo de la DBO5 recirculada

$$SS\ en\ canal\ de\ recirculación = \frac{142.1 \frac{kg}{dia} * 1000}{29.28 \frac{m^3}{dia}} = 485.27 \frac{g}{m^3}$$

$$DBO_5\ en\ SS = 485.27 \frac{g}{m^3} * 0.65 * 1.42 * 0.68 = 304.6 \frac{mg}{l}$$

DBO₅ que escapa al tratamiento: 3.7 mg/l.

$$\text{concentración } DBO_5 \text{ total} = 304.6 \frac{mg}{l} + 3.7 \frac{ml}{l} = 308.3 \frac{mg}{l}$$

$$DBO_5 = \left(308.3 \frac{mg}{l} * \frac{1}{1000} \right) * 29.28 \frac{m^3}{dia} = 9 \frac{kg}{dia}$$

4.8. DIGESTIÓN DEL FANGO

Parámetros de funcionamiento:

Tiempo retención (tr): 23 días

Destrucción de sólidos volátiles durante la digestión: 50%

Producción de gas 1,12 m³/kg de sólidos volátiles destruidos

DBO₅ en el sobrenadante del digestor: 5000 mg/l (0.5%).

Sólidos totales en el fango digerido: 5%

Cálculo de los sólidos totales alimentados al digestor y el caudal correspondiente

$$\text{sólidos totales} = 127.86 \frac{kg}{dia} + 5298.6 \frac{kg}{dia} = 5426.5 \frac{kg}{dia}$$

$$\text{caudal total} = \left(5298.6 \frac{\frac{kg}{dia}}{0.06 * 1000} \right) + \left(\frac{127.86 \frac{kg}{dia}}{0.04 * 1000} \right) = 91.5 \frac{m^3}{dia}$$

Cálculo de los sólidos volátiles totales alimentados al digestor

$$\begin{aligned} \text{sólidos totales disueltos} &= (127.86 \frac{kg}{dia} * 0.8) + (5298.6 \frac{kg}{dia} * 0.69) \\ &= 3758.35 \frac{kg}{dia} \end{aligned}$$

$$\% \text{ sólidos volátiles mezcla de fango} = \frac{3758.35 \frac{kg}{dia}}{5426.5 \frac{kg}{dia}} * 100 = 69.3\%$$

Cálculo de los sólidos volátiles destruidos

$$\text{solidos totales disueltos} = 0.5 * 3758.35 \frac{kg}{dia} = 1879.17 \frac{kg}{dia}$$

Cálculo del caudal másico al digestor fango primario al 6% de sólidos

$$\text{caudal masico} = \frac{5298.6 \frac{kg}{dia}}{0.06} = 88310.7 \frac{kg}{dia}$$

Cálculo de la purga de fango activado espesado al 4% de sólidos.

$$\text{caudal masico} = \frac{127.86 \frac{kg}{dia}}{0.04} = 3196.51 \frac{kg}{dia}$$

$$\text{caudal masico total} = 88310.7 \frac{kg}{dia} + 3196.51 \frac{kg}{dia} = 91507.16 \frac{kg}{dia}$$

Cálculo de las cantidades de gas y fangos después de la digestión. Se supone que la masa total de sólidos fijos no varía durante la digestión y que se destruyen el 50% de los sólidos volátiles.

$$\text{Solidos fijos} = \text{solidos totales} - \text{solidos volatiles}$$

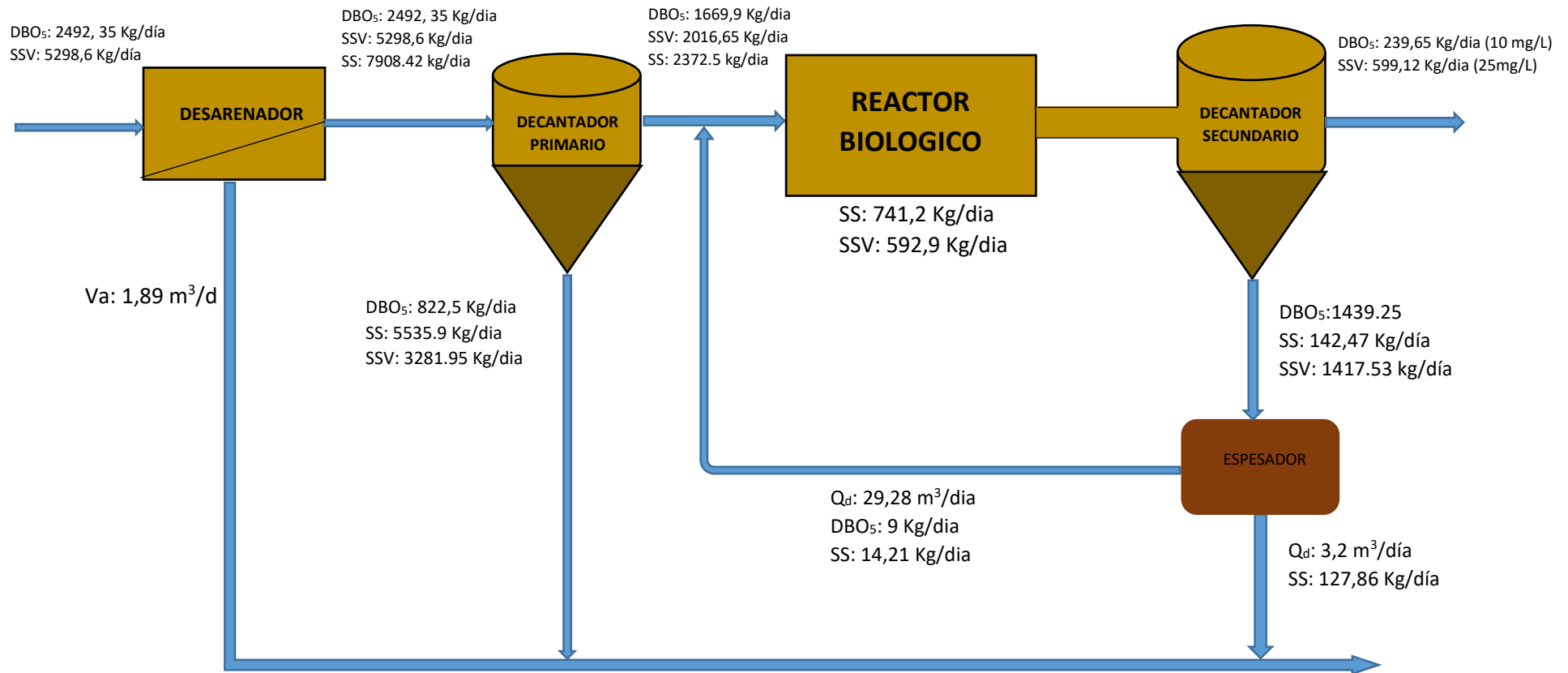
$$\text{solidos fijos} = 5426.5 \frac{kg}{dia} - 3758.35 \frac{kg}{dia} = 1668.15 \frac{kg}{dia}$$

$$\begin{aligned} \text{solidos totales en fango digerido} &= 1668.15 \frac{kg}{dia} + \left(0.5 * 3758.35 \frac{kg}{dia} \right) \\ &= 3547.32 \frac{kg}{dia} \end{aligned}$$

Cálculo de la producción de gas, suponiendo que la densidad del gas de digestión es igual a 0,86 veces la del aire (1,202 kg/m³).

$$\text{Gas} = 1.12 * 0.5 * 3758.35 \frac{kg}{dia} * 1.202 = 2175.6 \frac{kg}{dia}$$

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PTAR



5. PROPUESTA DE GESTION ADECUADA DE LOS RESIDUOS SOLIDOS EN EL DISTRITO DE JAÉN.

En nuestro estudio proponemos la construcción un relleno sanitario para disminuir la contaminación por residuos sólidos del Distrito de Jaén.

6. RELLENO SANITARIO

Con la adecuada gestión de residuos sólidos en el Distrito de Jaén, la cual incluye la construcción de un relleno sanitario, este estaría a cargo de la Municipalidad del Distrito de Jaén, para lo cual se necesita un espacio de 27 hectáreas de terreno que estaría ubicado en el sector denominado San Andrés, a 5 km al noreste del Distrito de Jaén, este relleno sanitario tendría una capacidad de recepción de 80 toneladas diarias aproximadamente, estimándose una duración de 10 años. Cabe señalar que el relleno sanitario consta de 2 chimeneas por trinchera para la emisión del gas metano y salidas para la producción de lixiviados se cuenta con tubos de PVC de 4'' de diámetro con perforaciones de dos a mas líneas de hoyos y una pendiente de 2%

6.1. PARÁMETROS DE DISEÑO

6.1.1. DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DEL RELLENO SANITARIO

La población proyectada según INEI 2016 es de 82379 habitantes y el tipo de diseño de relleno es mecanizado con trincheras.

Generación per cápita:

$$G.P.C = \frac{\text{Generación diaria}}{\# \text{ de habitantes}}$$

$$G.P.C = \frac{52722.56 \frac{kg}{dia}}{82379 hab} = \frac{0.64 \frac{kg}{hab}}{dia}$$

6.1.2. PROYECCIÓN DEL NÚMERO DE HABITANTES

Se ha proyectado el relleno sanitario para 10 años desde el 2016 hasta el 2026. (ver TABLA 53 ANEXO 3)

TABLA 34

Datos INEI 2016

Año	Población
2008	68677
2009	70257
2010	71872
2011	73526
2012	75217
2013	76947
2014	78716
2015	80527
2016	82379

Nota. Recuperado de INEI 2016.

Mediante la ecuación:

$$I = (Pact - Pant)/N$$

$$I = \frac{82379 - 68677}{9} = 1522.4$$

Dónde: N: número de años.

I: Tasa de crecimiento poblacional

POBLACIÓN FINAL PARA DENTRO DE 10 AÑOS

$$PF = PA + NI$$

$$PF = 82379 + (1522.4 * 10) = 97603$$

Entonces la población para el 2026 es de 97603 habitantes que generarán residuos sólidos domiciliarios.

6.1.3. GENERACIÓN DIARIA (RSD es el 70%)

Generación Diaria = Generación Percapita * No de hab.

Generación Diaria = 0.64 kg/hab/día * 83901 hab.

Generación Diaria (2017) = 53696,92 kg/día.

6.1.4. RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES (RSM)

Los residuos sólidos municipales es el 100%.

$$\begin{array}{lcl} \text{RSD} = 70\% & \longrightarrow & 53696,92 \text{ kg/d} = 70\% \\ \text{RSM} = 100\% & & \text{RSM} = 100\% \end{array} \longrightarrow \begin{array}{l} \text{RSM (2017)} = (53696,92 * 100)/70 \\ \text{RSM (2017)} = 76709,89 \text{ kg/día al } 100\% \end{array}$$

Volumen (m³)

Densidad: 500 Kg/m³

$$V = \text{RSM} / \text{densidad} \longrightarrow V = 76709,89 \text{ (kg/d)} / 500 \text{ kg/m}^3 \longrightarrow V = 153,42 \text{ m}^3$$

Volumen (25%)

Este volumen se refiere el porcentaje que no se puede reciclar.

$$V1 = \text{Volumen} \times 0,25 \longrightarrow V1 = 153,42 \text{ m}^3 \times 0,25 \longrightarrow V1 = 38,35 \text{ m}^3$$

6.1.5. VOLUMEN DE CELDAS DIARIAS:

$$\text{Volumen de celdas diarias} = V + V1 \longrightarrow \text{Volumen de celdas diarias} = 153,42 \text{ (m}^3\text{)} + 38,35 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\text{Volumen de celdas diarias} = 191,77 \text{ m}^3$$

TABLA 35*Volumen de celdas diarias de cada año*

AÑO	No. DE HABITANTES	GENERACION Kg/hab/dia	GENERACION DIARIA RSD (70%) – kg/dia	RSM (100%)- kg/dia	VOLUMEN m³	VOLUMEN (25%) – kg/dia	VOLUMEN CELDAS DIARIAS m³
2017	83901	0.64	53696.92	76709.89	153.42	38.35	191.77
2018	85423	0.64	54671.29	78101.84	156.20	39.05	195.25
2019	86946	0.65	56515.12	80735.88	161.47	40.37	201.84
2020	88468	0.65	57504.71	82149.58	164.30	41.07	205.37
2021	89991	0.66	59394.21	84848.87	169.70	42.42	212.12
2022	91513	0.67	61314.16	87591.65	175.18	43.80	218.98
2023	93036	0.67	62334.19	89048.85	178.10	44.52	222.62
2024	94558	0.68	64299.82	91856.88	183.71	45.93	229.64
2025	96081	0.68	65335.08	93335.83	186.67	46.67	233.34
2026	97603	0.69	67346.38	96209.11	192.42	48.10	240.52

Nota. Elaboración propia.

6.1.6. ALTURA, ANCHO Y LONGITUD DE UNA CELDA:Datos $T_{\text{descarga}} = 6 \text{ min}$ $N = 5 \text{ camiones}$ $x = 3 \text{ m}$

Profundidad (W)= 5 m

Ancho: $a = 0.0333 \cdot N \cdot T \cdot X$ $a = 2.997 \text{ m} = 3 \text{ m}$ Longitud: $L = V / (W \cdot \text{altura})$ $L = (\text{volumen celdas diarias}) / (5 \cdot 3)$ $L = 191.77 / (15)$ $L = 12.78 \text{ m}$

6.1.7. VOLUMEN ANUAL:

Volumen anual = Volumen de celdas diarias / 365días

Volumen anual = $191,77 \text{ m}^3 \cdot 365\text{días}$

Volumen anual del 2017 = $69997.78 \text{ m}^3/\text{año}$

6.1.8. VOLUMEN ACUMULADO:

V acumulado del 2018 = V anual del 2017+V anual del 2018

V acumulado del 2018 = $69997.78 \text{ (m}^3/\text{año)} + 71267,9378 \text{ (m}^3/\text{año)}$

V acumulado del 2018 = $141265,71 \text{ m}^3/\text{año}$

6.1.9. VOLUMEN DE RECUBRIMIENTO (Vrc):

El material que se va a cubrir la materia orgánica en la celda es de un 30 %.

$Vrc = \text{vol anual} + 30\% \longrightarrow Vrc = 69997.78 \text{ (m}^3/\text{año)} + (0.3 \cdot 6999,78) \text{ (m}^3/\text{dia)} \longrightarrow Vrc = 90997.11 \text{ m}^3/\text{dia}$

6.1.10. AREA 1

Calcularemos cada uno en metros cuadrados teniendo una altura de 5 m

$A1 = Vrc/\text{altura} \longrightarrow A1 = 90997.11 \text{ m}^3/5\text{m} \longrightarrow A1 = 18199.4 \text{ m}^2$

6.1.11. AREA TOTAL

Para calcular el área total se le suma el 30% para las entradas vehiculares, acceso al paso, etc.

$$At = A1 + 30\% \longrightarrow At = 18199,4 \text{ m}^2 + (0.3 \cdot 18199.4) \text{ m}^2 \longrightarrow At = 23659.25 \text{ m}^2$$

Se ha estimado desde el año 2017 hasta el año 2026 que nos resulta un área total de 265426,97 m², lo cual se ha convertido en 26,54 hectáreas.

TABLA 36

Espacio requerido para el relleno sanitario de la ciudad de Jaén hasta el año 2026

AÑO	VOLUMEN CELDAS DIARIAS m ³	a	W	L	Volumen Anual m ³ /año	VOLUMEN Acumulado	Vrc m ³	A1 m2	At+30%
2017	191.77	3	5	12.78	69997.78	69997.78	90997.11	18199.4	23659.25
2018	195.25	3	5	13.02	71267.93	141265.71	92648.31	18529.7	24088.56
2019	201.84	3	5	13.46	73671.49	214937.20	95772.94	19154.6	24900.96
2020	205.37	3	5	13.69	74961.49	289898.69	97449.94	19490.0	25336.98
2021	212.12	3	5	14.14	77424.59	367323.28	100651.97	20130.4	26169.51
2022	218.98	3	5	14.60	79927.38	447250.66	103905.60	20781.1	27015.46
2023	222.62	3	5	14.84	81257.07	528507.74	105634.20	21126.8	27464.89
2024	229.64	3	5	15.31	83819.41	612327.14	108965.23	21793.0	28330.96
2025	233.34	3	5	15.56	85168.94	697496.09	110719.63	22143.9	28787.10
2026	240.52	3	5	16.03	87790.81	785286.90	114128.06	22825.6	29673.29
TOTAL									265426,97

Nota. Elaboración propia.

6.1.12. Cálculo del volumen de lixiviados

La tubería de drenaje será de piedra bolón de río de elevada permeabilidad y alta conductividad hidráulica como mínimo de $1.0 \cdot 10^{-3}$ cm/s con un espesor de 50 cm.

Para la recolección de lixiviado en la base del canal se utilizará un tubo PVC Ø 4" SDR 41 con perforaciones de dos o más líneas de hoyos. El tubo perforado se distancia de la capa de drenaje lateral por otra capa de grava de 20 cm y otra arreglada encima de su cédula superior. Con una pendiente del 2,0 % habilitará al tubo a conducir los lixiviados hasta la salida del relleno y/o al inicio del canal principal.

6.1.13. Método simplificado para estimación de líquidos percolados

Este método se basa en una relación empírica que establece que el líquido percolado es una función directa de la compactación de la basura en el suelo. La pluviosidad de la zona se encuentra entre 1200 y 1400 mm

$$Q = K \cdot p \cdot A$$

p = Precipitación media anual.

A = Área del terreno

K = Coeficiente que depende del grado de compactación

Q = Caudal de lixiviados producidos

TABLA 37

Valores que toman el coeficiente "K" según grado de compactación.

Grado de compactación	Valores de K
Mayor a 0.7 kg/m^2	15 – 25%
$0.7 - 0.4 \text{ kg/m}^2$	25- 50 %

Nota. Recuperado de <http://repositorio.uca.edu.ni/id/eprint/517>.

$A = 265426.97 \text{ m}^2$ (solo área efectiva del relleno correspondiente a 10 Años considerando la opción de confinar 100%).

$$P = 1,200 \text{ mm} = 1.2 \text{ m}$$

$$K = 40\%$$

$$Q = \frac{1.2 \frac{\text{m}}{\text{año}} * 0.25 * 265426.97 \text{m}^2}{365 \text{ día/año}} = 220.7 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

Para un año promedio: $Q/2$ entonces $Q = 110.35 \text{ m}^3/\text{día}$.

7. MEJORA DE LA CALIDAD AMBIENTAL Y PAISAJISTICA DE LA CIUDAD DE JAEN

Elaboración de un programa de arborización a mediano plazo en los márgenes del rio Amojú con el fin de convertirlos en corredores ecológicos. Labor que compete al alcalde del Distrito de Jaén.

CAPITULO IV

IV. DISCUSIÓN

4.1. IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES DE LA POBLACIÓN Y PARÁMETROS FISICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO.

La influencia ambiental cualitativa que se presentan en la matriz de Leopold (Tabla 33), mediante el cual se determinó la influencia de las actividades humanas en la calidad del agua del río Amojú en la ciudad de Jaén.

- El vertido de agua residual doméstica sin tratamiento, por parte de pobladores del Distrito de Jaén-Cajamarca que no cuentan con servicios básicos y que generan influencia negativa en la calidad fisicoquímico y microbiológico del agua, generando riesgos para la salud de la población al ser utilizada como agua de recreación y para riego de cultivo, lo cual se ha hecho análisis coliformes termo tolerantes, coliformes totales que nos ha dado un resultado promedio de 2433 NMP/ml y 2933 NMP/ml, estos datos nos da a conocer que están fuera del rango establecido en el DS N°015-2015-MINAM debemos tener en cuenta que aparece también levaduras contaminantes y/o patógenas del genero Candida sp , mohos contaminantes y/o patógenos del genero chladosporium sp, que causan enfermedades a los pobladores del Distrito de Jaén.

Según la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo- Lambayeque (2015) se realizó un estudio de análisis fisicoquímico y microbiológica de las aguas residuales domesticas de la ciudad de chota, por medio de la prueba de DBCA los resultados de los coliformes termo tolerantes, coliformes totales se rechaza con un 95 % de confianza, por ello el promedio de estos parámetros de las aguas residuales domesticas de la ciudad de chota son diferentes en cualquier punto de muestreo; por lo tanto el efecto

de estas aguas será diferente donde beban los animales para consumo humano y también cuando se utilice para regadío de vegetales.

- Lavado de vehículos, al quitarles la suciedad y emplear los detergentes, las aguas de las acequias se convierten en aguas residuales que contienen aceites lubricantes, material particulado, microorganismos, por lo cual realizamos el análisis de grasas y aceites del río Amojú del Distrito de Jaén – Cajamarca y nos arrojó un promedio de 9.17 mg/l, este dato nos da a conocer que están fuera del rango establecido en el DS N°015-2015-MINAM.

Según la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana- Loreto (2016), este parámetro de grasas y aceites, es fundamental en el control de cualquier cuerpo de agua, sea este de origen andino o de origen amazónico dañando sus características y reduciendo la vida de las especies acuáticas, por lo cual realizaron análisis de grasas y aceites determinados en el río Mazan, cuyo promedio es de 1,29 mg/l y Los valores permisibles y aceptados en cuerpos de aguas superficiales: ríos, lagos, quebradas, etc., están entre 0,2 mg/l a 1,50 mg/l.

- Los desechos orgánicos y residuos sólidos, se acumulan en la trayectoria del río Amojú aledañas al Distrito de Jaén- Cajamarca, constituye un potencial foco de contaminación con el riesgo a la salud de la población y a la calidad del agua lo cual se realizó el análisis fisicoquímico, el parámetro DBO₅ nos arrojó un resultado de 21.8 a 35.3 mg/l, estos datos nos da a conocer que están fuera del rango establecido en el DS N°015-2015-MINAM.

Según el estudio realizado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva –Tingo María (2014) del río Negro Provincia de Padre Abad, Aguaytía, los valores de DBO₅ varían en promedio entre 4,86 mg/l y 11.443 mg/l. Ambas concentraciones son mayores al estándar de comparación, ECAs categoría I, que exige tener una concentración no mayor de 3 mg/l; ECAs categoría III con valores menores a 15 mg/l; categoría IV con valores menores a 10 mg/l. Todos los valores promedio utilizados en la comparación son mayores a los estándares, por lo que se puede afirmar que hay presencia de contaminación en este cuerpo de agua.

4.2. SALUD PÚBLICA

La salud pública es la disciplina encargada de la protección, acomodación y sustentación filosófica y mejora de la salud de la población humana y tiene como objetivo mejorar la salud, así como el control y la erradicación de las enfermedades.

En las aguas del río Amojú aledañas al Distrito de Jaén-Cajamarca nos arrojó como resultado bacterias coliformes termotolerantes (2433.33 NMP/100 ml) que están fuera del DS N°015-2015-MINAM, en este resultado debemos tener en cuenta que aparece también levaduras contaminantes y/o patógenas del género *Candida* sp, mohos contaminantes y/o patógenos del género *chladosporium* sp que causan enfermedades mortales a los pobladores del Distrito de Jaén.

Según el Organismo Mundial de la Salud (OMS). El agua contaminada y el saneamiento deficiente están relacionados con la transmisión de enfermedades como el cólera, otras diarreas,

la disentería, la hepatitis A, la fiebre tifoidea y la poliomielitis. Los servicios de agua y saneamiento inexistentes, insuficientes o gestionados de forma inapropiada exponen a la población a riesgos prevenibles para su salud.

4.3. CULTIVOS

Cuando el agua está contaminada tiene bacterias, al regar las plantas con esa agua contaminada, las plantas absorben no solo el agua si no también algunas bacterias para alimentarse, estas impiden que las plantas puedan desarrollarse normalmente y sufran daños que pueden variar desde una reducción en la velocidad de crecimiento hasta su muerte por completo.

Tanto en las aguas del río Amojú aledañas al Distrito de Jaén como en otros ríos del Perú las municipalidades descargan sus aguas negras a efluentes naturales tal como nos lo dice el diario la república (Luz Vega Nieto). En su Edición Impresa del 12 de Diciembre de 2013 “A la cuenca del río Locumba se vierten aguas residuales de Ilabaya, Locumba y Candarave. Todo se solucionaría si las municipalidades trataran las aguas negras, pero hay un mal manejo de los pozos sépticos”.

Por su parte el ANA comenta que el riesgo es alto por lo que existen restricciones para el riego de vegetales y el consumo de animales. Indicó que los límites son de 200 mg por 100 mililitros de agua, sin embargo el promedio que se tiene es de 13 mil 777 mg.

4.4. PAISAJE

En las aguas del río Amojú aledañas al Distrito de Jaén Cajamarca se visualiza gran acumulación de residuos sólidos

(basura) en el interior y exterior que da un mal aspecto estético a la ciudad por la aparición de moscas, cucarachas y roedores.

De acuerdo a ley General del Ambiente N° 28611 en su artículo I del derecho y deber fundamental dice que toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país.

De acuerdo a esta ley la población del Distrito de Jaén tiene el deber de cuidar sus aguas del río Amojú ya que asegura el futuro de sus hijos y de la población en sí.

4.5. GANADO

El agua supone del 50 al 80% del peso del animal y está involucrada en todos los procesos fisiológicos. El consumo de alimento es directamente proporcional al consumo de agua, pero hay muchos factores que afectan a este consumo. También existen muchos compuestos en las aguas superficiales y en los pozos que pueden afectar los rendimientos y la salud del ganado.

Según el artículo publicado en la revista Agriculture and Agri-Food Canada en agosto del 2009. El agua contaminada puede diseminar una determinada enfermedad de forma muy rápida en

el rebaño. Las recomendaciones básicas para los máximos niveles de coliformes varían desde 10 (para terneros) a 5000 (para adultos) UFC por 100 ml.

Las muestras tomadas directamente del agua estancada en pozos pueden alcanzar una cifra de 15.000 UFC/ml.

En las aguas del río Amojú aledañas al Distrito de Jaén Cajamarca se han encontrado un 2933.33NMP/100 ml de coliformes totales.

CAPITULO V

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se determinó que las principales fuentes de contaminación del agua del río Amojú son las aguas residuales sin tratamiento, desechos orgánicos y residuos sólidos.
- Se determinó valores promedios de la Demanda Bioquímica del Oxígeno, Coliformes Termotolerantes, Coliformes Totales son: 23.7 mg/l; 2433 NMP/100ml; 2933.33 NMP/ 100ml; respectivamente presentan valores fuera del rango con respecto al Límite Máximo Permisible de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua del Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.
- Se identificó dos parámetros críticos en la calidad del agua como son: calidad física del agua con una puntuación de 73 (13.7%) y calidad química con una puntuación de 72 (13.5%) como los más afectados por las actividades de la población como son el vertido de aguas residuales sin tratamiento y disposición inadecuada de residuos sólidos del Distrito de Jaén para lo cual se utilizó la matriz Leopold.

- Se ha propuesto dos planes de mitigación, una planta de tratamiento de agua residual con la cual se busca mejorar la calidad física y química del agua disminuyendo el parámetro DBO_5 con un valor de 104 mg/l, considerando una eficiencia de la planta de tratamiento del 90% se logre disminuir a valores menores de 10 mg/l lo que es adecuado según Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM y un relleno sanitario para disminuir la contaminación por residuos sólidos que contaminan el río Amojú del Distrito de Jaén-Cajamarca.

5.2. RECOMENDACIONES

- Concientizar a la población del Distrito de Jaén la importancia del cuidado del medio ambiente mediante campañas y charlas,
- La disposición de aguas servidas causan enfermedades mortales por lo que se recomienda a la población tomar en cuenta esto al momento de vaciar las aguas servidas al cauce del río Amojú
- Proponer una red de alcantarillado sanitario para la recolección del 100% de las aguas servidas y canalizarlas hacia la planta de tratamiento de aguas residuales ya propuesta.
- La Municipalidad de Jaén debe proponer un adecuado sistema de clasificación de residuos sólidos y disponer de un área para la construcción de un relleno sanitario.
- Se recomienda que la Municipalidad Provincial de Jaén brinde programas de educación ambiental y de capacitación acompañados de proyectos de inversión y/o actividades, que ayudaran a solucionar problemas concretos y a cuidar nuestro medio ambiente para un futuro mejor.
- Realizar un monitoreo cada año para determinar si hay cambios de índice de contaminación del río Amojú.

CAPITULO VI

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

6.1. BIBLIOGRAFÍA

- Adame, A. (2005). Contaminación ambiental. Madrid España: Trillas.
- Aurelio, H. (1994). Depuración de Aguas residuales. España: Paraninfo.
- Balestrini, M. (2000). Como se elabora el proyecto de investigación. Caracas, Venezuela: 4ed. BL. Consultores Asociados.
- Barbosa, M. & Ly, U. (2015). Análisis fisicoquímico y microbiológico de las aguas residuales domesticas de la ciudad de chota y su adecuado tratamiento. (tesis de la facultad de ingeniería química) Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo Lambayeque Perú.
- Bertsch, F. (2003). Absorción de nutrientes de cultivo. San José, Costa rica: ACCS
- Cátalan, E.; Pacheco, N. Y Cátalan, J. (2000). Tratado de agua. Mérida, Venezuela: 1era Ed. Santa María.
- Cohn, D. & Beger, P. (2002). Aspectos de la calidad del agua. Madrid: Mc Graw-Hill.
- Crites, R. & Tchobanoglous, G. (2000). Tratamientos de Aguas Residuales en Pequeñas Poblaciones. Bogotá, Colombia: McGraw-Hill..
- Echarri, E. (1998). Población Ecológica y Medio Ambiente. Universidad de Navarra: Teide.

- Gordon, M. (1987). Ingeniería sanitaria y aguas residuales. México: limusa.
- Greenberg, A. & Conoors, J. (1995). Standard Methods for the examination of water and wasterwater. España: Donnelley and sons Co. 15 Th Edicion.
- Kolleman, E. & Allen, S. (2001). Diagnóstico microbiológico. Ciudad de México: Panamericana.
- Mamani, W. (2003). Contaminación del agua e impacto por actividad hidrocarburífera en la serranía Aguarague. La Paz, Bolivia: FOCET.
- Manga, J.; Molinares, N. Y Arrieta, J. (2007). Tratamiento de aguas residuales mediante sistemas de lagunajes. Bogotá, Colombia: Uninorte.
- Metcalf & Eddy. (1995). Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento vertido y reutilización. Madrid, España: Mc Graw-Hill.
- Morales, G. (2002). Tendencias de la Investigación en Ingeniería Ambiental.. Medellín-Colombia: 1era Ed.
- Pelczar, J. (1986). Microbiology. New York: McGraw Hill.
- Ramalho, R. (1993). Tratamiento de aguas residuales. España: Reverté.
- Ramon, C. (1992). Depuración de aguas residuales en comunidades. España: Paraninfo.
- Romero, Ja. (1999). Calidad del agua. Bogotá, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.

- Romero, J. (2005). Laguna de estabilización de aguas residuales. Bogotá, Colombia: Escuela colombiana de Ingeniería.
- Romero, G. (2009). Impactos ambientales significativos generados por las acequias Cois, Pulen y Yortuque de la ciudad de Chiclayo y propuesta de un plan de mitigación. Lambayeque, Perú: (Tesis de Doctorado). Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo Lambayeque Perú.
- Samillan, R. (2014). Evaluación físico-química y microbiológica de las aguas del río Reque-Chiclayo 2014. (tesis de la facultad de ingeniería química) Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo Lambayeque Perú.
- Seoáñez, M. (2000). Tratado de Gestión del Medio Ambiente Urbano. Madrid-España: Mundi Prensa.
- Tchobanoglous, G. (2000). Tratamiento de agua residual en pequeñas poblaciones. Santa Fé de Bogotá, Colombia: McGraw-Hill.

ANEXOS

ANEXO 1

ENCUESTA SOBRE LAS AGUAS DEL RIO AMOJU ALEDAÑAS AL DISTRITO DE JAEN

Objetivo: Analizar la influencia negativa que ocasiona las actividades de la población sobre las aguas del rio Amojú del Distrito de Jaén.

Instrucciones: marca con una ☒ adecuadamente a la realidad y sus conocimientos.

1.- ¿Usted tiene conocimiento de la contaminación que se da hoy en día en las aguas del rio Amojú del Distrito de Jaén?

SI ☐ NO ☐

2.- ¿Cómo usted calificaría el estado de las aguas del rio Amojú aledañas al Distrito de Jaén Cajamarca?

MALO ☐ REGULAR ☐ BUENO ☐

3.- ¿Crees que la población es consciente de la contaminación que provoca en el rio Amojú?

SI ☐ NO ☐ CREO QUE SE TENDRÍA QUE ☐
DAR MÁS INFORMACIÓN.

4.- ¿Según su criterio utilizando números orden de menor incidencia (1) a mayor incidencia (4) las actividades de la población del Distrito de Jaén que contaminan el rio Amojú?

() Aguas residuales.

() Generación de residuos sólidos.

() Lavado de vehículos..

() Especifique:_____

5.- ¿Cuándo camina cerca al rio Amojú percibe Ud. algún mal olor?

SI ☐ NO ☐

6.- ¿En la actualidad como percibe la imagen paisajística del río Amojú en la ciudad de Jaén?

MALA ☐ REGULAR ☐ BUENA ☐

7.- ¿Conoce Ud. algún problema de salud por contacto con las aguas del río Amojú aledañas al Distrito de Jaén? ¿Especifique?

SI: _____

NO: _____

8.- ¿Utilizaría usted las aguas del río Amojú para preparar sus alimentos?

SI ☐ NO ☐

9.- ¿Conoce usted los beneficios de un tratamiento adecuado de las aguas residuales del Distrito de Jaén?

SI ☐ NO ☐

10.- ¿Conoce Ud. qué es un relleno sanitario?

SI ☐ NO ☐ Especifique: _____

11. Estaría dispuesto a pagar un adicional en el recibo de Baja Policía para la construcción de un relleno sanitario.

SI ☐ NO ☐

12. Si la respuesta anterior es afirmativa. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar adicionalmente a su recibo de baja Policía?

- De 1 a 3 soles ☐
- Más de 3 soles a 6 soles ☐
- Más de 6 soles a 10 soles ☐

ANEXO 2

TABLA 38

Estimaciones y Proyecciones de Población por Sexo, según el Distrito de Jaén departamento de Cajamarca.

Año	Hombre	Mujer	total
2005	99979	93873	193852
2010	101798	95690	197488
2015	102519	96481	199000

Nota. Recuperado de censo de población y vivienda-INEI 2015.

TABLA 39

Composición de residuos sólidos domésticos de la ciudad de Jaén.

COMPOSICIÓN	PORCENTAJE	CANTIDAD DE RESIDUOS SOLIDOS
Materia Orgánica	59,87 %	27739.05 Kg/día
Papeles y cartones	14,66 %	6792.29 Kg/ día
Plásticos, envases, vidrios y otros	15,71%	7278.78 Kg/día
Cenizas y losas	5,73%	2654.83 Kg/día
Pilas, paños y otros	4.13 %	1913.52 Kg/día
Total	100%	46332.14 kg/día

Nota. Adoptado de Revista Popa (ECO JAÉN).

TABLA 40

Episodios de las enfermedades diarreicas agudas por DISAS/DIRESAS, semana epidemiológica 17, año 2015

Departamento	DISAS/DIR ESAS	2015					
		Diarreas acuosas		Diarreas disentéricas		Hospitalizados	Defunciones
		Semana 17	Acumulado	Semana 17	Acumulado		
CAJAMARCA	Cajamarca	206	2973	13	199	28	0
	Chota	141	1786	0	25	0	0
	Cutervo	73	1236	0	17	6	0
	Jaén	257	4470	4	39	55	0
Total		10745					

Nota. Adoptado del Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica en Salud Pública – DGE – MINSA.

TABLA 41

Indicadores de enfermedades diarreicas acuosas y disentéricas srs Jaén-se04-2016

DISTRITOS	ENFERMEDAD DE DIARREA AGUDA ACUOSA			ENFERMEDAD DE DIARREA AGUDA DISENTERICA		
	SE. 04	ACUM SE 04-16	DENSIDAD/ INCIDENCIA	SE. 04	ACUM SE 04-16	DENSIDAD/ INCIDENCIA
JAÉN	86	293	290.92	0	0	0
BELLAVISTA	13	39	253.23	0	0	0
CHONTALI	1	26	253.36	0	0	0
COLASAY	5	48	452.62	0	0	0
LAS PIRIAS	5	14	344.40	0	0	0

Nota. Adoptado del Gobierno Regional Cajamarca Dirección Regional de Salud Cajamarca Sub Región de Salud Jaén Dirección de Epidemiología.

TABLA 42*Estándares de calidad para agua en su categoría 1-A*

ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA				
CATEGORIA 1-A				
PARAMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable		
		A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS Y QUÍMICOS				
Aceites y grasas	mg/L	0.5	1.7	1.7
Cianuro Total	mg/L	0.07	0.2	0.2
Cloruros	mg/L	250	250	-
Conductividad	(uS/cm)	1500	1500	-
D.B.O (5)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	-	-
D.Q.O.	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0.003	-	-
Fluoruros	mg/L	1.5	-	-
Fosforo Total	mg/L	0.1	0.15	0.15
Materiales flotantes de origen antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO ₃)	mg/L	50	50	-
Nitritos(NO ₂)	mg/L	3	3	-
Amoniaco – N	mg/L	1.5	1.5	-
Oxígeno Disuelto (Valor Mínimo)	mg/L	≥5	≥5	≥4
Potencial de Hidrogeno (pH)	Unidad de pH	6.5-8.5	5.5-9.0	5.5-9.0

Nota. Recuperado de D.S. N° 015-2015MINAM.

TABLA 43*Estándares de calidad de agua en su categoría 1-B*

ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA			
CATEGORIA 1-B			
PARAMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas para recreación	
		B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
FÍSICOS Y QUÍMICOS			
Aceites y grasas	mg/L	Ausencia de película visible	-
Cianuro libre	mg/L	0.022	0.022
Cianuro wad		0.06	-
Color	Color verdadero escala Pt/Co	Sin cambio normal	Sin cambio normal
D.B.O (5)	mg/L	5	10
D.Q.O.	mg/L	30	50
Detergentes (SAAM)	mg/L	0.5	Ausencia de espuma persistente
Materiales flotantes de origen antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitratos (NO ₃)	mg/L	10	-
Nitritos(NO ₂)	mg/L	1	-
Olor	Factor de dilución a 25 °C	Aceptable	-
Oxígeno Disuelto (Valor Mínimo)	mg/L	≥5	≥4
Potencial de Hidrogeno (pH)	Unidad de pH	6.0 ≥ 9.0	-
Sulfuros	mg/L	0.05	-
Turbiedad	UNT	100	-
INORGANICOS			
Aluminio	mg/L	0.2	-
Antimonio	mg/L	0.006	-
Arsénico	mg/L	0.01	-
Bario	mg/L	0.7	-
Berilio	mg/L	0.04	-
Boro	mg/L	0.5	-
Cadmio	mg/L	0.01	-
Cobre	mg/L	2	-
Cromo Total	mg/L	0.05	-
Cromo VI	mg/L	0.05	-
Hierro	mg/L	0.3	-
Manganeso	mg/L	0.1	-

Mercurio	mg/L	0.001	-
Níquel	mg/L	0.2	-
Plata	mg/L	0.01	0.05
Plomo	mg/L	0.01	-
Selenio	mg/L	0.01	-
Uranio	mg/L	0.02	0.02
Vanadio	mg/L	0.1	0.1
Zinc	mg/L	3	-
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS			
Coliformes Totales (35-37 °C)	NMP/100ml	1000	4000
Coliformes Termotolerantes (44.5°C)	NMP/100ml	200	1000
Escherichia coli	E. Coli /100ml	Ausencia	Ausencia
Formas parasitarias	N° Organismo/L	0	-
Giardia duodenalis	N° Organismo/L	Ausencia	Ausencia
Enterococos intestinales	NMP/100ml	200	-
Salmonella sp	Presencia/100ml	0	0
Vibrio cholerae	Presencia/100ml	Ausencia	Ausencia

Nota. Recuperado de D.S. N° 015-2015MINAM.

TABLA 44*Estándares de calidad de agua en su categoría 4*

ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA						
CATEGORIA 4: CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE ACUÁTICO						
PARAMETRO	UNIDAD	E1: LAGOS Y LAGUNAS	RIOS		ECOSISTEMA MARINO COSTEROS	
			COSTA Y SIERRA	SELVA	ESTUARIOS	MARINOS
FÍSICOS Y QUÍMICOS						
Aceites y grasas (MEH)	mg/L	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Cianuro Total	mg/L	0.0052	0.0052	0.0052	0.001	0.001
Color (b)	Color verdadero escala Pt/Co	20(a)	20(a)	20(a)	-	-
Clorofila A	mg/L	0.008	-	-	-	-
Conductividad	(uS/cm)	1.000	1.000	1.000	-	-
D.B.O (5)	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2.56	2.56	2.56	5.8	5.6
Fosforo Total	mg/L	0.035	0.05	0.05	0.124	0.062
Nitratos (NO ₃)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoniaco	mg/L	1.9	1.9	1.9	0.4	0.55
Nitrógeno Total	mg/L	0.035	-	-	-	-
Oxígeno Disuelto (Valor Mínimo)	mg/L	≥5	≥5	≥5	≥4	≥4
Potencial de Hidrogeno (pH)	Unidad de pH	6.5 a 9.0	6.5 a 9.0	6.5 a 9.0	6.8 – 8.5	6.8 – 8.5
Solidos Suspendidos Totales	mg/L	≤25	≤100	≤400	≤100	30

Nota. Recuperado de D.S. N° 015-2015MINAM.

TABLA 45*Estándares de calidad de agua en su categoría 4*

ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA						
CATEGORIA 4: CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE ACUÁTICO						
PARAMETRO	UNIDAD	E1: LAGOS Y LAGUNAS	RIOS		ECOSISTEMA MARINO COSTEROS	
			COSTA Y SIERRA	SELVA	ESTUARIOS	MARINOS
FÍSICOS Y QUÍMICOS						
Sulfuros	mg/L	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Temperatura	°C	Δ3	Δ3	Δ3	Δ2	Δ2
INORGANICOS						
Antimonio	mg/L	0.61	1.6	0.61	-	-
Arsénico	(uS/cm)	0.15	0.15	0.15	0.036	0.036
Bario	mg/L	0.7	0.7	1	1	-
Cadmio	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025	0.0088	0.0088
Cobre	mg/L	0.1	0.1	0.1	0.05	0.05
Cromo VI	mg/L	0.011	0.011	0.011	0.05	0.05
Mercurio	mg/L	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Níquel	mg/L	0.052	0.052	0.052	0.0062	0.0082
Plomo	mg/L	0.0025	0.0025	0.0025	0.0061	0.0061
Selenio	Unidad de pH	0.005	0.005	0.005	0.071	0.071
Talio	mg/L	0.0008	0.0008	0.0008	-	-
Zinc	mg/L	0.12	0.12	0.12	0.081	0.081
ORGÁNICOS						
I. Compuestos Orgánicos Volátiles						
Hidrocarburo Totales de petróleo HTTP	mg/L	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Hexaclorobutadieno	mg/L	0.0005	0.0005	0.0005	0.0006	0.0006
BTEX						
Benceno	mg/L	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Hidrocarburos Aromáticos						
Benzo(a)pireno	mg/L	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Antraceno	mg/L	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004
Fluoranteno	mg/L	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
PLAGUICIDAS						
Organofosforados						
Malatión	mg/L	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Parathión	mg/L	0.000013	0.000013	0.000013	-	-

ORGANOCLORADOS						
Aldrín	mg/L	0.00000 4	0.00000 4	0.00000 4	-	-
clordano	mg/L	0.00000 43	0.00000 43	0.00000 43	0.00000 4	0.00000 4
DDT	mg/L	0.00000 1	0.00000 1	0.00000 1	0.00000 1	0.00000 1
dlcldrim	mg/L	0.00005 6	0.00005 6	0.00005 6	0.00000 19	0.00000 19
Endosulfan	mg/L	0.00005 6	0.00005 6	0.00005 6	0.00000 87	0.00000 87
Endrin	mg/L	0.00003 6	0.00003 6	0.00003 6	0.00000 23	0.00000 23
Heptacloro	mg/L	0.00000 36	0.00000 36	0.00000 36	0.00000 36	0.00000 36
Heptacloro epóxido	mg/L	0.00000 38	0.00000 38	0.00000 38	0.00000 35	0.00000 36
Lindano	mg/L	0.00095	0.00095	0.00095	-	-
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
CARBANATO						
Aldicarb	mg/L	0.001	0.001	0.00015	0.00015	0.00015
POLICLORUROS DIFENILOS TOTALES						
(PCB'5)	mg/L	0.00001 4	0.00001 4	0.00001 4	0.00001 5	0.00001 5
MICROBIOLÓGICO						
Coliformes Termotolerantes (44.5°C)	NMP/100 mL	1.000	2.000	2.000	1.000	2.000

Nota. Recuperado de D.S. N° 015-2015MINAM.

TABLA 46

*Análisis de demanda química de oxígeno en cada punto
DQO (06/06/2017)*

PUNTOS DE MUESTREO	RESULTADO(ppm)
PUENTE LA CORONA	31
PUENTE ORELLANA	37
PUENTE PARDO MIGUEL	48
PUENTE PAKAMUROS	43
PM5SECTOR SAN CAMILO	35

Nota. Recuperado de OIKOSLAB S.A

TABLA 47*Valores para diseño de desarenador*

Elemento	Valor	
	Intervalo	Típico
Tiempo de retención	2 – 5 min	3 min
Profundidad	2 – 5 m	
Longitud	7.5 – 20 m	
Anchura	2.5 – 7 m	
Relación anchura-profundidad	1:1 a 5:1	1,5 : 1
Relación longitud - anchura	3:1 a 5:1	4 : 1
Suministro de aire	0.18-0.45 m ³ O ₂ / min.m	
Cantidad de arena	4 - 195 cm ³ /m ³	15 cm ³ /m ³

Nota. Recuperado de Libro Metcalf & Eddy, Ingeniería de aguas residuales, Ed. McGraw-Hill.

TABLA 48*Valores para diseño de decantador*

Tanque rectangular	Valor	
	Intervalo	Intervalo
Profundidad	3 – 4,5 m	3,6 m
Longitud	15- 90 m	25 -45 m
Anchura	3 -35 m	5- 10 m
Velocidad de los rascadores	0,02 -0,05 r/min	0,03 r/min

Nota. Recuperado de Libro Metcalf & Eddy, Ingeniería de aguas residuales, Ed. McGraw-Hill.

TABLA 49*Valores para determinar el volumen de fango*

Tipo de fango	Peso específico	Concentración de solidos secos (%)	
		Intervalo	Típico
Únicamente fangos primarios	1,03	4 - 12	6
AR de concentración media	1,05	4 - 12	6,5
AR procedente de redes de alcantarillado unitarias	1,03	2 -6	3
Primarios y fangos activados en exceso	1,03	4 -10	5
Primario y humus de filtros perforadores	1,03	4 - 12	6

Nota. Recuperado de Libro Metcalf & Eddy, Ingeniería de aguas residuales, Ed. McGraw-Hill.

TABLA 50*Coeficientes para determinar el volumen del reactor*

Coeficiente	Unidades	Intervalo	Típico
K	d ⁻¹	2 - 10	5
K _s	mg/l DBO ₅	25 - 100	60
	mg/l DQO	15 - 70	40
Y	mg SSV/mgDBO ₅	0.4 - 0.8	0.6
K _d	d ⁻¹	0.025 – 0.075	0.06

Nota. Recuperado de Libro Metcalf & Eddy, Ingeniería de aguas residuales, Ed. McGraw-Hill.

TABLA 51*Parámetros de diseño del proceso de fangos activados de mezcla completa*

	T _r (días)	F/M	Carga volumétrica	SSLM (mg/l)	V/Q (h)	Q _r /Q
Flujo pistón	5-15	0.2-0.6	0.8-1.92	2500-4000	3 - 5	0.25 - 1

Nota. Recuperado de Libro Metcalf & Eddy, Ingeniería de aguas residuales, Ed. McGraw-Hill.

TABLA 52*Relaciones de recirculación en función de las diferentes concentraciones del fango del fondo (X_u)*

X _u (mg/l)	8000	9000	10000	11000	12000
X _u - 4375(mg/l)	3625	4625	5625	6625	7625
A	1.21	0.95	0.77	0.66	0.57

Nota. Recuperado de Libro Metcalf & Eddy, Ingeniería de aguas residuales, Ed. McGraw-Hill.

TABLA 53*Proyección de la población de la ciudad de Jaén*

N° AÑO	AÑO	POBLACIÓN CIUDAD JAÉN	POBLACIÓN CP., CHAMAYA, CASERÍOS, CRUCE CHAMAYA, MOCHENTA, BALSABUAYCO	POBLACIÓN TOTAL
0	2008	66417	2266	68677
1	2009	67945	2312	70257
2	2010	69507	2365	71872
3	2011	71106	2420	73526
4	2012	72741	2475	75216
5	2013	74414	2532	76946
6	2014	76126	2590	78716
7	2015	77877	2650	80527
8	2016	79668	2711	82379

Nota. Recuperada de Proyección elaborada en base a la información INEI-Censo 2016.

ANEXO 3

Figura 12. Puntos de muestreo físico-químico y microbiológico en el río Amojú del Distrito de Jaén.



Figura 13. Extracción de muestras de puntos específicos.



Figura 14. Extracción de muestras de puntos específicos.



Figura 15. Vertedero de desagües al río Amojú.



Figura 16. Vertedero de desagüe al río Amojú.



Figura 17. Residuos sólidos en el río Amojú.



Figura 18. Extracción de muestras en el tramo final de la micro cuenca del río Amojú.



Figura 19. . Residuos sólidos en el río Amojú.



Figura 20. Residuos sólidos de la ciudad de Jaén



Figura 21. Botadero de basura de la ciudad de Jaén.



Figura 22. Clasificación de residuos sólidos de la ciudad de Jaén.



Figura 23. Resultados de coloración en el laboratorio de fisicoquímica de la UNPRG.



Figura 24. Resultados de coloración en el laboratorio de fisicoquímica de la UNPRG.



Figura 25. Insuflando aire para DBO_5 en el laboratorio de fisicoquímica de la UNPRG.

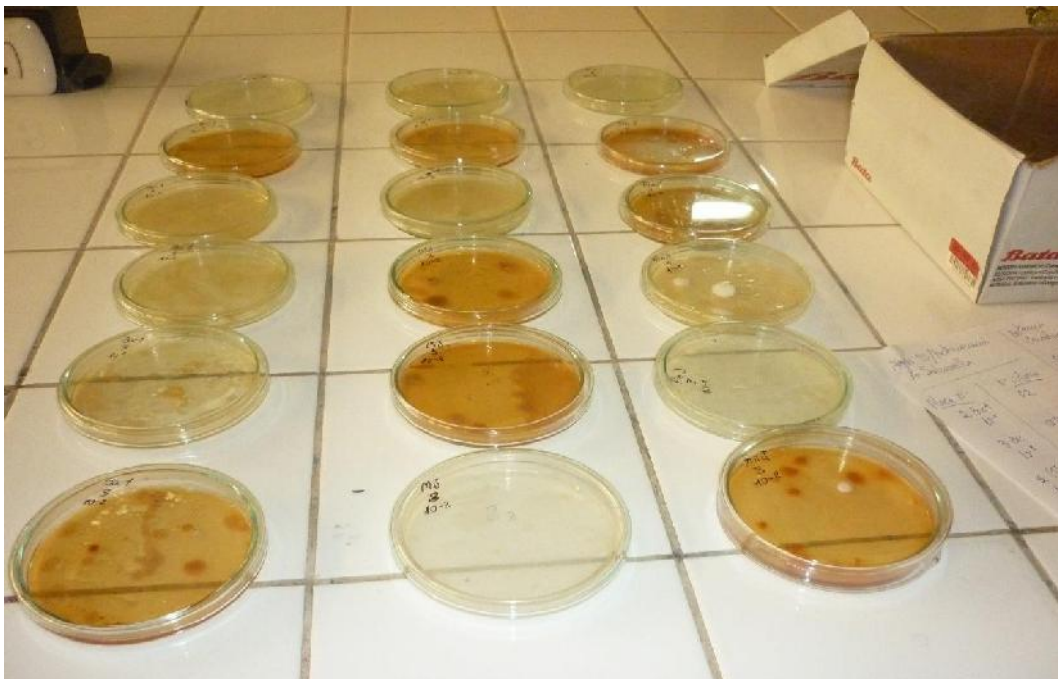


Figura 26. Resultados del análisis microbiológico en el laboratorio de microbiología de la UNPRG.

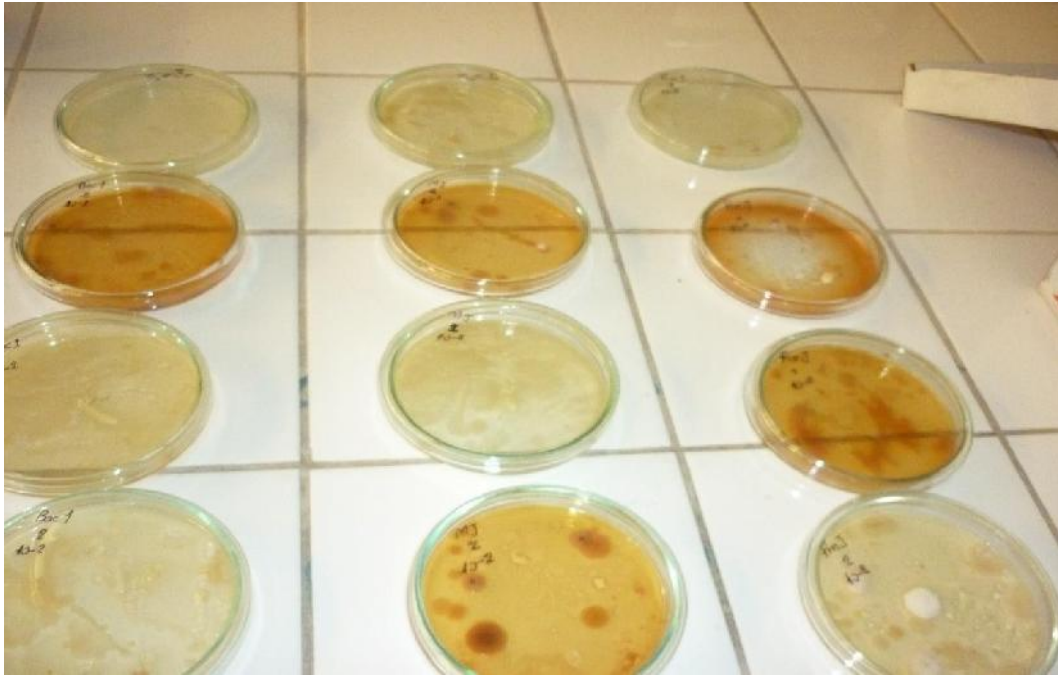


Figura 27. Colonización de bacterias microbiológicas en el laboratorio de microbiología de la UNPRG.



Figura 28. Encuestas en las riberas del río Amojú del Distrito de Jaén.



Figura 29. Personas consumiendo alimentos a la ribera del río Amojú.