

TESIS

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN
GEOGRÁFICA APLICADO EN LA GESTIÓN DE LA
CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL DE LA CUENCA
HIDROGRÁFICA CHANCAY - HUARAL**

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

VICTOR HUGO SERRANO VERA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AMBIENTAL

LIMA - PERÚ

2018

DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico a la Sra. Amanda Vera de Serrano, mi amada madre, que, con su perseverancia, dedicación y a pesar de las adversidades supo darme el aliento necesario para poder seguir adelante en mi formación profesional y personal, este también es tu triunfo mamita.

A mi padre, hermanos, por ser mi motor y motivo, a mis amigos Alfonso, Daniel, Pamela por permitirme entrar en sus vidas y darme lineamientos de cariño y amistad, mostrándome caminos de superación y apoyo incondicional.

Al Ing. Tito Serrano Velarde, que desde el cielo sé que está disfrutando este momento, y recordando sus palabras que hace muchos años me dijo: “Estudia, veo potencial en ti”, gracias Tío, tus palabras no fueron en vano.

A todos los que pudieron aportar su granito de arena, familiares, docentes amigos, que durante todo el proceso estuvieron ahí dándome el apoyo moral, didáctico, emocional, y las palabras exactas para no declinar en mis objetivos, a cada uno de ustedes les estaré eternamente agradecido.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme puesto muchas pruebas durante el transcurso de mi vida y que me sirvieron para enseñarme y sobre todo a hacerme una más fuerte y humilde ante todas las cosas.

A mis padres y hermanos por todo su apoyo y amor incondicional en todo momento.

Mis más sinceros agradecimientos a mi alma mater – Universidad Alas Peruanas y a la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental por toda la formación brindada en todos los años de estudios cursados.

Al Ing. Claude Meléndez mi cordial consideración y agradecimiento por su valioso apoyo y predisposición de tiempo en el asesoramiento técnico de temas relacionados a SIG aplicados a medio ambiente, así como en el tema tratado en el presente trabajo de investigación.

A mis amigos Ing. Alfonso Díaz Calero y Blgo. Daniel Rado Arenas por todo su apoyo incondicional tanto en lo laboral como en lo profesional. Más que amigos son como unos hermanos para mí. Gracias, por tanto.

A todas las personas, que de una u otra forma, me apoyaron para el término y culminación del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE

GLOSARIO DE ABREVIATURAS	6
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
RESUMEN	12
ABSTRACT.....	14
INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO I	16
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.1 <i>Caracterización de la realidad problemática</i>	16
1.1.1 Formulación del problema	16
1.2 Objetivos	17
1.2.1 Objetivo general	17
1.2.2 Objetivo específico.....	17
1.3 Justificación	17
1.4 Importancia	18
1.5 Limitaciones	19
CAPÍTULO II	20
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	20
2.2 Marco referencial	20
2.2.1 Antecedentes de la investigación	20
2.2.2 Referencias históricas	24
2.3 Marco legal	27
2.3.1 Ley	27
2.4 Marco conceptual	29
2.5 Marco teórico	35
2.5.1 Sistema de Información Geográfica	35
2.5.2 Datos geográficos	36
2.5.3 Representación digital de datos geográficos	38
2.5.4 Geodatabase	41
2.5.5 Estandarización de datos espaciales	44
2.5.6 Cartografía en la web y visualización	44
CAPÍTULO III.....	46
3. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	46
3.1 Metodología	46
3.1.1 Método	46
3.1.2 Tipo de la investigación	46
3.1.3 Nivel de la investigación	46
3.2 Diseño de la investigación	46
3.3 Hipótesis de la investigación	46
3.3.1 Hipótesis general	46
3.3.2 Hipótesis específicas	47
3.4 Variables	47
3.5 Cobertura del Estudio	49
3.5.1 Universo	49
3.5.2 Población	50
3.5.3 Muestra	50
3.5.4 Muestreo	51

3.6	Técnicas e instrumentos	51
3.6.1	Técnicas de la investigación.....	51
3.6.2	Instrumentos de la investigación.....	51
3.6.3	Fuentes.....	53
3.7	Procesamiento estadístico de la información.....	54
3.7.1	Estadísticos.....	54
3.7.2	Representación	54
3.7.3	Técnica de comprobación de la hipótesis	54
CAPITULO IV		55
4.	LÍNEA BASE AMBIENTAL	55
4.1	Línea base física	55
4.1.1	Ubicación y superficie	55
4.1.1	Topografía.....	57
4.1.2	Características geológicas y geomorfológicas.....	57
4.1.3	Aspectos climáticos.....	62
4.1.4	Sistema Hidrográfico y Cuenca	64
4.1.4.1	Sistema Hidrográfico.....	64
4.1.4.2	Sub cuencas tributarias.....	66
4.1.4.3	Parámetros geomorfológicos de la cuenca.....	70
4.1.4.4	Análisis pluviométrico.....	74
4.1.4.5	Disponibilidad hídrica.....	76
4.1.4.6	Demanda de agua.....	83
4.1.5	Zonas de Vida	86
4.2	Línea base económica	89
4.2.1	Actividad agrícola	89
4.2.2	Actividad minera	90
4.2.3	Actividad Industrial	91
4.2.4	Actividad de Uso no consuntivo.....	92
4.3	Línea base social.....	93
4.3.1	Aspectos socioeconómicos.....	93
4.3.2	Demanda poblacional.....	95
CAPITULO V.....		96
5.	CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA CHANCA Y – HUARAL.....	96
5.1	Principales problemas relacionados con la calidad del agua superficial en el área de estudio	96
5.2	Clasificación de los cuerpos de agua en el área de estudio.....	106
5.3	Estaciones de monitoreo de calidad del agua	108
5.4	Parámetros a evaluar.....	127
5.5	Análisis de los resultados del monitoreo de calidad del agua superficial	127
CAPITULO VI.....		133
6.	DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA APLICADO A LA GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA	133
6.1	Nociones básicas	133
6.2	Estructura de datos geográficos	133
6.2.1	Sistema de Coordenadas.....	133
6.2.2	Formato de archivos.....	133
6.2.3	Catálogo de datos geográficos	138
6.2.4	Geodatabase, dataset y feature class	141
6.2.5	Comparando la estructura de datasets para el SIG.....	147

6.3	Tipos de geometría en features	148
6.3.1	Modelos de objetos y geometría	148
6.4	Diseño de la base de datos espacial para el SIG	149
6.4.1	Finalidad del diseño del SIG	149
6.4.2	Pasos para la realización del diseño	150
6.4.2.1	Paso 01: Definición de entidades y relaciones	150
6.4.2.2	Paso 02: Representación y geometría de entidades	163
6.4.2.3	Paso 03: Entidades y relaciones	164
6.5	Presentación del diseño del SIG Cuenca Chancay – Huaral	165
6.6	Análisis geoestadístico de datos espaciales y alfanuméricos con el diseño del SIG 169	
6.6.1	Análisis geoestadístico de parámetros físico – químicos	175
6.6.2	Análisis geoestadístico de parámetros microbiológicos	178
6.6.3	Análisis geoestadístico de parámetros inorgánicos	178
6.6.4	Análisis geoestadístico de nutrientes	179
6.6.5	Análisis geoestadístico de metales y metaloides	180
6.6.6	Análisis geoestadístico integrado de calidad de agua superficial del área de estudio 182	
6.7	Mejoras técnicas para el mantenimiento del SIG a futuro	184
	CAPITULO VII	186
7.	ORGANIZACION, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	186
7.1	Resultados	186
7.2	Discusión de resultados	190
7.3	Contrastación de hipótesis	192
	CONCLUSIONES	193
	RECOMENDACIONES	195
	BIBLIOGRAFÍA	197
	ANEXOS	199
A.	PARTES DIARIO DE DISTRIBUCION DE AGUA DEL RIO CHANCAY – HUARAL	200
B.	RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL PRIMER MONITOREO PARTICIPATIVO DE LA CUENCA CHANCAY – HUARAL (AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA)	204
C.	RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL SEGUNDO MONITOREO PARTICIPATIVO DE LA CUENCA CHANCAY – HUARAL (AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA)	208
D.	RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL TERCER MONITOREO PARTICIPATIVO DE LA CUENCA CHANCAY – HUARAL (AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA)	210
E.	RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL CUARTO MONITOREO PARTICIPATIVO DE LA CUENCA CHANCAY – HUARAL (AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA)	212
F.	MAPAS TEMÁTICOS	215

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

ANA: Autoridad Nacional del Agua

ANÁLISIS GEOESTADÍSTICO: Análisis y modelación de la variabilidad espacial en ciencias de la tierra y ciencias ambientales

ALA: Autoridad Local del Agua

DATUM: Referencia geométrica que permite elaborar la cartografía de una zona de manera más precisa

DBO₅: Demanda Bioquímica de Oxígeno

DQO: Demanda Química de Oxígeno

ESRI: Empresa fundadora y patente del software ARCGIS a nivel mundial

FGDC: Comité Federal de Datos Geográficos

GIS O SIG: Sistema de Información Geográfica

INFORMACION GEOGRÁFICA O GEOESPACIAL: Datos espaciales georreferenciados requeridos como partes de operaciones científicas, administrativas, ingeniería, etc.

ISO: Organización Internacional de Normalización (International Organization for Standardization)

IGAC: Instituto Geográfico Agustín Codazzi

IGN: Instituto Geográfico Nacional

KRIGING: Método geoestadístico de estimación de puntos que utiliza modelo de semivariograma.

METADATO: Datos acerca de los datos que permiten suministrar información sobre los datos producidos.

MINAM: Ministerio del Ambiente

OBJETO GEOGRÁFICO: Unidad fundamental de la información geográfica

PMGRH: Programa de Modernización de la Gestión de los Recursos Hídricos

SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología

UTM: Universal Transversa de Mercator

WCS: Servicio de Coberturas en la Web

WFS: Servicio de atributos en la Web

WMS: Servicio de mapas en Web

WGS84: Sistema Geodésico de referencia 1984

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Relación de variables dependientes e independientes

TABLA 2. Relación de indicadores

TABLA 3. Superficie total de la Cuenca Hidrográfica Chancay - Huaral

TABLA 4. Longitud del cauce principal en el ámbito de estudio

TABLA 5. Pendiente media de subcuencas y cuenca

TABLA 6. Ecuación regional de precipitación

TABLA 7. Precipitación areal de la cuenca por el método de isoyetas

TABLA 8. Precipitación areal de la cuenca por el método de Thiessen modificado

TABLA 9. Caudales medio mensuales al 75% de persistencia (Serie Histórica)

TABLA 10. Resultado de análisis de frecuencia de caudal máximo

TABLA 11. Caudales máximos para lluvia intensa de $T_r = 50$ años

TABLA 12. Demanda de uso consuntivo en la zona intermedia y alta de la cuenca

TABLA 13. Industrias existentes en la subcuenca baja de la Cuenca Hidrográfica Chancay - Huaral

TABLA 14. Potencia y caudal nominal de las Centrales Hidroeléctricas de la Subcuenca Baños

TABLA 15. Potencia y caudal nominal de las Centrales Hidroeléctricas del sector Tingo y Subcuenca Media

TABLA 16. Constancia emitida inscripción al PAVER – Cuenca Hidrográfica Chancay - Huaral

TABLA 17. Evolución de la población de la provincia de Huaral (Años 2000 al 2015)

TABLA 18. Distribución poblacional censada – Distritos de la Cuenca Hidrográfica Chancay – Huaral y Provincia de Huaral (Años 1993 – 2007)

TABLA 19. Demanda del agua para la ciudad de Huaral analizado por la empresa Emapa Huaral S.A.

TABLA 20. Fuentes contaminantes de vertimientos de aguas residuales en la Cuenca Hidrográfica Chancay - Huaral

TABLA 21. Vertimientos de aguas residuales industriales tratadas en el área de estudio

TABLA 22. Vertimientos de aguas residuales domesticas identificadas

TABLA 23. Vertimientos de aguas residuales municipales identificadas

TABLA 24. Vertimientos de aguas residuales de la actividad turística identificadas

TABLA 25. Vertimientos de aguas residuales identificadas a los canales en el área de estudio

TABLA 26. Pasivos ambientales ubicados en el área de estudio (Primer monitoreo participativo)

TABLA 27. Pasivos ambientales ubicados en el área de estudio (Segundo monitoreo participativo)

TABLA 28. Pasivos ambientales ubicados en el área de estudio (Tercer monitoreo participativo)

TABLA 29. Pasivos ambientales ubicados en el área de estudio (Cuarto monitoreo participativo)

TABLA 30. Puntos de monitoreo de calidad del agua – Muestreo del 18 al 24 de junio del 2012

TABLA 31. Puntos de monitoreo de calidad del agua en relación al Primer monitoreo participativo del 04 al 11 de febrero del 2014

TABLA 32. Puntos de monitoreo de calidad del agua en relación al Segundo monitoreo participativo del 07 al 11 de abril del 2014

TABLA 33. Puntos de monitoreo de calidad del agua en relación al Tercer monitoreo participativo del 19 al 22 de mayo del 2014

TABLA 34. Puntos de monitoreo de calidad del agua en relación al Cuarto monitoreo participativo del 03 al 05 de noviembre del 2014

TABLA 35. Puntos de monitoreo de calidad de agua en la Cuenca Hidrográfica Chancay – Huaral distribuidos por subcuencas y categoría según ECAs

TABLA 36. Relación de archivos shape files utilizados para el ámbito de estudio

TABLA 37. Relación de archivos ráster utilizados para el ámbito de estudio

TABLA 38. Relación de base de datos Excel utilizados

TABLA 39. Comparación de la estructura de los datasets para el SIG

TABLA 40. Definición de features datasets con sus feature class, tipo y relación de atributos

TABLA 41. Definición de feature class con atributos y descripción tabular

TABLA 42. Ponderación de modelos predictivos de parámetros ambientales para la suma ponderada en el ámbito de estudio

TABLA 43. Determinación de los focos de contaminación ambiental relacionados a la calidad del agua superficial en la Cuenca Hidrográfica Chancay – Huaral

ÍNDICE DE FIGURAS

- FIGURA 1.** Niveles de concentración de pH de ECA Categoría 3
- FIGURA 2.** Niveles de concentración de coliformes termotolerantes
- FIGURA 3.** Niveles de concentración de nitrógeno amoniacal
- FIGURA 4.** Integración de productos geográficos
- FIGURA 5.** Partes de un SIG o GIS
- FIGURA 6.** Componente temporal de datos geográficos
- FIGURA 7.** Modelo de dato vectorial
- FIGURA 8.** Modelo de dato ráster
- FIGURA 9.** Modelo de formato TIN
- FIGURA 10.** Modelo de Geodatabase
- FIGURA 11.** Cartografía Web de la Autoridad Nacional del Agua
- FIGURA 12.** Clasificación ordinal y frecuencia de los ríos
- FIGURA 13.** Cálculo del rectángulo equivalente
- FIGURA 14.** Demanda total de agua
- FIGURA 15.** Demanda de agua para uso no agrícola
- FIGURA 16.** Balance hídrico de la Cuenca Hidrográfica Chancay - Huaral
- FIGURA 17.** Registro de derechos de uso de agua por comisiones
- FIGURA 18.** Estándar Nacional de Calidad Ambiental (ECA) para agua
- FIGURA 19.** Calidad de aguas superficiales ubicadas en la Subcuenca Vichaycocha
- FIGURA 20.** Calidad de aguas superficiales ubicadas en las Subcuencas Baños y Carac
- FIGURA 21.** Calidad de aguas superficiales ubicadas en las Subcuencas Añasmayo, Huataya y parte baja de la Cuenca Chancay - Huaral
- FIGURA 22.** Canales de regadío
- FIGURA 23.** Calidad de aguas superficiales Cuenca Chancay – Huaral (Segundo monitoreo participativo)
- FIGURA 24.** Calidad de aguas superficiales de la Cuenca Chancay – Huaral (Tercer monitoreo participativo)
- FIGURA 25.** Calidad de aguas superficiales de la Cuenca Chancay – Huaral (Cuarto monitoreo participativo)
- FIGURA 26.** Catálogo de datos geográficos para el diseño del SIG
- FIGURA 27.** Grupo geográfico: Cartografía base

FIGURA 28. Grupo geográfico: Línea base física

FIGURA 29. Grupo geográfico: Línea base social económica

FIGURA 30. Grupo geográfico: Monitoreo Ambiental

FIGURA 31. Estructura de la geodatabase del diseño del SIG

FIGURA 32. Relación de feature dataset creados para el SIG

FIGURA 33. Sistema de Coordenadas de feature dataset

FIGURA 34. Feature class en dataset Línea base física del ámbito de estudio

FIGURA 35. Feature class Geomorfología de la Cuenca Chancay – Huaral con tabla de atributos

FIGURA 36. Modelo de objetos geométricos en Arcgis

FIGURA 37. Representación de entidades (feature class) de la Cuenca Hidrográfica Chancay - Huaral

FIGURA 38. Tablas importadas a la geodatabase y vinculadas con el diagramador UML

FIGURA 39. Diseño del SIG para la gestión de la calidad del agua superficial de la Cuenca Hidrográfica Chancay - Huaral

FIGURA 40. Principales Subcuencas para la gestión de la calidad del agua superficial de la Cuenca Hidrográfica Chancay - Huaral

FIGURA 41. Ubicación de vertimientos en la Subcuenca Baja

FIGURA 42. Ubicación de pasivos ambientales en las Subcuencas Añasmayo, Baños y Vichaycocha

FIGURA 43. Ubicación de puntos de monitoreo ambiental (I, II, III y IV monitoreos participativos - ANA)

FIGURA 44. Selección del método geoestadístico KRIGING

FIGURA 45. Selección de la subpropiedad Use Mean para el análisis geoestadístico

FIGURA 46. Selección de la función logarítmica de segundo orden en el método geoestadístico

FIGURA 47. Selección de la función Kernel Gaussiano

FIGURA 48. Ajuste de la variable semivariograma para el modelo predictivo

FIGURA 49. Ajuste del margen de error Cross Validation para la salida final del modelo predictivo

FIGURA 50. Resultado obtenido del pH a través del análisis geoestadístico

FIGURA 51. Resultado obtenido del DBO₅ a través del análisis geoestadístico

FIGURA 52. Resultado obtenido del DQO a través del análisis geoestadístico

FIGURA 53. Resultado obtenido de la Conductividad Eléctrica a través del análisis geoestadístico

FIGURA 54. Resultado obtenido de Solidos Suspendidos Totales a través del análisis geoestadístico

FIGURA 55. Resultado obtenido de Coliformes Fecales a través del análisis geoestadístico

FIGURA 56. Resultado obtenido del Sodio a través del análisis geoestadístico

FIGURA 57. Resultado obtenido del Magnesio a través del análisis geoestadístico

FIGURA 58. Resultado obtenido de Fosfatos a través del análisis geoestadístico

FIGURA 59. Resultado obtenido de Nitratos a través del análisis geoestadístico

FIGURA 60. Resultado obtenido del Aluminio Total a través del análisis geoestadístico

FIGURA 61. Resultado obtenido del Arsénico Total a través del análisis geoestadístico

FIGURA 62. Resultado obtenido del Plomo a través del análisis geoestadístico

FIGURA 63. Resultado obtenido del Zinc a través del análisis geoestadístico

FIGURA 64. Herramienta WEIGHTED SUM de Arcgis 10.5 para la obtención del análisis geoestadístico integrado

FIGURA 65. Focos de contaminación ambiental del ámbito de estudio

RESUMEN

En la cuenca hidrográfica Chancay – Huaral, se evidencian diversas configuraciones y aspectos socioeconómicos que distinguen los diferentes niveles del ámbito de estudio en mención.

En la cuenca baja del río Chancay - Huaral, la agricultura y la innovación en tecnología, no han podido hacer retroceder prácticas de derroche y contaminación de los cauces del agua superficial en la actualidad. Por otra parte, la cuenca alta muestra déficit de disponibilidad del agua, existiendo dentro de su estructura sub cuencas con volúmenes que permiten riego a gravedad y otras que padecen de sequía y a ello se suma la contaminación que proviene de asentamientos, relaves mineros, desmontes presentes.

La presente tesis titulada “Diseño de un Sistema de Información Geográfica aplicado en la gestión de la calidad del agua superficial de la Cuenca Hidrográfica Chancay - Huaral”, tiene por finalidad que se constituya como una herramienta fundamental de análisis para la toma de decisiones para la gestión de la calidad del agua superficial de la Cuenca Hidrográfica Chancay – Huaral en términos de sostenibilidad ambiental.

El objetivo del presente trabajo de investigación es diseñar el Sistema de Información Geográfica (SIG) para que se constituya como una herramienta de análisis geoespacial – ambiental que funcione como plataforma de comunicación a nivel interdisciplinario y multidisciplinario; en la que se mantenga actualizada datos espaciales e información cartográfica referida a la gestión de la calidad del agua superficial del área en estudio y que se encuentre en condiciones de brindar información útil a los usuarios y actores locales involucrados, permitiendo, de esta manera, la viabilidad y conservación del recurso en términos ambientales.

Finalmente, contar y disponer con la información actualizada y pertinente en el momento necesario (en términos de prevención, sostenibilidad y conservación ambiental), será determinante para una adecuada gestión de la calidad del agua

superficial de la cuenca hidrográfica en mención en el corto, mediano y largo plazo; logrando, de esta manera, poder disminuir los posibles impactos ambientales negativos a generarse en un momento determinado.

ABSTRACT

In the Chancay - Huaral river basin, different configurations and socioeconomic aspects are evident that distinguish the different levels of the scope of study in question.

In the lower basin of the river Chancay - Huaral, agriculture and innovation in technology have not been able to reverse practices of waste and contamination of the surface water channels at present. On the other hand, the upper basin shows deficit of water availability, existing within its structure sub-basins with volumes that allow irrigation to gravity and others that suffer from drought and this is added the pollution that comes from settlements, mine tailings, clearings present.

This thesis entitled "Design of a Geographic Information System applied to the management of the surface water quality of the Chancay - Huaral Hydrographic Basin", has the purpose that it is constituted as a fundamental analysis tool for decision making for the management of the surface water quality of the Chancay - Huaral Hydrographic Basin in terms of environmental sustainability.

The objective of this research work is to design the Geographic Information System (GIS) so that it is constituted as a geospatial - environmental analysis tool that functions as a communication platform at an interdisciplinary and multidisciplinary level; in which updated spatial data and cartographic information related to the management of the surface water quality of the area under study and that is in a position to provide useful information to the users and local stakeholders involved, thus allowing the viability and conservation of the resource in environmental terms.

Finally, counting and disposing of the relevant information at the right time (in terms of prevention, sustainability and environmental conservation), will be decisive for an adequate management of the surface water quality of the river basin in the short, medium and long term. term; achieving, in this way, to be able to diminish the possible negative environmental impacts to be generated in a determined moment.

INTRODUCCIÓN

Dentro de la jurisdicción del ámbito de estudio y en la Ciudad de Chancay, existe la presencia de industrias procesadoras durante los últimos periodos de años. El desembarque de recursos hidrobiológicos registra un volumen superior al 25% con respecto al año 1999, ocupando, de esta manera, a la ciudad de Chancay en un segundo lugar con 14.5 % del total nacional, después de la ciudad de Chimbote que registra 18.5%.

Se hace mención porque dicha actividad económica genera contaminación de las aguas costeras de la bahía de Chancay afectando, de manera directa, a la calidad del agua superficial de la Cuenca Hidrográfica Chancay-Huaral sumándose a esto el vertimiento de residuos industriales, urbanos y la presencia de botaderos de residuos sólidos y pasivos ambientales focalizados dentro de la jurisdicción del área de estudio.

Partiendo de estos aspectos previos es que se plantea que el objetivo fin del presente tema investigación el de diseñar un sistema de información geográfica (SIG o GIS) que sea aplicable en la gestión de la calidad la calidad del agua superficial de la Cuenca Hidrográfica Chancay-Huaral, a fin de constituir una base para la búsqueda de información actualizada para con ello optar por estrategias y lineamientos técnicos de medidas de prevención/mitigación y control ambiental de impactos ambientales en términos de sostenibilidad ambiental.

Como parte de los resultados de la presente investigación, se conoce que el agua superficial de la cuenca presenta valores críticos que están muy por encima de los estándares estipulados en el ECA Agua (según las últimas evaluaciones realizadas a través de los monitoreos participativos por parte del ANA desde el año 2012 en adelante), llegando en ciertos casos a 0.09 ml/l de Oxígeno disuelto, 200 mg/l de DBO₅, entre otros; confirmándose, de esta manera, una presencia alta contaminación de agua superficial del ámbito de estudio.

En este contexto, se puede precisar que las aguas superficiales de la Cuenca Hidrográfica Chancay-Huaral no tienen una adecuada calidad ambiental.

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Caracterización de la realidad problemática

La Cuenca Hidrográfica Chancay-Huaral es considerada una de las cuencas más favorable en lo que respecta a agricultura dentro del territorio nacional, debido a que cuenta con un caudal de agua considerable todo el año que sirve para el riego y uso de la actividad económica en mención. Sin embargo, sirve como cuerpo receptor y medio de transporte de desechos domésticos, industriales y orgánicos.

Dentro de su jurisdicción se asientan botaderos de residuos sólidos, plantas pesqueras en el mar de Chancay que descargan sus efluentes líquidos hacia el cuerpo de agua contaminándolo. En este marco contextual, la situación ambiental del agua superficial en la cuenca hidrográfica Chancay-Huaral amerita de importancia en estudiarlo, para conocer los aspectos que involucran la magnitud y clase de contaminación ambiental presente y encontrar soluciones reales a corto plazo y mediano plazo.

Por esta razón, nace la necesidad de diseñar de un sistema de información geográfica (GIS) aplicable en la gestión de la calidad del agua superficial en el área de estudio y que es viable en términos ambientales.

1.1.1 Formulación del problema

Problema general

¿Cuáles son los principales focos de contaminación ambiental del agua superficial de la Cuenca Hidrográfica Chancay - Huaral?

Problemas específicos

- ✓ ¿Cuáles son los parámetros ambientales y normas que deben de cumplir las muestras de agua superficial acorde para una correcta gestión de la calidad del agua superficial?
- ✓ ¿Cuáles son los parámetros y normas ambientales vigentes que deben de cumplir las descargas de efluentes a ser tratadas en el cuerpo receptor?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Diseñar el Sistema de Información Geográfica (GIS) para que se constituya como una herramienta de análisis geoespacial – ambiental que funcione como plataforma de comunicación a nivel interdisciplinario y multidisciplinario, en la que se mantengan datos geoespaciales e información actualizada referida a la gestión de la calidad del agua superficial del área de estudio y que se encuentre en condiciones de brindar información útil a los usuarios y actores locales involucrados, permitiendo la viabilidad, conservación y gestión de la calidad del agua superficial en términos de sostenibilidad ambiental.

1.2.2 Objetivo específico

- ✓ Elaborar la línea base ambiental del área de estudio.
- ✓ Diseñar la base de datos espacial de los parámetros físico-químicos, microbiológicos, nutrientes, metales pesados y metaloides del ámbito de estudio.
- ✓ Normalizar y estandarizar la información geoespacial y base de datos del ámbito de estudio en función al tema de investigación planteado.
- ✓ Integrar las bases de datos espaciales de manera correlacionar, sistematizada y centralizada; que permita el análisis, consulta de datos y atributos, análisis espacial y monitoreo de los focos de contaminación ambiental del agua superficial de la Cuenca Hidrográfica Chancay-Huaral.
- ✓ Evaluar los focos de contaminación del agua superficial en el ámbito de estudio a través del análisis geo-estadístico.
- ✓ Evaluar los vertimientos y pasivos ambientales del área de estudio.

1.3 Justificación

La cuenca en estudio, constituye una de las de mayor importancia en la vertiente del pacífico, que da origen al río del mismo nombre, ubicándose en la costa central peruana.

La cuenca Hidrográfica Chancay – Huaral es una de las tres cuencas más importantes del Departamento de Lima, donde el uso que se le da al agua es para consumo poblacional, industrial y agricultura. Asimismo, permite satisfacer la demanda de agua del sector agricultura, energético, minero e industrial.

Sin embargo, sirve como receptor y medio de transporte de desechos domésticos e industriales contaminando la calidad del agua superficial.

Por los aspectos mencionados anteriormente, es necesario contar con información útil que permita planificar la intervención continua de la autoridad y los actores locales involucrados en el ámbito de estudio acorde con acciones conjuntas que permitan la adecuada gestión de la calidad del agua superficial para lograr su preservación, conservación y protección en términos de sostenibilidad ambiental.

Finalmente, es de vital importancia identificar y evaluar los focos de contaminación ambiental presentes en la cuenca en mención debido a la presencia de vertimientos de aguas residuales domésticas, municipales, industriales pesqueras, así como también la presencia de pasivos ambientales y disposición inadecuada de residuos sólidos en cauces de los cuerpos naturales de agua, que orienten a sustentar la evaluación mediante la caracterización y sectorización ambiental. De esta manera se podrá garantizar soluciones reales óptimas y acordes a la problemática actual de la calidad del agua para su administración y correcta gestión en el transcurso del tiempo.

1.4 Importancia

La importancia de contar con el diseño del sistema de información geográfica (GIS) para la gestión de la calidad del agua superficial en la cuenca hidrográfica en mención, radica en sus siguientes potencialidades, tenemos:

- ✓ Centralizar recursos, servicios de utilidad de comunicación con información actualizada y disponible para los usuarios, actores locales involucrados en el ámbito de estudio.
- ✓ Manejar la información geoespacial de manera fidedigna y oficial; la cual se usará como datos iniciales o de partida para el análisis de situaciones o para

finés de planeamiento estratégico, así como herramienta de análisis dentro de los procesos de planificación y toma de decisiones para contrarrestar los impactos ambientales presentes por los focos de contaminación ambiental in situ.

- ✓ Simplificar el proceso en la toma de decisiones a nivel interdisciplinario y multidisciplinario, mediante el GIS para la gestión de información geoespacial – ambiental de la Cuenca Hidrográfica Chancay – Huaral.
- ✓ Identificar y analizar zonas de presencia de vertimientos industriales, municipales, domésticos, residuos sólidos no tratados, residuos industriales para tomar medidas preventivas y su posterior solución ante ello.
- ✓ Monitorear constantemente la calidad del agua superficial de la Cuenca Hidrográfica Chancay – Huaral con información geoespacial actualizada e información proveniente de las entidades y actores locales involucrados.
- ✓ Elaborar modelos predictivos a través de los análisis geo-estadísticos de los parámetros ambientales para que sean aplicados en la gestión de la calidad del agua superficial de la Cuenca Hidrográfica Chancay – Huaral.

1.5 Limitaciones

Las limitaciones van acorde al no poder emplear un software GIS licenciado (debido a su costo unitario en el mercado y carencia de presupuesto) para el desarrollo del presente tema de investigación, razón por la cual se predispone del software ArcGIS 10.5 no licenciado y el empleo de software libre (que no requieren de licencia original) como parte complementaria para el diseño del GIS y su posterior implementación y funcionamiento.

Sin embargo, para fines de implementación a mediano y largo plazo se sugiere y recomienda adquirir una plataforma básica licenciada a optar, así como equipos de hardware necesario y un equipo multidisciplinario enfocados en el desarrollo del SIG para la gestión de la calidad del agua superficial del área de estudio,

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.2 Marco referencial

2.2.1 Antecedentes de la investigación

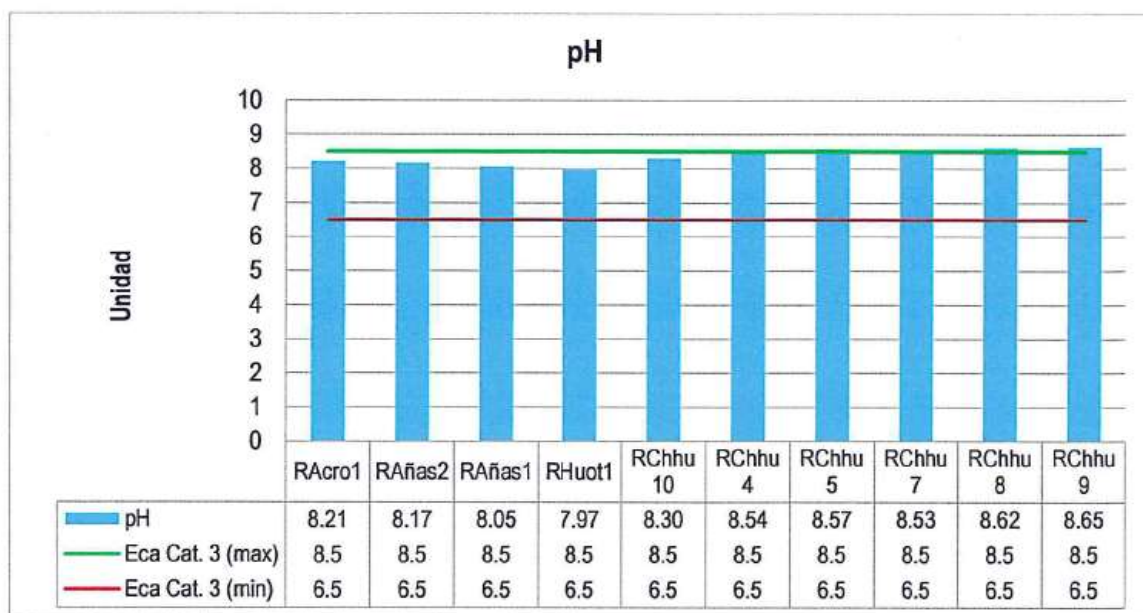
- **CHOPA SHISCO, Wilfredo (2014) Tesis: Estudio de la calidad e identificación de las principales fuentes contaminantes de las aguas de la cuenca baja del río Huaral-Chancay**

Realiza el estudio de la calidad del agua en el parte baja de la cuenca en mención en donde indica en general se detectan afecciones sobre los ECA-Agua Categoría 3, debido a concentraciones elevadas de aluminio, hierro y manganeso totales, y a concentraciones elevadas de coliformes totales y fecales.

- **ANA – PMGRH - (2014). Informe: Primer monitoreo participativo de la calidad del agua superficial de la cuenca Chancay-Huaral**

En este informe técnico, el ANA informa que las concentraciones de pH comparadas con el rango establecido (6.5 a 8.5 unidades) de ECA categoría 3: “Agua para riego de vegetales y bebida de animales”. Los puntos RChhu4 RChhu5, RChhu7, RChhu8 y RChhu9 exceden el valor establecido en el ECA, con tendencia alcalina.

Figura 01. Niveles de concentración de pH de ECA Categoría 3

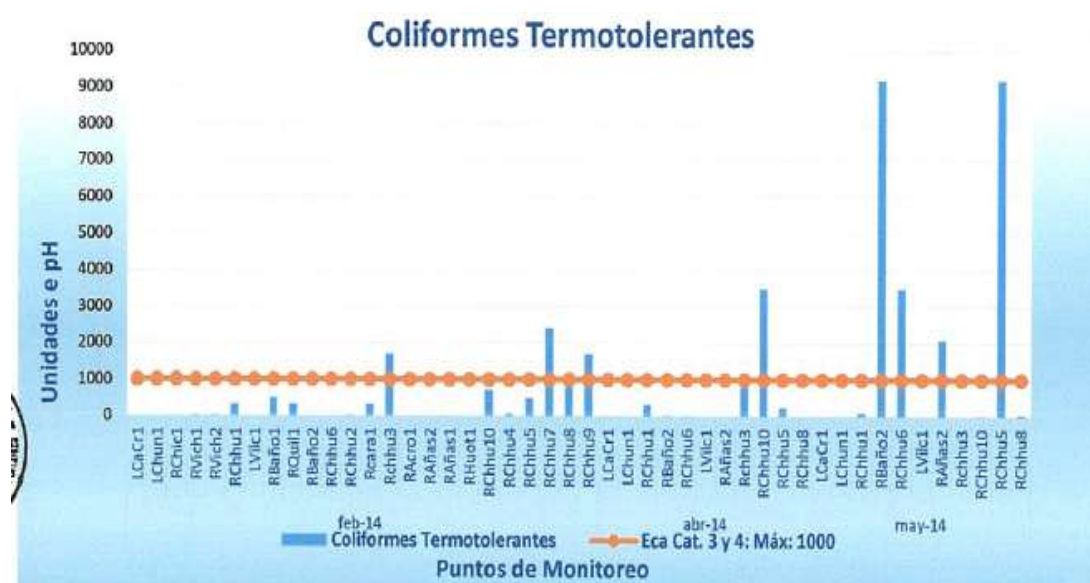


Fuente: ANA – PMGRH. 2014

▪ **ANA – PMGRH - (2014). Informe: Segundo monitoreo participativo de la calidad del agua superficial de la cuenca Chancay-Huaral**

En el informe en mención, El ANA indica que en la Cuenca Chancay-Huaral, se han determinado un total de 38 puntos de contaminación en las fuentes de agua, tales como: vertimientos de aguas residuales e industriales sin tratamiento, acumulación de basura (botaderos) en las riberas y cauces de los ríos y en el mar, evidencia del pasivo ambiental (relavera de la ex minera Santander).

Figura 02. Niveles de concentración de coliformes termotolerantes

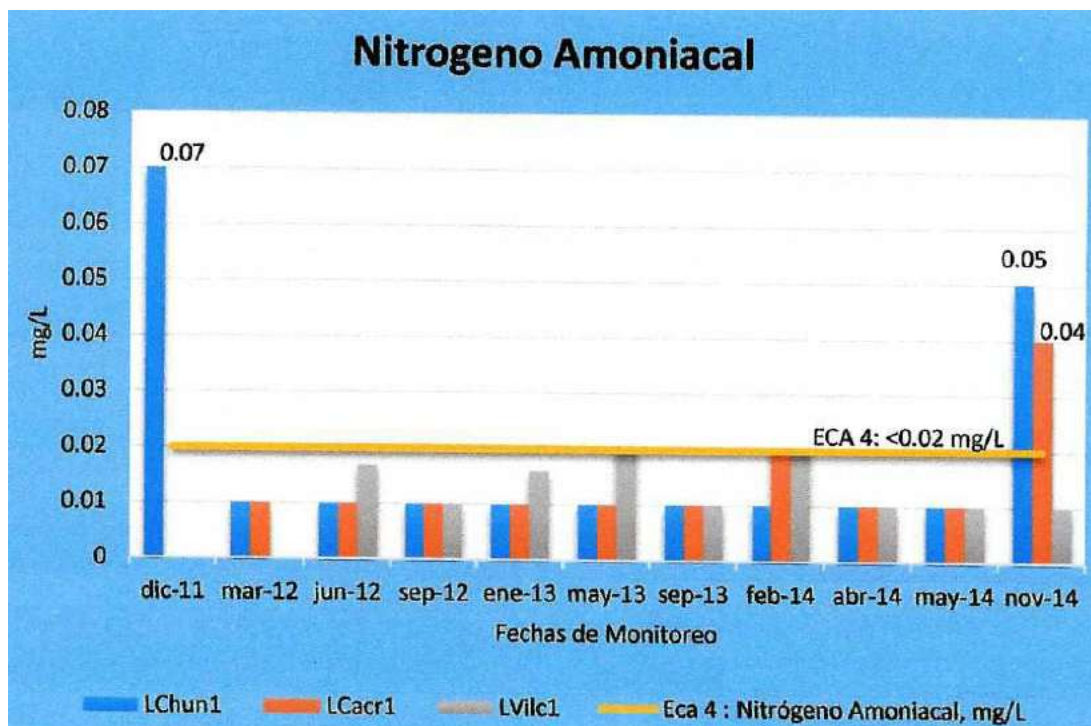


Fuente: ANA – PMGRH. 2014

▪ **ANA – PMGRH - (2014). Informe: Tercer monitoreo participativo de la calidad del agua superficial de la cuenca Chancay-Huaral**

En el presente informe, el ANA Indica que, con relación a los monitoreos anteriores de los meses de febrero a abril 2014, los puntos RBaño2, RChhu6, Rañas2 y RChhu5; incrementaron significativamente sus concentraciones, excediendo lo establecido según su categoría ECA categoría 3, probablemente debido a los vertimientos poblacionales del sector.

Figura 03. Niveles de concentración de nitrógeno amoniacal



Fuente: ANA – PMGRH. 2014

- **ANA – PMGRH - (2014). Informe: Cuarto monitoreo participativo de la calidad del agua superficial de la cuenca Chancay-Huaral**

En el informe técnico, el ANA indica que las concentraciones de nitrógeno total fueron comparadas con el rango establecido ($<0.002\text{ mg/L}$) del ECA categoría 4: “Conservación del ambiente acuático-lagunas”. Al respecto se puede observar altas concentraciones en los monitoreos realizados en diciembre del 2011(en LChn1) en que sobrepasaron los valores establecidos, sin embargo, en los monitoreos del 2012 y 2013 esto descendió a valores imperceptibles, volviéndose a incrementar para el monitoreo de noviembre del 2014 en LChun1 y LCacr1 con valores de 0.05 y 0.04 ml/L respectivamente.

- **CALLO AGUIRRE, Natalie (2014) Tesis: Propuesta de Mejoramiento de Diseño de Vertimiento de un efluente minero en la quebrada Chonta mediante la aplicación de un modelo de dispersión de contaminantes y los índices de calidad de agua**

Natalie Aguirre manifiesta en su tesis que la normativa ambiental determina que los titulares mineros están impedidos de verter efluentes a cuerpos de agua que no sean tratados previamente; por estas razones la disposición y el adecuado vertimiento de estos efluentes tratados a un cuerpo receptor determinarán la calidad del agua superficial.

- **PALOMINO ZAMORA, Henry (2015) Tesis: Efecto del cambio climático en la hidrología de la Cuenca Chancay-Huaral**

El valle del río Chancay - Huaral genera una de las producciones agrícolas más importantes de la costa peruana; sin embargo, como todos los valles de la costa, la satisfacción de la demanda futura de agua presenta incertidumbres debido al crecimiento poblacional, expansión de las áreas de cultivo y otras actividades productivas presentes en la cuenca.

- **INGEMMET (1994) Boletín Técnico: Estudio Geodinámico de la Cuenca del Río Chancay-Huaral**

Se indica que la cuenca baja del río Chancay-Huaral constituye la unidad hidrogeológica más importante con un reservorio acuífero constituido por depósitos cuaternarios de origen aluvial. Asimismo, la reducción de los efectos de los riesgos geológicos, mediante acciones preventivas que adopten medidas correctivas para cada tipo de fenómeno natural ocuriente en la cuenca, es fundamental para proteger el ambiente y salvar guardar las inversiones en pro del **desarrollo.**

- **ANA (2001) Estudio Técnico: Estudio Hidrogeológico del Valle Chancay-Huaral Tomos I y II**

En el presente estudio se indica que uno de los problemas fundamentales que afrontan los valles de la costa del Perú, es la escasez del recurso hídrico; debido a la irregularidad de las precipitaciones en las partes altas de la cuenca. La deficiente disponibilidad hídrica superficial se complica a un más con el pésimo manejo del agua de riego, debido fundamentalmente a la falta de una infraestructura de riego y drenaje que opere eficientemente y, a la carencia de una verdadera capacitación de los usuarios, lo que trae como consecuencia un desorden

en la distribución del recurso hídrico, así como la salinización de los suelos en la parte baja de la cuenca.

2.2.2 Referencias históricas

Relación de noticias relevantes que sustenta la propuesta del presente trabajo de investigación, tenemos:

Río Chancay presenta contaminación al igual que el 50 % de las cuencas monitoreadas. En el primer taller sobre la calidad del agua, realizado en Huaral, se indicó que el 50 % de las cuencas monitoreadas por la ANA, están contaminadas para el uso poblacional o para la agricultura. Entre ellas la cuenca del río Chancay, al que se han hecho 7 monitoreos, de parte de la ANA, de modo que está bien especificada la situación de la cuenca.

La Sra. Bety Chun Tong, Directora General de Calidad de los Recursos Hídricos, manifestó: “Hay contaminación por descargas de aguas residuales sin tratar, que se notan hasta a simple vista. Hay vertimientos domésticos, industriales, mineros, de residuos sólidos (basura). Todo eso afecta la calidad del agua. Si hay más desarrollo esto aumentará. Se tiene que lograr que sea sostenible y sustentable, para mejorar la calidad de vida de la población.

Los pobladores de las cuencas tienen que priorizar y comprometerse a hacer una acción concreta para lograr resultados positivos en un plazo de 10 años”. También estuvo presente el asesor de la ANA, Juan Carlos Vargas. Ambos presentaron las acciones estratégicas para mejorar la calidad del agua.

Indicaron que en Huaral se realizó el primero de 5 talleres sobre “Calidad del agua y manejo de los recursos hídricos en el País”. Indicaron que el tema es sobre la calidad y la cantidad del agua.

Aguas del río Chancay estarían contaminadas por metales pesados de minas (20 Mar 2014 | 23:30 h)

El investigador de la Asociación Protectora a la Vida (Asoprovida), Elmer Burga Mundaca, manifestó que cabe la posibilidad de que las aguas del río Chancay-Lambayeque estén contaminadas por metales pesados que provienen de las mineras, afectando de esa manera la salud de las personas, la agricultura y ganadería.

“Cabe la probabilidad de que el agua esté contaminada por metales pesados, eso lo tienen que determinar a través de los análisis, pero lo que decimos es que se puede estar dando en este momento. Acá no hay un sistema para que Epsel pueda procesar si es que los análisis arrojan estándares de metales pesados, pues se requiere el proceso de ósmosis inversa que permitiría eliminar más del 95 por ciento de metales pesados que pasarían al proceso de contabilización, acá solo se tienen procesos biológicos contaminantes”, añadió.

La problemática del río Chancay viene desde las nacientes de las lagunas Mishacocha, donde especialmente una parte es dedicada a las actividades mineras, y otra parte de las nacientes está en Pulán, donde se halla la minera La Zanja. “Ha habido denuncias donde el agua cogía color amarillo, rojizo, pero acá no hay especialista para verificar y levantar un acta sancionador, y lo peor es que la población se queda con esa inquietud. El agua si pasa o eleva, al llegar a la laguna Boro pasan esos metales pesados y luego a la planta de Epsel y la entidad no cuenta con el sistema de separación de metales”, dijo.

- **Disponen monitoreo en cuenca Chancay para evitar contaminación (08 de Noviembre del 2012 - 10:05)**

Para prevenir toda posibilidad de contaminación por la actividad minera que se desarrolla en Cajamarca, el Consejo Regional de Lambayeque aprobó dos ordenanzas regionales que disponen el monitoreo permanente de la cuenca hidrográfica del río Chancay y sus afluentes, para garantizar la calidad del recurso hídrico que abastece a la agricultura, ganadería, consumo humano e industrial.

Esta decisión del Pleno Regional se da a raíz de las resoluciones N° 089 y 090 de la Autoridad Nacional del Agua-ANA, que autorizan el vertimiento de aguas residuales industriales tratadas de la minera La Zanja a las quebradas La Pampa y El Cedro en Cajamarca, las cuales son tributarias del río Chancay, lo que constituye en

riesgo para Lambayeque, más aún si no hay garantías de que no exista contaminación por dicha actividad.

Las propuestas fueron presentadas y sustentadas por el consejero delegado, Oscar Zeña Santamaría. Las ordenanzas recibieron el respaldo de la mayoría del Pleno, a excepción del consejero aprista Andrés Palma Gordillo.

La primera Ordenanza Regional dispone que el Consejo de Gestión de los Recursos Hídricos de la Cuenca Chancay Lambayeque incluya en su plan de trabajo actividades de vigilancia, supervisión, monitoreo y fiscalización con una frecuencia no menor de tres veces por año.

Se recomienda que dicho Consejo en coordinación con la Autoridad Nacional y Local del Agua, adicione dos estaciones de monitoreo en el curso del río Lambayeque, las mismas que se ubicarían en la Estación Santeño, punto de captación de aguas que son conducidas hasta las lagunas Boro I y Boro II.

- **Piden investigar a empresa La Zanja por contaminación de ríos (01 de diciembre del 2012 - 10:16)**

El congresista Virgilio Acuña Peralta solicitó al ministro de Energía y Minas, Jorge Merino Tafur, investigar a la empresa minera La Zanja, por una presunta contaminación a las aguas del río Chancay de Lambayeque.

Dada la preocupación en la región por una supuesta contaminación del río Chancay, el congresista Virgilio Acuña Peralta solicitó al ministro de Energía y Minas, Jorge Merino Tafur intervenir en la denuncia realizada por el Comité de Lucha en Defensa del Valle Chancay contra la empresa minera La Zanja, por la presunta destrucción del cerro San Pedro que habría afectado el fluido de la corriente de agua.

"Demando que la actividad minera viene perjudicando al cerro Pampa verde, así como el río San Lorenzo, como consecuencia de los trabajos de explotación de la concesión minera que tiene en el distrito de Pulán, provincia de Santa Cruz, Cajamarca", declaró.

Acuña Peralta advirtió que por las acciones de la Minera La Zanja se podría derivar actos de violencia, cuyos responsables serían las autoridades encargadas de fiscalizar las actividades mineras.

2.3 Marco legal

2.3.1 Ley

- Nueva Ley RJ N° 056-2018-ANA – Aprueban clasificación de cuerpos de agua continentales superficiales.
- D. S. N°003-201 0-MINAM. "Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales".
- Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, artículos 79 y 80 (31/03/2009).
- D.S. N° 001-2010-AG, Aprueba el Reglamento de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, artículo 137.2 (24/03/2010).
- Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, que aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.
- Resolución Jefatural N°182-2011-ANA, que aprueba el Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad de los recursos hídricos superficiales.
- D.L N° 1285, modifica el artículo 79 de la Ley N° 29338 Ley de Recursos Hídricos y establece disposiciones para la adecuación progresiva a la autorización de vertimientos y a los instrumentos de gestión ambiental, artículo 3 (29/12/2016).
- D.S. N° 019-2009-MINAM, aprueba el Reglamento de la Ley N° 27446 Ley del SEIA, artículo 53 (05/09/2009).
- D.S. N°01 0-201 0-MINAM. "Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes líquidos de Actividades Minero- Metalúrgicas".
- D.S. N°003-2002-PRODUCE. "Límites Máximos Permisibles y Valores Referenciales para las actividades industriales de cemento, cerveza, curtiembre y papel".
- D.S. N°010-2008-PRODUCE. "Límites Máximos Permisibles para la Industria de Harina y Aceite de Pescado y Normas Complementarias"
- Ley N° 28611 – Ley General del Ambiente
- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM - Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias.
- Resolución Jefatural N° 119-2014-ANA. Aprueban el “Plan de Gestión de Recursos Hídricos en la Cuenca Chancay - Huaral”

- Resolución Jefatural N° 259-013-ANA. Aprueban la Guía para la Evaluación de los Recursos Hídricos
- Ley 28303, Ley Marco de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica.

Artículo 2.- Declaratoria de interés nacional: El desarrollo, promoción, consolidación, transferencia y difusión de la Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CTel), son de necesidad pública y de preferente interés nacional, como factores fundamentales para la productividad y el desarrollo nacional en sus diferentes niveles de gobierno.

Esta Ley permite garantizar la necesidad del estado en promover el desarrollo del país a través de la Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica, siendo estos puntos tomados como base para el planteamiento de la Tesis.

Aprobación de Directiva sobre "Normas Técnicas para la Administración del Software Libre en los Servicios Informáticos de la Administración Pública"

Resolución Jefatural N° 199 - 2003 – INEI

Conforme a lo establecido en el Artículo 5, inciso h) del Decreto Supremo N° 043-2001- PCM, es función del INEI, normar, supervisar y evaluar los métodos, procedimientos y Técnicas estadísticas e Informáticas utilizados por los Órganos de los Sistemas; el Decreto Supremo N° 013 - 2003 - PCM, establece medidas para garantizar la legalidad de la adquisición de programas de software en entidades y dependencias del Sector Público;... de acuerdo a los resultados de la IV Encuesta de Recursos Informáticos y Tecnológicos, el 18.63% de las 1026 entidades públicas que respondieron a la encuesta, hacen uso del software libre.

En uso de las atribuciones conferidas por el Artículo 8 del Decreto Legislativo N° 604 - Ley de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Estadística e Informática

SE RESUELVE

Artículo 1.- Aprobar la Directiva N° 008 – 2003 - INEI/DTNP, sobre "Normas

Técnicas para la Administración del Software Libre en los Servicios Informáticos de la Administración Pública"

Artículo 2.- Disponer que el alcance de esta Resolución comprende a las entidades del Poder Ejecutivo, Legislativo y Judicial, Organismos autónomos, Organismos Públicos Descentralizados, Gobiernos Regionales, Locales y Empresas Públicas a nivel Nacional.

Esta Normatividad es importante para fundamentar el uso de tecnología vinculada al software libre, tomada como base del desarrollo de la presente tesis.

2.4 Marco conceptual

El marco conceptual del presente plan de tesis se enmarca en los sgtes aspectos, tenemos:

Normas técnicas para diseño e implementación de Sistemas de Información Geográfica (GIS)

Las normas técnicas se realizan porque los datos y la Información que se generan deben ser homogéneos, comparables, compartibles, compatibles, confiables, consistentes y completos.

Para los datos geoespaciales, se norma el “QUÉ”, el resultado, que debe ser medible y comparado con las especificaciones numéricas declaradas en la norma.

Las normas técnicas deben incluir definiciones, términos, clases, grupos, nomenclaturas, signos, abreviaturas, indicadores, identificadores, directorios, símbolos, delimitaciones geográficas y demás elementos que sean indispensables para lograr homogeneidad y comparabilidad de los datos.

Los objetivos de desarrollar normas técnicas son la generación coordinada de datos, la integración compartida de datos, el intercambio eficiente de información y el desarrollo conjunto de soluciones. Las Normas Internacionales se sustentan en organizaciones involucradas en su desarrollo.

**International Organization for Standardization / Technical Committee 211
(ISO/TC 211)**

<http://www.isotc211.org>

Definición

Fue fundada en 1994. Es una unión de cerca de 55 instituciones internacionales de normalización. Se han desarrollado normas ISO de la 19101 a la 19140 (estado actual de la familia 19100). Cuenta con más de 20 nexos con organismos como OGC, ISPRS, IHO (Hydrography), DGIWG (GIS group of the NATO).

Relevancia

Las relevancias de los conjuntos de normas técnicas brindadas por la ISO son las siguientes:

- Estabilidad a largo plazo.
- Terminología bien definida.
- Base para proyectos grandes, (Integración de Sistema de Referencia Espacial, Catastro de la Propiedad y Topografía con un solo Modelo de datos).
- Normas individuales desarrolladas (Metadatos internacionalmente aceptados.)

ISO 19101 - Reference model

ISO 19102 – Overview – deleted

ISO 19103 - Conceptual schema language

ISO 19104 – Terminology

ISO 19105 - Conformance and testing

ISO 19106 – Profiles

ISO 19107 - Spatial schema

ISO 19108 - Temporal schema

ISO 19109 - Rules for application schema

ISO 19110 - Feature cataloguing methodology

ISO 19111 - Spatial referencing by coordinate

ISO 19112 - Spatial referencing by geographic identifiers

ISO 19113 - Quality principles

ISO 19114 - Quality evaluation procedures

ISO 19115 – Metadata

ISO 19116 - Positioning services

ISO 19117 – Portrayal

ISO 19118 – Encoding

ISO 19119 – Services
ISO 19120 - Functional standards
ISO 19121 - Imagery and gridded data
ISO 19122 - Qualifications and certification of personnel
ISO 19123 - Schema for coverage geometry and functions
ISO 19124 - Imagery and gridded data components
ISO 19125 - Simple feature access – Part 1-3
ISO 19126 - Profile - FACC Data Dictionary
ISO 19127 - Geodetic codes and parameters
ISO 19128 - Web Map Server Interface
ISO 19129 - Imagery, gridded and coverage data framework
ISO 19130 - Sensor and data model for imagery and gridded data
ISO 19131 - Data product specification
ISO 19138 – Data quality measures
ISO 19139 - Metadata Implementation

▪ **Web Map Service (WMS)**

Presenta un tipo de conexión más sencillo de interconexión cartográfica por Internet a comparación de desarrollar todo un diseño SIG en Web. Devuelve un gráfico (GIF, PNG, etc.) que se ajusta al mapa de destino. Presenta posibilidades limitadas para consultar los datos remotos y soporta cualquier formato, aunque más adecuado para capas donde no hay nada que filtrar (ortofoto, mapa de referencia, etc). La ventaja principal de un WMS es que la información fuente se mantiene en el Servidor de datos de la institución proveedora, y no puede ser descargada por la institución usuaria desde puntos remotos.

▪ **Web Feature Service (WFS)**

Este tipo de conexión permite descargar información vectorial desde puntos remotos. Asimismo, cuenta con todas las demás funcionalidades descritas en los WMS.

▪ **Datos fundamentales**

El dato espacial, como término, se refiere al dato que se puede ubicar en el espacio, sea con referencia a un sistema de coordenadas o a un orden topológico. El conjunto

de datos espaciales y no espaciales, los atributos del objeto constituyen la base de datos, que es el principal componente sobre el que se basan los análisis y los resultados que pueden ser implícitos como explícitos, que son producidos con los Sistemas de Información Geográfica (ESRI 2015).

Los Datos Fundamentales o Base, son los más comúnmente usados, creados y actualizados, necesarios para todos los tipos de proyectos que impliquen el análisis desde un punto de vista geográfico sobre el terreno o una zona de estudio.

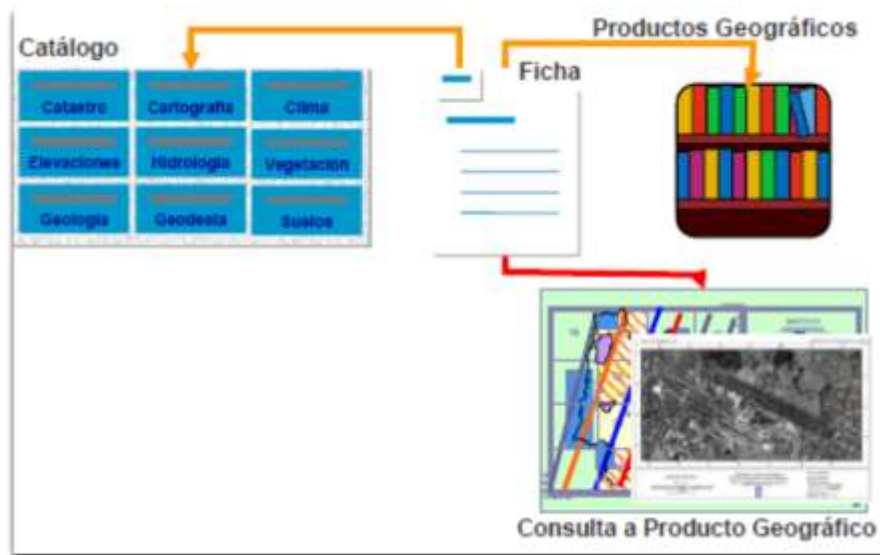
Principios de los datos fundamentales

- ✓ Debe ser producido a la vez y mantenido al nivel donde estos puedan tener mayor efectividad.
- ✓ Debe ser posible de combinarse con información espacial continua desde diferentes fuentes.
- ✓ Debe ser posible compartir la información a través de diferentes usuarios y aplicaciones.
- ✓ Debe ser posible compartirse entre diferentes niveles.
- ✓ Debe ser fácil de descubrir, atendiendo las necesidades de los usuarios.
- ✓ Debe ser fácil de entender e interpretar.
- ✓ Deben ser la fuente de datos preferida.
- ✓ Deben ser los mejores datos disponibles en un área: los más actuales, completos y precisos.
- ✓ Deben ser ampliamente usados y ser útiles para los usuarios quienes podrán integrarlos fácilmente con sus propios datos y retroalimentarlos.
- ✓ El acceso debe ser lo menos costoso posible y sin restricciones sobre su uso y difusión ya que éstos deben ser un recurso público.
- ✓ Al compartir la producción y el mantenimiento se debe minimizar la duplicación de esfuerzos y reducir los costos individuales de producción.
- ✓ El desarrollo y producción de los datos fundamentales debe estar basado en esfuerzos compartidos de muchos participantes que deben trabajar juntos en el diseño, desarrollo y producción de los mismos.

- **Catálogo de datos**

Un catálogo es una lista de muchos productos geográficos. Cada producto geográfico está representado por una ficha. Cada ficha contiene la descripción del producto geográfico y su ubicación física.

Figura 04: Integración de productos geográficos



Fuente: Integración de productos geográficos IGAC 2000

- **Modelo de base de datos espacial**

La base de datos geográfica o espacial es una colección de datos acerca de objetos localizados en una determinada área de interés en la superficie terrestre, organizados de manera que puede servir eficientemente a una o varias aplicaciones.

Una base de datos geográfica requiere de un conjunto de procedimientos que permitan hacer un mantenimiento de ella tanto desde el punto de vista de su documentación como de su administración. La eficiencia está determinada por los diferentes tipos de datos almacenados en diferentes estructuras. El vínculo entre las diferentes estructuras se obtiene mediante el campo clave que contiene el número identificador de los elementos. Tal número identificador aparece tanto en los atributos gráficos como en los no gráficos. (IGAC 2010)

Los atributos no gráficos son guardados en tablas y manipulados por medio de un sistema manejador de bases de datos. Los atributos gráficos son guardados en archivos y manejados por el software de un SIG.

- **Metadato y Catálogos**

En la descripción de datos o servicios de mapas, los metadatos facilitan su localización por los usuarios, y su uso generalizado en una infraestructura interoperable. Normalmente los metadatos se almacenan en catálogos, y son accesibles a aplicaciones y servicios por medio de interfaces de catálogo. El usuario buscará a través de estas interfaces de catálogo de metadatos, los productos cartográficos que necesita para el desarrollo de sus actividades. El Recetario de Global Spatial Data Infraestructure - GSDI proporciona una visión concisa sobre los estándares de acceso a metadatos a través de interfaces de catálogos, y sobre la codificación y contenido de los metadatos. (ESRI 2015)

- **Cartografía Web y visualización**

La información geográfica devuelta como mapas con significación visual es lo que hace dinámicos a los datos al ser usados por los usuarios. Los mapas dinámicos van a permitir una mayor interacción con el usuario y brindarles información a distintas escalas de trabajo y modificando requerimientos de dichos usuarios.

- **Sistema de referencia de coordenadas**

Los sistemas de referencia de coordenadas que asocian números con localizaciones de la tierra, sirven de base en la mayoría de peticiones de servicios y transferencia de datos geoespaciales. Estos códigos asociados a la información espacial van a permitir determinar a qué tipo de Sistema de Proyección y Elipsoide de Referencia pertenece dicho elemento.

- **Geoportales**

Para lograr la interacción adecuada entre los proveedores de datos y los usuarios de los mismos, es recomendable realizar un Geoportal. Un Geoportal pretende que los usuarios cuenten con mecanismos de acceso diferentes a los tradicionales, permitiéndoles realizar consultas, visualización y manipulación de los productos

y servicios disponibles en la institución proveedora; de tal forma, que se optimice la distribución de los datos y tiempos de respuesta a los pedidos realizados, con una adecuada inversión de recursos humanos, tecnológicos y económicos.

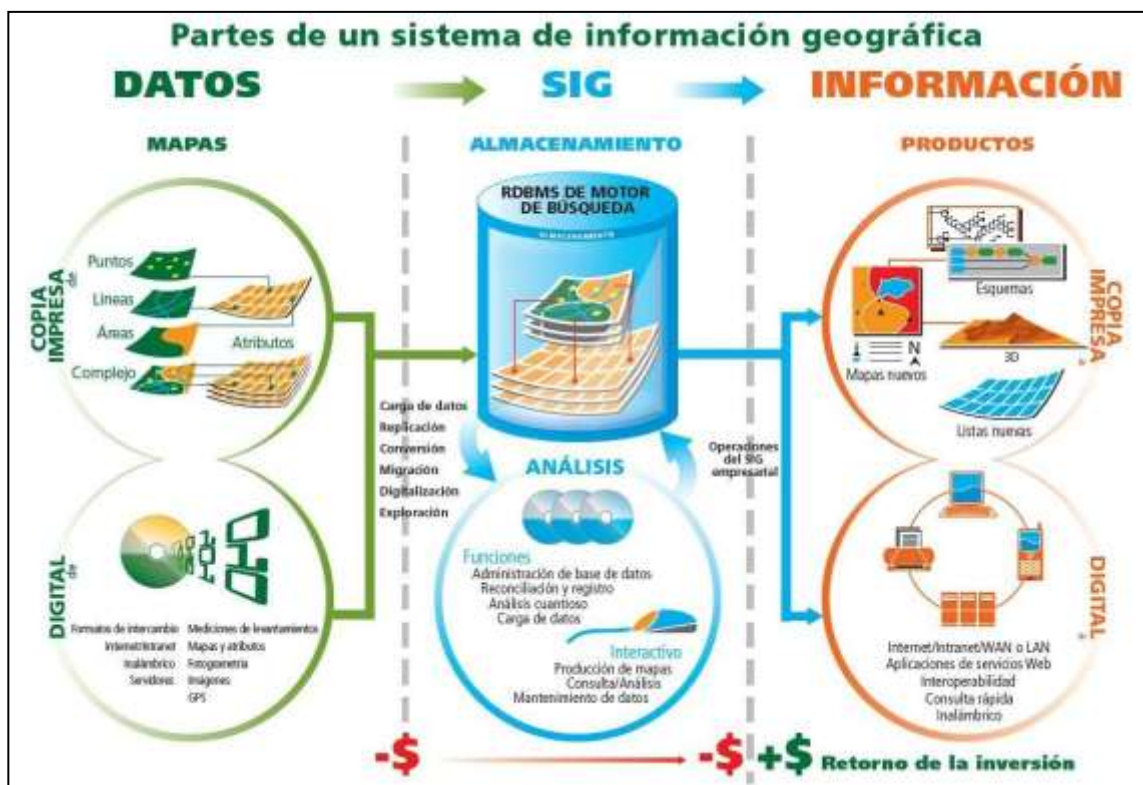
Los Geoportales son sitios web cuya finalidad principal es ofrecer una Puerta para encontrar información geográfica que puede ser distribuida y acceder en línea a aquella que sea de interés. (IGAC 2010)

2.5 Marco teórico

2.5.1 Sistema de Información Geográfica

Un SIG o GIS (Siglas en inglés) es un sistema compuesto y estructurado por hardware, software, personal especializado, datos y procedimientos diseñados para la administración, captura, análisis, manipulación, consulta y el modelamiento de datos geolocalizados o georreferenciados en un área geográfica determinada con la finalidad de optar por toma de decisiones y resolver problemas complejos en materia de ingeniería, administración y planeamiento estratégico tanto a nivel local, regional, continental y mundial.

Figura 05. Partes de un SIG o GIS



Fuente. ESRI USA 2015

2.5.2 Datos geográficos

Son proposiciones referentes a experiencias efectuadas. Éstas se almacenan para ser utilizadas como evidencias de un fenómeno u objeto una vez interpretado; los datos que la ciencia utiliza son los que se refieren a hechos comprobados.

Los datos geográficos son entidades espacio–temporales que cuantifican la distribución, el estado y los vínculos de los distintos fenómenos u objetos naturales y sociales. Un dato se caracteriza por tener:

- ✓ Posición absoluta: sobre un sistema de coordenadas (x, y, z).
- ✓ Posición relativa: frente a otros elementos del paisaje (topología, incluido, adyacente, cruzado, entre otros).
- ✓ Figura geométrica que lo representa (punto, línea, polígono).
- ✓ Atributos que lo describen (características del elemento o fenómeno).

Desde la perspectiva tecnológica, los SIG deben ser capaces de manipular y analizar entidades, atributos, geometría y topología de forma integrada.

Los datos geográficos son la clave para diferenciar un SIG de otro sistema de información. Además, antes de discutir operaciones SIG, se debe comprender la naturaleza de los datos geográficos; por ejemplo, si tomamos el elemento vías, podemos referirnos a su ubicación con la pregunta ¿dónde está? Y a sus características, como longitud, nombre, límite de velocidad y dirección.

La ubicación, también llamada geometría o forma (figura), representa datos espaciales. Ej. El elemento vías tiene dos componentes: el espacial y sus atributos (Kang–Tsung Chang, 2004).

Los datos geográficos permiten dar respuesta a las preguntas ¿Qué?, ¿Dónde? y ¿Cuándo?, utilizando las componentes temática, espacial y temporal respectivamente.

La existencia de la componente temática y espacial en los datos geográficos permite que el análisis de éstos se produzca desde tres puntos distintos de vista. Desde un primer punto de vista podemos considerar solamente la componente temática y

hacer análisis de tipo estadístico o de análisis de datos. Un segundo punto de vista puede considerar el aspecto espacial de los datos geográficos y estudiar sus características geométricas puras. Finalmente podemos considerar un tercer aspecto más completo que involucra las dos componentes simultáneamente. (IGAC 2010)

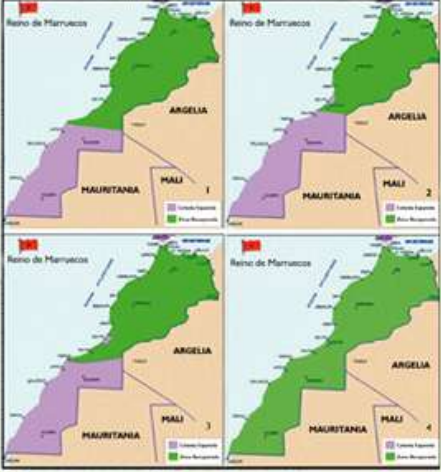
El componente espacial hace referencia a la localización geográfica de los objetos, ya sea de manera geométrica o absoluta en relación a algún sistema de referencia exterior y las relaciones topológicas cualitativas que mantiene con otros objetos espaciales, por ejemplo: a la izquierda de, debajo de, dentro de, etc. Esta referenciación topológica facilita desarrollar análisis y operaciones complejas con los datos espaciales y es la que diferencia a un SIG de un sistema de cartografía digital que sólo utiliza referenciación absoluta.

La componente temática Son las características que se conocen como atributos de los objetos con los que representamos el mundo real. Cada objeto puede registrar un determinado valor para sus atributos (variables), los cuales pueden presentar cierta regularidad en el espacio y en el tiempo y, además, pueden ser de distinto tipo y escala de medida (Gutiérrez y Gould, 1994). Los atributos se expresan como variables, que pueden ser:

- ✓ Continuas: es decir, que admiten cualquier valor en un rango.
- ✓ Discretas: son aquellas que sólo admiten valores en números enteros.
- ✓ Fundamentales: se obtienen directamente del proceso de medición. Por ejemplo, población.
- ✓ Derivadas: se obtienen al relacionar dos o más variables fundamentales. Por ejemplo, densidad de la población.

La componente temporal supone la necesidad de almacenar y tratar grandes volúmenes de datos, ya que cada estrato, capa o nivel de información se debe almacenar tantas veces como momentos temporales se consideren para el análisis del área de estudio (Gutiérrez y Gould, 1994)

Figura 06. Componente temporal de datos geográficos

Elementos de la componente temporal	Descripción
Cambio en las componentes espacial y temática	Las distribuciones espaciales se van modificando con el paso del tiempo, así el tiempo lleva asociada la idea de cambio.
Representación de los procesos espacio-temporales	

Fuente. IGAC – Colombia, 2015

Por otra parte, el énfasis de calidad cartográfica se centra en analizar los errores de posición y atribución introducidos durante la fase de procesamiento de datos y sus repercusiones sobre las sucesivas operaciones. La generación de nueva información que puede provenir de un SIG depende significativamente de la información que posee la base de datos disponible. La calidad de esta base de datos y sus contenidos determinan la cantidad y calidad de los resultados obtenidos del SIG.

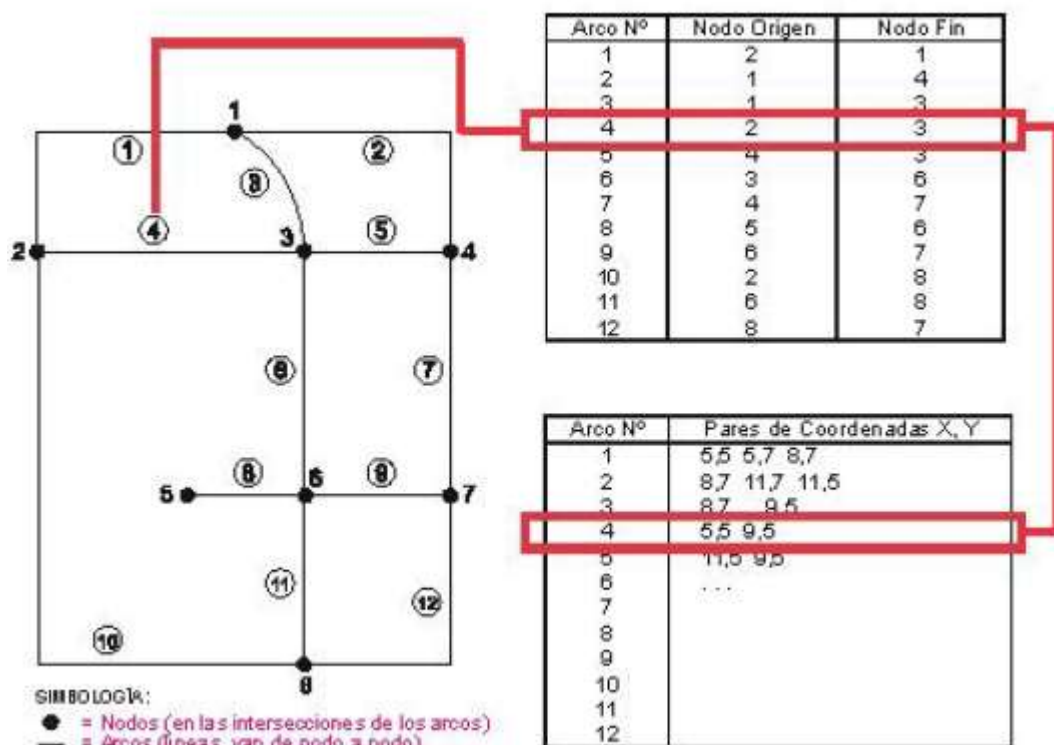
2.5.3 Representación digital de datos geográficos

La base de datos espacial SIG es una colección de datos georreferenciados en el espacio que funcionan como un modelo representativo de la realidad y está sujeto bajo reglas internacionales denominadas “modelo de datos”. Los modelos de datos geográficos que se emplean con frecuencia en un SIG son el modelo vectorial y el modelo ráster.

▪ Modelo Vectorial

Este tipo de modelo utiliza vectores definidos por pares de coordenadas relativas a algún sistema cartográfico para la descripción de los objetos y metadatos geográficos. Para poder implementar en un software, se requiere de relaciones entre estructuras de datos o tablas con datos ordenados de forma tabular que contienen columnas comunes a partir de las cuales se pueden relacionar datos no comunes entre una y otra tabla o estructura.

Figura 07. Modelo de dato vectorial



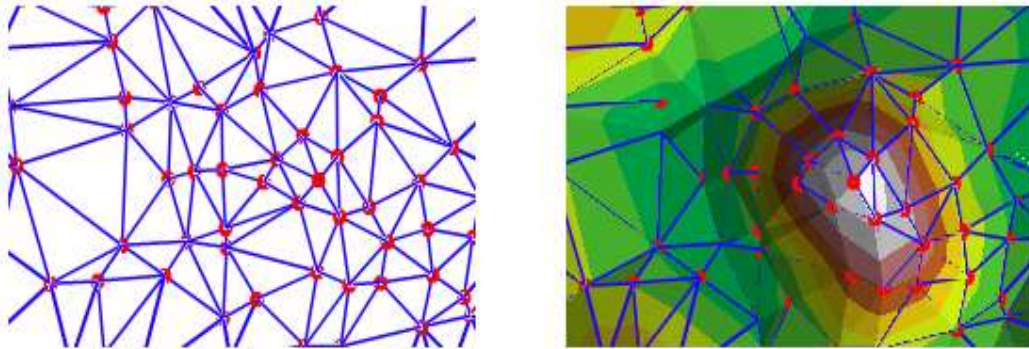
Fuente. CASTILLO OSORIO, Ever - Tesis: Diseño de una IDE aplicada en la gestión del riesgo hidrometeorológico UNI 2009

▪ Modelo Ráster

Este modelo se basa en una estructura Inter dinámica de las relaciones de vecindad entre los datos u objetos geográficos. La zona de interés o de evaluación se subdivide en mallas regulares de pequeñas celdas denominadas pixeles con un valor numérico atribuido a cada celda representando de esta manera un valor temático entre celda y celda.

Las TIN se suelen utilizar para el modelado de alta precisión de áreas más pequeñas, como en aplicaciones de ingeniería, donde resultan útiles porque permiten realizar cálculos de área planimétrica, área de superficie y volumen.

Figura 09. Modelo de formato TIN



Fuente. <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/tin/fundamentals-of-tin-surfaces.htm>

2.5.4 Geodatabase

Una Geodatabase es un repositorio que contiene datos espaciales dentro de un Sistema Manejador de Bases de Datos Relacionales (RDBMS). Este Puede contener datos vectoriales, datos ráster, tablas, y otros objetos SIG. El término Geodatabase es utilizado para nombrar una Base de Datos geográfica que es una base de datos relacional que contiene información geográfica. (ESRI 2015)

Por otra parte, soporta un modelo objeto relacional de datos vectoriales; asimismo permite definir relaciones entre objetos junto con reglas para mantener su integridad referencial.

Por otra parte, los tipos de datos que se pueden almacenar en una geodatabase son:

- ✓ Datos vectoriales
- ✓ Datos ráster
- ✓ Datos tabulares
- ✓ Datos TIN

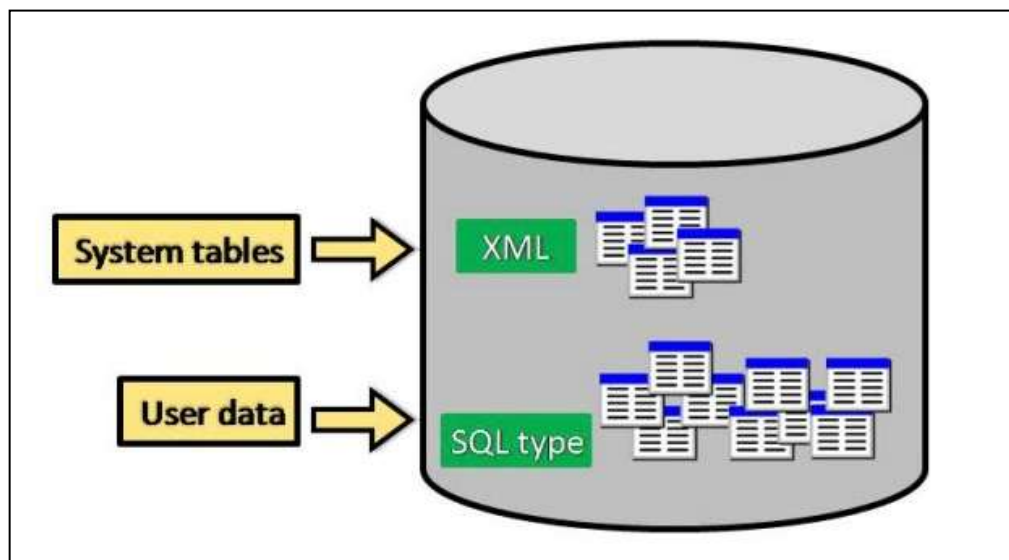
En el centro de la geodatabase se encuentra un esquema de base de datos relacional estándar (una serie de tablas de base de datos, tipos de columna, índices y

otros objetos estándar de base de datos). El esquema se almacena en una colección de tablas del sistema de geodatabase en el DBMS que define la integridad y comportamiento de la información geográfica. Estas tablas se almacenan como archivos en disco o dentro del contenido de un DBMS como Oracle, IBM DB2, PostgreSQL, Informix de IBM o Microsoft SQL Server.

Se utilizan tipos de columna bien definidos para almacenar los atributos tabulares tradicionales. Cuando la geodatabase se almacena dentro de un MDB, las representaciones espaciales, la mayoría normalmente representadas por vectores o ráster, generalmente se almacenan utilizando un tipo espacial extendido.

Dentro de la geodatabase, hay dos conjuntos primarios de tablas; tablas del sistema y tablas de dataset.

Figura 10. Modelo de Geodatabase



Fuente: <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/geodatabases/the-architecture-of-a-geodatabase.htm>

Desde el punto de vista vectorial, la geodatabase se compone de las siguiente estructura, tenemos:

- **Object class (Clase de objeto)**

Es una tabla de la base de datos con la que se puede asociar el comportamiento. Las filas en una tabla son instancias del objeto que tienen comportamiento especial en el SIG. Un ejemplo de una clase de objeto es “propietarios” de “parcelas”. Es posible establecer una relación entre las características del polígono para “parcelas” y la clase de objeto “propietarios”.

- **Feature class (Clase de elemento)**

Es una colección de elementos del mismo tipo. Un elemento es simplemente un objeto que tiene una localización almacenada en una fila como una de sus propiedades o campos. Un tipo común de elemento geométrico es el punto, línea, polígono, o anotación. Ejemplos de Feature classes son los ríos, provincias, y vías. Las Feature classes pueden ser independientes una de otra o pueden estar relacionadas a otra Feature class.

- **Feature attributes (Atributos del elemento)**

Son las propiedades almacenadas como campos en una tabla de Feature class. Los atributos definen propiedades estándar y personalizadas de elementos y pueden ser numéricos, texto, imagen o identificadores descriptivos.

- **Subtypes (Subtipos)**

Es un conjunto de clases para los miembros de una Feature class. Un Feature class puede contener elementos con las mismas propiedades y comportamiento general, pero con un rol o significado diferente en el modelo de datos.

- **Feature dataset (Conjunto de datos de elementos)**

Es una colección de Feature classes con la misma referencia espacial. Las Feature classes pueden ser organizadas en redes o topologías planares en un Feature dataset. Los Feature datasets son vitales cuando el SIG debe modelar un sistema de características relacionadas espacialmente como redes, carreteras, capas geográficas (como terrenos, topografía de superficie y vegetación), censos de geografía, etc. (UNIGIS 2010)

- **Relationships (Relaciones)**

Es la asociación entre dos objetos. Una relationship permite trabajar con features (elementos) y filas relacionadas en tablas, así como también relaciones entre filas. Las relationships están organizadas dentro de las relationship class. Una relationship class define un conjunto de instancias de relación entre dos feature classes u object classes.

2.5.5 Estandarización de datos espaciales

Para facilitar la integración, intercambio y acceso a la información geográfica se requiere establecer, perfeccionar y alinear los perfiles de la estandarización de esta información.

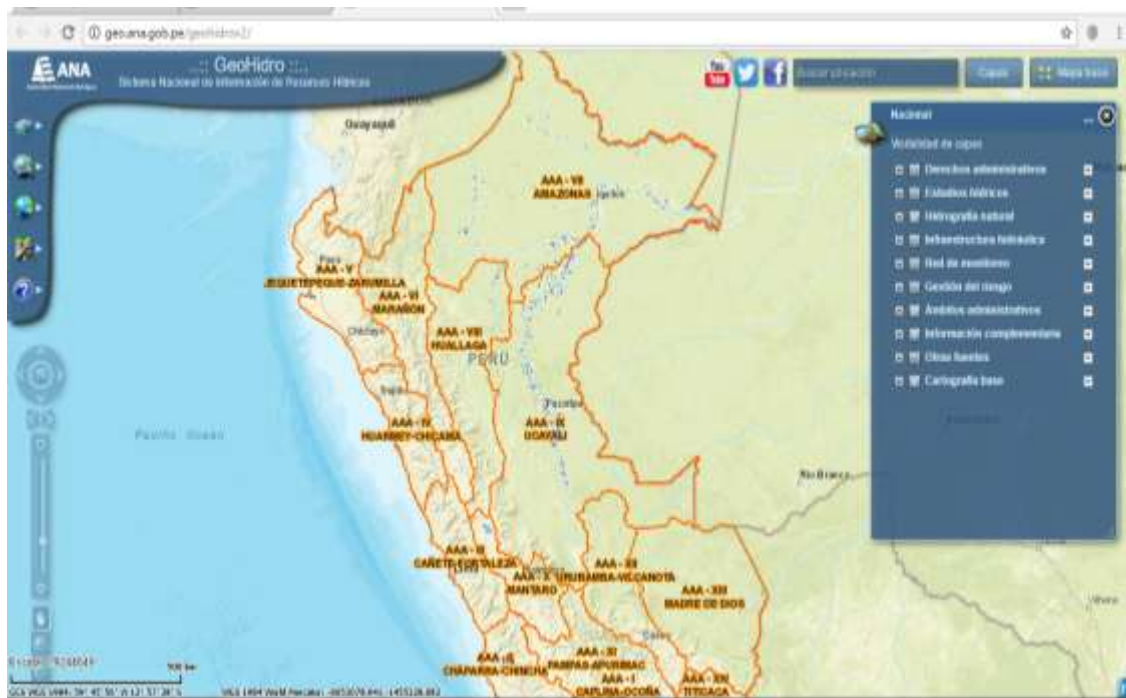
Por ende, Los estándares se definen mediante el acuerdo o consenso entre las principales empresas, instituciones y organismos tanto del sector público como privado en una categoría específica del conocimiento, ellos son quienes a través de la conformación de consorcios definen las especificaciones técnicas únicas para el diseño de modelos y elaboración de productos que puedan ser compartidos y/o utilizados sin ningún problema en cualquier parte del mundo contribuyendo notablemente a su integración.

2.5.6 Cartografía en la web y visualización

Un servicio de cartografía web (Web Mapping Service - WMS) es un servicio alojado en un servidor remoto o servidor local parecido a una página web en donde se puede acceder a él siempre que se tenga una conexión con el servidor local en sí.

Se refiere al proceso de diseñar, aplicar, generar y visualizar u ofrecer datos geoespaciales a través de la World Wide Web. La tecnología Web Mapping intenta suministrar estos datos en formato GML (Geographic Markup Language), de acuerdo con las especificaciones de OpenGIS Consortium, con el fin de conseguir una interoperabilidad de los datos espaciales (comunicación de datos espaciales entre sí para toma de decisiones).

Figura 11. Cartografía Web de la Autoridad Nacional del Agua (ANA)



Fuente: <http://geo.ana.gob.pe/geohidro2/>

CAPÍTULO III

3. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

3.1 Metodología

3.1.1 Método

Es cuantitativa ya que se dispondrá de datos de monitoreo de calidad de agua superficial para su posterior evaluación y realización de los respectivos modelos predictivos a través del análisis geoestadístico como parte del diseño del sistema de información geográfica (GIS) propuesto en el presente trabajo de investigación.

3.1.2 Tipo de la investigación

La presente investigación aborda el tema de forma descriptiva y explicativa causal debido a que interrelaciona variables dependientes e independientes que buscan brindar nuevos conocimientos sobre el tema tratado en el ámbito de estudio.

3.1.3 Nivel de la investigación

El nivel de investigación es de tipo explicativo y correlacionar debido al análisis de aspectos y parámetros ambientales dentro de la envergadura de la investigación.

3.2 Diseño de la investigación

Es no experimental y descriptivo porque se va a analizar cada uno de los resultados obtenidos respecto a los datos de calidad del agua superficial y correlacional - casual para con ello determinar la relación entre una variable y otra y como una depende de la otra.

3.3 Hipótesis de la investigación

3.3.1 Hipótesis general

El diseño del sistema de información geográfica (SIG) aplicado a la gestión de la calidad del agua superficial en el área de estudio permitirá identificar los focos de contaminación ambiental en el ámbito de estudio y de esta manera permitirá priorizar alternativas y estrategias desde la perspectiva de prevención/mitigación de impactos ambientales.

3.3.2 Hipótesis específicas

- ✓ El análisis geoestadístico de los parámetros ambientales determina la caracterización geoespacial y ambiental de la calidad del agua superficial de la cuenca hidrográfica en estudio.
- ✓ La integración de las bases de datos espaciales a través de la geodatabase determina la correlación de los parámetros ambientales con el análisis geoestadístico.

3.4 Variables

Tabla 01. Relación de variables dependientes e independientes

VARIABLES	INDICADOR
1. Variable Independiente	
Gestión de la calidad del agua superficial	Unidad temática/Base de datos espacial
2. Variable Dependiente	
Sistema de Información Geográfica	Procesos y aplicaciones
3. Variables Intervinientes	
Aspectos físicos, económicos, hidrológicos Parámetros fisicoquímicos, microbiológicos, inorgánicos, nutrientes, metales	%, mg/L

Fuente. Elaboración propia

Tabla 02. Relación de indicadores

INDICADORES OPERACIONALES	
Indicadores	Unidad de Medida
INDICADORES INDEPENDIENTES	
I.- ETAPA DE ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO	
1.. INFORMACION CARTOGRÁFICA	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cartografía base Institucional a diferentes escalas (1/100,000; 1/50,000, etc.). ▪ Insumos satelitales (imágenes de satélite, etc.). ▪ Disposición de productos cartográficos por parte de las entidades competentes dentro del ámbito de estudio. ▪ Manejo de base de datos espacial y no espacial externa. ▪ Manejo de diseños, diagrama de flujos y tratamiento de la información geoespacial 	Unidad temática
2.- SOFTWARES	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Disposición de software SIG libres ▪ Disposición de software SIG no licenciados 	# de licencias
3.- EQUIPAMIENTO DE HADWARE	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Disposición de estación de trabajo (computadora) 	Precio Unitario
4.- PERSONAL	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Disposición de especialista para el manejo del sistema de información geográfica. 	# de personas
II.- ETAPA DE DISEÑO DE LA BASE DE DATOS ESPACIAL	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Preparación y diseño de la base de datos espacial ▪ Estandarización y normalización de la base de datos espacial ▪ Migración y enlace 	Carácter lógico

<p>III.- ETAPA DE DESARROLLO DE APLICACIONES</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Análisis geoestadístico de parámetros ambientales ▪ Diseño del protocolo de la información geoespacial y metadatos geográficos. ▪ Interfaz y publicación de cartografía 	Unidad relacional
<p>IV.- ETAPA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Prueba pre instalación ▪ Mantenimiento de funcionalidades 	# de entradas y pruebas
<p>V.- ETAPA DE CAPACITACION</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacitación a personal autorizado para el manejo y manipulación del sistema de información geográfica ▪ Coordinaciones técnicas 	# de personas/# de impartición de horas
INDICADORES DEPENDIENTES	
Diseño del SIG para la gestión de la calidad del agua superficial	Procesos y operatividad

Fuente. Elaboración propia

3.5 Cobertura del Estudio

3.5.1 Universo

Está constituida por las diferentes actividades productivas que se desarrollan dentro de la jurisdicción del ámbito de la Cuenca Hidrográfica Chancay-Huaral y que tienen que ver directamente con la incidencia directa en la calidad del agua superficial.

3.5.2 Población

El grupo social lo conforman los pobladores y comunidades inmersos dentro de la jurisdicción de la Cuenca Hidrográfica Chancay-Huaral.

La población del ámbito de influencia de estudio abarca los 12 distritos ubicados en la provincia de Huaral y son las sgtes, tenemos:

- Huaral
- Atavillos
- Lato
- Atavillos Bajo
- Aucallama
- Chancay
- Ihuari
- Lampian
- Pacaraos
- San Miguel de Acos
- Santa Cruz de Andamarca
- Sumbilca
- 27 de Noviembre

Según el último censo del INEI (2007), se tiene que la población estimada es de 164,660 habitantes hasta la actualidad.

3.5.3 Muestra

Está acorde a la relación de los monitoreos a considerar para la evaluación de la calidad del agua superficial de la cuenca en mención y su manejo a través del diseño del sistema de información geográfica, tema del presente trabajo de investigación.

3.5.4 Muestreo

Esta acorde a la cantidad de monitoreos ambientales prioritarios en el ámbito de estudio.

3.6 Técnicas e instrumentos

3.6.1 Técnicas de la investigación

La técnica por emplear es del tipo observatorio directo, técnica de laboratorio para el análisis de los monitoreos ambientales y aplicación de modelos cartográficos para el diseño del sistema de información geográfica materia del presente tema de investigación.

3.6.2 Instrumentos de la investigación

Los instrumentos por emplear para el desarrollo del presente trabajo de investigación son los sgtes, tenemos:

A. CARTOGRAFIA BASE

- Cartas nacionales 1/100,000 del IGN correspondiente al área de estudio
- Modelos DEM de 30 m de resolución
- Datos de estaciones de monitoreo y vertimientos de efluentes del primer, segundo, tercer y cuarto informe de monitoreo participativo del ANA en la cuenca en mención.
- Censo poblacional INEI (2007)

B. MAPAS TEMÀTICOS

- MAPA 1. Mapa de Ubicación
 - MAPA 2. Mapa de la Cuenca Hidrográfica Chancay – Huaral
 - MAPA 3. Mapa Topográfico
 - MAPA 4. Mapa de pendientes
 - MAPA 5. Mapa Geológico
 - MAPA 6. Mapa Geomorfológico

- MAPA 7. Mapa Climático
- MAPA 8. Mapa Hidrológico
- MAPA 9. Mapa de Zonas de Vida
- MAPA 10. Mapa de Densidad Poblacional
- MAPA 11. Mapa de Ubicación de Vertimiento de Efluentes
- MAPA 12. Mapa de Ubicación de Pasivos Ambientales
- MAPA 13. Mapa de Estaciones de Monitoreo Ambiental
- MAPA 14. Mapa de Análisis Geoestadístico del pH
- MAPA 15. Mapa de Análisis Geoestadístico de la Conductividad Eléctrica
- MAPA 16. Mapa de Análisis Geoestadístico de DBO5
- MAPA 17. Mapa de Análisis Geoestadístico de DQO
- MAPA 18. Mapa de Análisis Geoestadístico de Sólidos Suspendidos Totales
- MAPA 19. Mapa de Análisis Geoestadístico de Coliformes Fecales
- MAPA 20. Mapa de Análisis Geoestadístico de Fosfatos
- MAPA 21. Mapa de Análisis Geoestadístico de Nitratos
- MAPA 22. Mapa de Análisis Geoestadístico del Sodio
- MAPA 23. Mapa de Análisis Geoestadístico del Magnesio
- MAPA 24. Mapa de Análisis Geoestadístico del Aluminio Total
- MAPA 25. Mapa de Análisis Geoestadístico del Arsénico Total
- MAPA 26. Mapa de Análisis Geoestadístico del Plomo
- MAPA 27. Mapa de Análisis Geoestadístico del Zinc Total
- MAPA 28. Mapa de Focos de Contaminación Ambiental

C. INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA

- Estructura demográfica
- Infraestructura de servicios básicos
- PEA
- Demanda demográfica del agua
- Demanda industrial del agua
- Demanda pecuaria del agua

D. MATERIALES - OTROS

- Utensilios de escritorio
- GPS
- Libreta de campo

E. HADWARE Y SOFTWARE

- Software no licenciado ARCGIS 10.5
- Software libre ILWIS, OPENGIS
- Visualización web: POSTGIS, SUPER MAP i9D
- Google earth pro
- LAPTOP ASUS I7 Séptima generación
- Ofimática

3.6.3 Fuentes

▪ Base cartográfica a escala 1/100,000 del Instituto Geográfico Nacional – IGN.

▪ Base cartográfica a escala 1/100,000 y 1/50,000 de la Autoridad Nacional del Agua.

- Base cartográfica a escala 1/100,000 del Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI.
- Imágenes satelitales periodos 2017 – 2018 provenientes del sensor satelital SENTINEL 2 – COPERNICUS del área de estudio.

3.7 Procesamiento estadístico de la información

3.7.1 Estadísticos

Está asociada, en una primera instancia, a la recolección de datos de información cartográfica de diferentes entidades, así como la relación de monitoreos ambientales ejecutados durante las I, II, III y IV campaña de monitoreos participativos ejecutados por el ANA en el ámbito de estudio durante los años 2012, 2014 y 2015.

3.7.2 Representación

Los parámetros físico químicos, datos geoquímicos, vertimientos industriales están representados, estadísticamente, a través de flujos de histogramas y diagramas de frecuencia y su distribución espacial a través de procesos de geoestadística (método Kernel) como parte del diseño del sistema de información geográfica para la gestión de la calidad del agua superficial de la cuenca en estudio que es materia de la presente investigación.

3.7.3 Técnica de comprobación de la hipótesis

Están asociadas al diseño del base de datos espacial, pasos y procedimientos para la el diseño del SIG y los modelamientos ambientales a elaborarse para la evaluación de la calidad del agua superficial de la cuenca en estudio.

Todos estos aspectos se detallan en el capítulo VI de la presente tesis.

CAPITULO IV

4. LINEA BASE AMBIENTAL

4.1 Línea base física

4.1.1 Ubicación y superficie

Ubicación Geográfica

La Cuenca Hidrográfica Chancay – Huaral se ubica en la parte norte del departamento de Lima, entre las siguientes coordenadas geográficas 11°01 y 11°38 de latitud sur y los meridianos 76°29 y 77°16 de longitud Oeste.

Limita:

- Por el Norte: Con la Cuenca del Río Huaura e Intercuencas
- Por el Este: Con la Cuenca del Río Mantaro
- Por el Sur: Con la Cuenca del Río Chillón y
- Por el Oeste: Con el Océano Pacífico

Ubicación política

La cuenca en estudio se sitúa en el departamento de Lima, abarcando a la provincia de Huaral y parte de la provincia de Lima.

División Hidrográfica

La cuenca hidrográfica Chancay – Huaral presenta 8 subcuencas principales, de las cuales 6 son consideradas subcuencas tributarias, tenemos:

- Subcuenca Vichaycocha
- Subcuenca Baños
- Subcuenca Carac
- Subcuenca Añasmayo
- Subcuenca Huataya
- Subcuenca Orcón

y 2 de ellas conforman el cauce principal

- Subcuenca Media (hasta la Estación Hidrométrica de Santo Domingo)
- Subcuenca Baja (Desde la Estación Santo Domingo hasta su desembocadura).

Superficie de la Cuenca

El área que encierra desde sus orígenes hasta la entrega de aguas del río Chancay – Huaral al Océano Pacífico es de 3046.40 km²; de los cuales 1,595 Km² pertenecen a la cuenca húmeda (productora del recurso hasta los 2,400 msnm aproximadamente), presentando un perímetro total de 327.98 Km, y el área que encierra hasta la Estación Hidrométrica de Santo Domingo es de 1,850.31 Km².

En la tabla 03, se especifican las áreas y perímetros de acuerdo a la Subcuenca que le corresponden, tenemos:

Tabla 03. Superficie total de la Cuenca Hidrográfica Chancay – Huaral

Subcuenca	Perímetro (Km)	Superficie Total (Km²)
Subcuenca Orcón	132.58	611.63
Subcuenca Añasmayo	70.63	202.14
Subcuenca Huataya	75.51	124.10
Subcuenca Carac	88.13	296.33
Subcuenca Vichaycocha	90.60	311.69
Subcuenca Baños	81.41	264.97
Subcuenca Media	201.21	611.07
Subcuenca Baja	196.68	624.47
TOTAL	327.98	3046.40

Fuente. Informe Hidrológico de Evaluación y Ordenamiento de los recursos hídricos de la Cuenca Chancay – Huaral. MINAGRI 2001

Acceso a la Cuenca

El acceso al área de estudio es desde la ciudad de Huaral a través de la carretera, posteriormente, se continúa prosiguiendo hasta la comunidad campesina de Acos (Km. 55). Posteriormente, continúa por una carretera afirmada, observándose caminos carrozables que favorecen el acceso a diferentes subcuencas hasta llegar al Sector de Collpa (Km. 85), poblado perteneciente a la comunidad campesina de Santa Catalina. (Ramírez 2014)

El ascenso hacia la laguna de Cacray se realiza siguiendo la vía afirmada y pasando la confluencia del río Chicrin con el río Vichaycocha.

Este acceso es a través de una trocha carrozable, el cual permite observar la presencia de pequeñas centrales hidroeléctricas. Es así, que la distancia hasta la laguna Cacray es de 105 Km en total. Para lograr llegar a la laguna Chungar, se regresa por la misma ruta y aproximadamente recorriendo 2 Km., luego se toma la vía de acceso a esta laguna que se halla en el Km. 109. De regreso, hasta la confluencia del río Chicrín con el río Vichaycocha para subir hacia la comunidad campesina de Vichaycocha. (Ramírez 2014)

Continuando la ruta del descenso hasta la estación hidrológica de Santo Domingo (Km. 25) se establece el camino hasta el Puente de nombre Palpa (Km 12). Finalmente, se continua el recorrido hasta el Puente Rojo (Boza) en el Km. 8 aproximadamente.

4.1.1 Topografía

La cuenca hidrográfica Chancay - Huaral está comprendido en rangos de altura que van desde los 25 msnm hasta los 5200 msnm, desde su desembocadura hacia la parta alta de la cuenca en mención.

Respecto a las pendientes presentes en el área de estudio, estas clasificadas desde planas, ligeramente planas, ligeramente disectadas (parte media e intermedia de la cuenca) hasta ligeramente moderadas, moderadamente empinadas a muy empinadas (desde los 4500 msnm hasta los 5200 msnm).

4.1.2 Características geológicas y geomorfológicas

A. Características geológicas

Según lo que se indica en el Informe Técnico No 1206-2011 ANA-DGCRH/RGC/NGPH (ANA, 20), el área de estudio presenta las siguientes unidades estratigráficas, tenemos:

- **Grupo Casma (Ktm-c)**

El grupo Casma aflora al noroeste del valle en los cerros: La Calera y La Mina, al sur aflora en los cerros: Pasamayo, Macatón, Salinas, Lunavilca y hacia el oeste en los cerros: Redondo, Atalayo y La Chinchara.

El grupo Casma está dividido en dos (02) unidades lito estratigráficas, el primero es la formación Huarangal, que es una serie de secuencias volcánicas sedimentarias de lutitas, grauwacas y calizas finamente estratificadas y la otra es la formación Quilmaná, que está constituida por piroclásticos y derrames andesíticos masivos, con niveles de lavas de estructura amigdaloides y almohadillada con intercalación esporádica de arenisca volcánica.

Estas rocas se encuentran medianamente fracturadas a ligeramente disectadas en la superficie con presencia de muy baja permeabilidad, disminuyendo, de esta manera, el fracturamiento con la profundidad, y constituyendo el substrato impermeable del acuífero.

- **Formación Atocongo (Ki-al)**

En el área de estudio, esta formación aflora en el sector denominado Punta Chancay en los cerros Pasamayo (parte baja), y suprayaciendo la Formación Huarangal del grupo Casma.

Estratigráficamente, está conformada en la parte inferior por calizas bituminosas, intercalados con lutitas y margas grises oscuras, calizas chérticas. Por otra parte, se observan calizas finamente estratificadas formando paquetes masivos intercalados con derrames andesíticos. Genéticamente, estas rocas constituyen el basamento impermeable.

- **Formación Pamplona (Ki - pa)**

Formación de edad Cretácica inferior-medio, la cual aflora en el sector denominado Punta Chancay. Litológicamente, la formación es una secuencia arcilla-calcárea, constituida por lutitas y margas en capas delgadas, calizas bituminosas intercaladas con areniscas volcánicas. Hacia la parte superior se observa calizas carbonosas, tobas blanquecinas, derrames andesíticos y

piroclásticos andesíticos. Estratigráficamente infrayace a la formación Atocongo. Esta formación constituye el basamento impermeable del acuífero Chancay-Huaral.

- **Volcánico Calipuy (Kti-Vca)**

Esta unidad estratigráfica reposa con gran discordancia y disección sobre la formación Casapalca y demás unidades plegadas del Cretáceo.

La Unidad está constituida por lavas andesitas y piroclásticas, y debido a la falta de fósiles en esta formación no ha sido posible atribuirle una edad precisa; pero tomando en cuenta y considerando la formación precedente, no parece posible que en esta zona el Calipuy puede haber sido depositado antes del inicio del terciario.

La ubicación de este tipo de rocas se ubica en el área de estudio al lado este del distrito de Aucallama, en el cerro Pumahuaca y la parte alta de Quilca.

B. Características geomorfológicas

- **Afloramientos Rocosos**

Esta unidad geomorfológica se encuentra ubicada en ambos flancos del valle, y está formando cerros testigos, los mismos que están dispersos en todo el valle. Debe indicarse que existen grandes sectores de esta unidad con cobertura de mantos de arena de origen eólico.

En el área de estudio, los afloramientos están constituidos por rocas ígneas intrusivas del batolito costanero, rocas volcánicas-sedimentarias del grupo Casma, rocas calizas de la formación Atocongo y rocas arcillo-calcáreas de la formación Pamplona.

- **Depósitos Aluviales (Q - al)**

Esta unidad geomorfológica resulta una de las más extensas del área de estudio y a su vez la más importante. Son terrenos llanos ubicados en ambos márgenes del río Chancay-Huaral, los cuales pertenecen a la planicie del cono de deyección del río antes nombrado.

El principal agente responsable de su formación es el río Chancay-Huaral, el cual arrastra y luego deposita sedimentos constituidos por arcillas, arenas, gravas, guijarros, cantos (de diverso tamaño y litología) y bloques.

La característica que presentan estos depósitos es que las arenas y cantos han sufrido un proceso abrasivo, lo cual se traduce en un redondeamiento más o menos intenso de sus elementos. Por otra parte, el hecho de que este transporte se haya producido por corrientes fluviales, ha dado lugar en determinados casos a una clasificación de los sedimentos, es decir su distribución en capas y/o lentes, primando dentro de ellos determinados rangos de tamaño, el cual está en función de la intensidad de la corriente que los transportó y luego depositó. (Ramírez 2014)

Estas características de redondeamiento y clasificación, aparte de una eventual ausencia o segregación de minerales arcillosos, confiere a estos depósitos muy buenas propiedades de porosidad y permeabilidad que favorecen el almacenamiento y flujo de las aguas subterráneas. Si agregamos a lo indicado anteriormente que la alimentación en el área de estudio se encuentra asegurada, se puede deducir que esta unidad se presenta como la más recomendable para la prospección del agua subterránea.

▪ **Cauce Mayor o Lecho actual del río Chancay-Huaral (Q - to)**

Es el área por donde discurre y divaga el río en sus épocas de mayor descarga, observándose en superficie sedimentos inconsolidados como gravas, arenas, bloques o bolones, y en menor proporción arenas finas.

▪ **Primera Terraza del río Chancay-Huaral (Q -t1)**

En diferentes sectores se observan cortes verticales de esta terraza, las mismas que se describen a continuación:

- Margen derecha del río: Esta terraza se encuentra delimitada por escarpas, cuyo desnivel con relación al lecho del río (Q-to) varía entre 1.30 m y 1.90 m.
- Margen izquierda del río: Esta terraza se encuentra delimitada por escarpas cuyo desnivel con relación al lecho del río varía entre 1.00 m. y 1.50 m. con respecto al nivel del lecho del río (Q-to). En diferentes sectores del valle se observan cortes verticales de esta terraza.

▪ **Segunda Terraza del río Chancay-Huaral (Q - t2)**

- Margen derecha del río: Esta terraza se encuentra enmarcada por escarpas que varían entre 6.6 m y 12m de altura sobre el nivel de Q-to.
- Margen izquierda del río: Esta segunda terraza se encuentra enmarcada por escarpas que varían entre 1.20 m y 8.1m con relación al lecho del río (Q-to).

▪ **Depósitos Coluviales (Qp - e)**

Esta unidad incluye aquellas áreas que circundan los afloramientos rocosos, por lo cual reciben y siguen recibiendo material desprendido de la parte alta. Esto debido a la acción de los agentes del intemperismo. Está constituido por plataformas inclinadas, las que se han formado por la interdigitación de toda una línea de escombros antiguos que convergen al bajar por las laderas de los cerros, y que, por acción tanto de la gravedad y ocasionales corrientes hídrico superficiales se han fusionado más abajo en una pendiente ondulada.

Litológicamente, está constituido por clastos angulosos con sedimentos arcillosos, así como también, por limos y arenas muy finas provenientes del litoral que fueron transportados por acción eólica.

Esta unidad posee aceptable permeabilidad y porosidad, sin embargo, la alimentación es reducida y por ende la explotación de las aguas subterráneas es casi nula.

▪ **Campos de Dunas (Q-ma)**

Los depósitos eólicos se han formado a lo largo de la faja litoral y en áreas que circundan los cerros de composición ígnea-intrusiva y efusiva. Estos depósitos adoptan una serie de formas características como: dunas, onduladas, crestas, lomos de ballena y otras.

Las dunas están constituidas por arenas muy finas con cierto contenido de limos, sobre las cuales la acción del viento ha formado dunas de 2.00 a 3.00 m de altura.

- **Mantos de Arena por Aspersión Eólica (Qp-e)**

Esta unidad se encuentra emplazada bordeando a los afloramientos rocosos de los cerros que circundan el valle de Chancay, como Macatón y otros. Debido a ello, no se descarta la posibilidad de que subyaciendo a éstos se encuentran depósitos coluviales provenientes de los cerros.

Está constituido por arenas muy finas entremezcladas con partículas mucho más finas (tamaño de arcilla o limo), material que ha sido transportado por el viento.

- **Depósito Marino Reciente (Q-m)**

Estos depósitos continúan formándose en la actualidad y se encuentran a lo largo de la línea costera. En la playa de la localidad de Chancayllo, la acción de las olas y las corrientes marginales se encuentran formando una barra o cordón litoral. Para el caso de las playas o costas emergentes, como es el caso considerado para esta región, dicha forma tenderá a seguir y formar la tierra firme y la línea de costa futura.

4.1.3 Aspectos climáticos

El área de estudio presenta un clima que varía desde árido y semicálido hasta pluvial y gélido, con una precipitación pluvial de escasos milímetros en la costa árida y desértica, hasta un promedio estimado de 1,000 mm. en el sector de puna (4,800 m.s.n.m); sobre esta altura, se presentan precipitaciones en forma de granizo y nevada.

Las temperaturas son variables con promedios que van desde 7os 21°C en la costa, hasta 0°C en las altas cumbres, y una humedad relativa de 78% en la costa a 65% en la sierra. Considerando el factor altitudinal de la cuenca desde el litoral hasta la divisoria, podemos diferenciar cinco sectores climáticos que constituyen factores condicionantes a la ocurrencia de fenómenos de geodinámica externa.

Clima Per-Árido y Semi-Cálido

Sector menos lluvioso (Cuenca Seca), comprendido entre el litoral y el nivel altitudinal de 7os 1,500 a 2,000 m.s.n.m. presenta un promedio anual de precipitación que fluctúa en alrededor de 7os 36 mm. notándose un claro aumento con el

alejamiento del litoral. Las temperaturas varían de 17°C a 24°C, con un promedio anual cercana al mar de 19°C y una humedad relativa de 78%.

Ecológicamente corresponde a las Formaciones: Desierto Pre- Montano y Formación matorral Desértico PreMontano, con vegetación natural del tipo cactáceo como el jigantón y candelabro; arbustivos y/o arbóreos como el huarango, molle, sauce, carrizales y gramíneas. Posee una agricultura de subsistencia de riego.

Clima Semi-Árido y Templado

Corresponde al sector comprendido entre los 2,000 a 3,200 m.s.n.m. donde las lluvias son más abundantes, con un promedio de precipitación de 300 mm. aumentando a medida que la altitud se acerca a la cota superior, con una humedad relativa de 67%. Ecológicamente corresponde a la Formación Estepa-Espinosa Montano Bajo, con vegetación natural como jigantones, candelabros, tunas, tara, sauce, carrizo, agaves, retamas, alisos, nogales, gramíneas, especialmente el picuyo.

Clima Sub-Húmedo y Frio

Se presenta en el sector altitudinal comprendido entre las cotas 3,200 a 3,800 m.s.n.m. con una precipitación promedio de 500 mm. anuales, una temperatura promedio de 11°C, variando sus valores entre 1.9° a 2.6° como promedio anual. En los niveles medio y superior la ocurrencia de heladas es intensa.

Clima Muy Húmedo y Frígido

Es el sector altitudinal comprendido entre los 3,800 a 4,800 m.s.n.m., con lluvias más intensas, estimándose un promedio de 700 a 800 mm. de precipitación al año. Las temperaturas son bajas y su promedio anual está alrededor de los 6.6°C llegando en las noches a temperaturas de congelación. La humedad promedio anual es de 68%.

Clima Pluvial y Gélido

Se da en un área de muy poca extensión, ubicada sobre los 4,800 m.s.n.m. a lo largo de la divisoria de aguas, con un promedio de precipitaciones de 900 mm. anuales, y una gran proporción de precipitaciones en estado sólido como granizo y nieve, con temperaturas de congelación casi permanente entre los 7°C y 0°C.

4.1.4 Sistema Hidrográfico y Cuenca

4.1.4.1 Sistema Hidrográfico

La Cuenca Hidrográfica Chancay – Huaral conforma un sistema hídrico complejo. El río Chancay – Huaral nace en la Subcuenca del río Vichaycocha y recibe a lo largo de su recorrido los aportes de las demás subcuencas tributarias.

El primer aporte es de la Subcuenca del río Baños en la parte alta de la cuenca para luego recibir a las subcuencas de los Ríos Carac, Añasmayo, Huataya y Orcon. Además, reciben el aporte de pequeñas microcuencas situadas en la Subcuenca Media y Baja del área de estudio.

Las aguas superficiales de la Cuenca Chancay – Huaral son almacenados y transportados, hasta su desembocadura en el Océano Pacífico, por una serie de sistemas de lagunas (23 en total), quebradas, ríos y puquiales. Estas formaciones naturales han sido reconocidas mediante el Inventario de los Recursos Hídricos Superficiales en la parte alta de la Cuenca Chancay – Huaral.

Nevados y Glaciares

Estas acumulaciones ocurren en los picos más elevados por lo general en la divisoria de la cuenca entre 4800 a más m.s.n.m. Aportan agua a las lagunas y quebradas existentes.

Lagunas

Las lagunas del área de estudio son las que aportan a las quebradas y ríos. Dentro del ámbito de la Cuenca Hidrográfica Chancay – Huaral, existen un total de 23 lagunas y son las sgtes:

- Laguna Rahuite
- Laguna Chancan
- Laguna Chalguacocha Alta
- Laguna Chalguacocha Baja
- Laguna Chungar
- Laguna Yuncan
- Laguna Cacray

- Laguna Yanahuin
- Laguna Puajanca Alta
- Laguna Puajanca Baja
- Laguna Verdecocha
- Laguna Barrosococha
- Laguna Minashacan
- Laguna Vilcacochoa
- Laguna Aguashuman
- Laguna Quisha
- Laguna Yanauyac
- Laguna Isco
- Laguna Parcash I
- Laguna Parcash II
- Laguna Uchumachay
- Laguna Torocochoa
- Laguna Culacancha

Quebradas

Son cursos de agua superficial propios de los primeros ordenes de la clasificación ordinal que pueden ser de caudales pequeños, pendientes de moderadas a fuerte, periodos irregulares (en tiempos de estiaje se secan), régimen torrentoso, con aporte flujo de escombros. Las quebradas reciben el aporte de Puquiales y Lagunas.

Ríos

Son los cursos de agua principal propios de los últimos órdenes de la clasificación ordinal que presentan caudales mayores, de pendientes menores, régimen de torrentoso a subcrítico y de periodos permanentes. Los ríos reciben el aporte de Lagunas, Quebradas y Puquiales.

Puquiales

Existen puquiales cuyo afloramiento es de aguas termales por lo que reciben el nombre de Baños.

4.1.4.2 Sub cuencas tributarias

La Cuenca Chancay – Huaral está conformado por 6 Subcuencas tributarias y 2 que conforman el cauce principal (Subcuenca Media y Subcuenca Baja); que se detallan a continuación, tenemos:

A. Subcuenca Vichaycocha.

Se localiza al Nor-oeste de la cuenca Chancay – Huaral entre las Pampas de Antajirca y Cordillera de Puajanca a una altitud de 5000m.s.n.m. hasta la localidad de Tingo situado en 3000m.s.n.m. Está conformado por dos microcuencas, cada una con sus respectivos sistemas de lagunas abastecidas de la cordillera de Puajanca.

Microcuenca del Río Vichaycocha.

Esta Microcuenca tiene en sus orígenes (Pampas de Antajirca) un sistema de lagunas conformado por las lagunas Rahuite Grande, Rahuite Chico, Chalhuacocha Grande, Chalhuacocha Chico, Azulcocha y Verdecocha. Además, se destacan la Quebrada Jolpapampa y el río Shipre donde sus caudales en época de estiaje están en el orden de hasta 50 l/s, y en épocas de grandes avenidas llegan a triplicarse.

Microcuenca del Río Chicrín

El aporte de esta Microcuenca es de las lagunas existentes producto de los deshielos de la cordillera de Puajanca, siendo las principales: Marca, Pampa, Cacray, Soco, Yuncan. También tienen el aporte de pequeñas quebradas tributarias donde los recursos hídricos de estas microcuencas llegan a unirse a la altura de unos baños termales conocidos como Los Baños de Collpa, perteneciente a la comunidad campesina Santa Catalina; aguas más abajo tienen el aporte de otras quebradas pequeñas hasta su desembocadura en la localidad de Tingo; dando un aporte neto de 5 m³/s en época de estiaje a esta última localidad de Tingo.

B. Subcuenca Baños

La Subcuenca Baños se localiza al Nor-este de la cuenca Chancay – Huaral aproximadamente entre la cordillera de Puajanca y el nevado de Alcay a un nivel de 5000m.s.n.m. hasta la localidad de Tingo a los 3000m.s.n.m.

Está conformado por dos microcuencas que la caracterizan, cada una de las cuales con su respectivo sistema de lagunas.

Microcuenca del Río Baños

Tiene su origen en la cordillera de Puajanca y el nevado de Alcaj formando en esta zona un sistema de lagunas producto de la precipitación y deshielo de la cordillera Puajanca, siendo las principales lagunas: Huantush, Yanacocha, Ocrucyoc, Vilcacocha, Hahuashuaman (Capilla), etc. También existe las pequeñas quebradas que suman un aporte a esta microcuenca con caudales de hasta 10 l/s y la quebrada Sango con 21 l/s (época de estiaje).

Microcuenca del Río Quiles

Tiene aportes de lagunas existentes producto de los deshielos del Nevado Alcaj, siendo las principales: Parcash Alto, Parcash Bajo, Uchu Machay, Yanauyac, Quisha, Lichicocha, etc., y de otras pequeñas quebradas tributarias.

Los recursos hídricos de estas dos microcuencas se unen en la localidad de Quiles donde el Río Baños alcanza su máximo caudal, más abajo encuentra el aporte de otras quebradas de menor orden, hasta su desembocadura en la localidad de Tingo; dando un aporte neto aproximado de 5 m³/s a esta última localidad de Tingo.

Subcuenca Carac

La Subcuenca de Carac se localiza a los 4800m.s.n.m aproximadamente. Está conformado por dos microcuencas, tenemos:

Microcuenca del Río Carac

Esta Microcuenca está compuesta por aportes de quebradas tributarias hacia el Río Carac en todo su recorrido. Existe también la Laguna Quiman que en épocas de estiaje su aporte es nulo.

Microcuenca del Río Coto

El principal aporte que recibe es de las quebradas tributarias.

Estas dos microcuencas llegan a confluir en la parte baja de las comunidades de Carac y Coto donde se observa el verdadero caudal del Río Carac. Aguas abajo

siguen teniendo el aporte de pequeñas quebradas hasta su desembocadura al Río Chancay – Huaral (Subcuenca media) a la altura de la comunidad campesina Acos; dando un aporte neto aproximado de 1.2 m³/s al Río Chancay – Huaral en época de estiaje.

C. Subcuenca Añasmayo

La Subcuenca de Añasmayo se localiza a los 4800m.s.n.m aproximadamente en la naciente del río Añasmayo y la quebrada Honda hasta la localidad Añasmayo que se encuentra a un nivel de 1200m.s.n.m.

Está conformado por dos microcuencas, tenemos:

Microcuenca del Río Añasmayo

Tiene como principal aporte a las quebradas tributarias que son del orden de 10 l/s y de las cuales se identifican a las quebradas Quipacaca y Pariapunco, las cuales presentan caudales mayores de 10 l/s en épocas de estiaje.

Microcuenca de la Quebrada Honda

Se presenta la Quebrada Azulcocha, cuyas aguas provienen de una laguna del mismo nombre y la quebrada Yanaraman, donde sus aguas provienen de la laguna Yanaraman

Ambas microcuencas llegan a confluir debajo de la comunidad de San Agustín para luego seguir recibiendo aportes de quebradas hasta desembocar al Río Chancay – Huaral en la Subcuenca Media con un aporte de 0.005m³/s en épocas de estiaje.

D. Subcuenca Huataya.

La Subcuenca de Huataya se localiza desde los 4800 msnm hasta la localidad Chala Alta a una altura promedio de los 900m.s.n.m.

Presenta un único aporte que es de la precipitación pluvial, y por medio de las quebradas canalizan la precipitación hacia el río Huataya para luego desembocar en el río Chancay – Huaral (Subcuenca media) a la altura de la localidad de Chala Alta.

E. Subcuenca Orcon.

Está conformada por dos microcuencas, siendo la precipitación pluvial el principal aporte con el que cuentan.

Microcuenca del Río Seco.

Está conformado por las quebradas tributarias de periodo irregular.

Microcuenca de la Quebrada Orcon

Deriva al río principal en la Subcuenca Baja aguas debajo de la Estación Hidrométrica de Santo Domingo.

F. Subcuenca Media

La subcuenca media se localiza entre la localidad de Tingo (3000 msnm) hasta localidad de Quipullin (600 msnm).

Ésta conforma el río principal de la Cuenca Chancay - Huaral desde la confluencia de la Subcuenca Vichaycocha con Baños hasta la Estación Santo Domingo. Está conformado por varias microcuencas, tenemos:

Microcuenca de Chilamayo

Pertenece a la comunidad de Pirca, donde su aporte principal proviene de las quebradas tributarias.

Microcuenca de Chuncurmayo

Pertenece a la comunidad de Huarochin, donde su aporte principal proviene de las quebradas tributarias.

Microcuenca de Mihua

Pertenece a la comunidad de Huascoy, donde su aporte principal proviene de las quebradas tributarias y de la Laguna Cancau.

Microcuenca de Lampián

Pertenece a la comunidad de Lampián, donde su aporte principal proviene de las quebradas tributarias y particularmente de dos quebradas que son la quebrada

Nunumbia y la quebrada Chaquicocha que trae aguas de una pequeña laguna del mismo nombre.

Microcuenca de Callantama

Pertenece al caserío de la comunidad de Lampián “Callantama”, donde su aporte principal proviene de las quebradas tributarias.

G. Subcuenca Baja

Conforma el río principal de la Cuenca Chancay – Huaral desde la estación Santo Domingo hasta su desembocadura en el Océano Pacífico con escasa precipitación pluvial, conformado por algunas microcuencas a lo largo de su recorrido entre las que destaca:

Microcuenca de Lumbrá

Desemboca al Océano Pacífico.

4.1.4.3 Parámetros geomorfológicos de la cuenca

Los parámetros geomorfológicos correspondientes a la cuenca en estudio se detallan a continuación, tenemos:

Clasificación Ordinal de los ríos

La clasificación ordinal de los ríos está en función al orden de un río, y el orden de un río está determinado por el orden de sus tributarios menores que a su vez cada uno de ellos posee los suyos y así sucesivamente hasta llegar al último orden de la red de drenaje que es igual a 1. El orden de una cuenca hidrográfica está dado por el número del orden del cauce principal, siendo la Cuenca Chancay – Huaral de orden de río 6.

Figura 12. Clasificación ordinal y frecuencia de los ríos

SUBCUENCA	ORDEN 1	NUMERO DE RIOS	LONGITUD DE RIOS(km)	ORDEN 2	NUMERO DE RIOS	LONGITUD DE RIOS(km)	ORDEN 3	NUMERO DE RIOS	LONGITUD DE RIOS(km)	ORDEN 4	NUMERO DE RIOS	LONGITUD DE RIOS(km)	ORDEN 5	NUMERO DE RIOS	LONGITUD DE RIOS(km)	ORDEN 6	NUMERO DE RIOS	LONGITUD DE RIOS(km)	ORDEN DE LA CUENCA	NUMERO TOTAL DE RIOS	LONGITUD TOTAL DE RIOS (km)	FRECUENCIA DE LOS RIOS (Total de rios / km ²)
SUBCUENCA ORCON	1	122	285.81	2	57	86.44	3	25	41.43	4	31	38.00	5	5	8.30		0	0.00	5	240	460.84	0.39
SUBCUENCA AÑASMAYO	1	30	89.03	2	13	25.94	3	15	24.47	4	0	0.00	5	0	0.00		0	0.00	4	58	119.44	0.25
SUBCUENCA HUATAYA	1	12	34.65	2	7	23.22	3	6	10.75	4	0	0.00	5	0	0.00		0	0.00	5	25	68.62	0.19
SUBCUENCA CARAC	1	36	91.04	2	22	32.37	3	13	23.01	4	2	9.95	5	0	0.00		0	0.00	4	75	156.37	0.25
SUBCUENCA VICHAYCOCHA	1	48	88.78	2	21	33.87	3	6	13.23	4	8	18.95	5	0	0.00		0	0.00	4	83	154.45	0.26
SUBCUENCA BAÑOS	1	40	62.89	2	15	26.58	3	11	15.58	4	5	8.30	5	0	0.00		0	0.00	5	69	113.33	0.26
SUBCUENCA MEDIA	1	75	217.26	2	29	65.59	3	9	21.60	4	0	0.00	5	39	53.50		0	0.00	5	151	358.05	0.24
SUBCUENCA BAJA	1	77	222.63	2	40	78.13	3	21	37.46	4	2	6.15	5	9	17.56	6	4	18.21	6	153	380.14	0.24
CUENCA	1	442	1072.20	2	202	372.15	3	106	187.51	4	48	91.82	5	53	79.36	4	18.21	6	855	1811.24	0.28	

Fuente. Informe Hidrológico de Evaluación y ordenamiento de los recursos hídricos de la Cuenca Chancay – Huaral. MINAGRI 2001.

Frecuencia de los ríos

Está dado por el número total de ríos dividido entre el área de la cuenca. La unidad de medida es Longitud del río/km². Para la Cuenca Hidrográfica Chancay – Huaral, la frecuencia de ríos es de 0.28 ríos/km²

Longitud del Cauce Principal

Está definido por el curso de agua dentro de una cuenca que alcanza la mayor longitud. Para la cuenca Chancay – Huaral la longitud del cauce principal es de 120.07km.

Tabla 04. Longitud del cauce principal en el ámbito de estudio

Nombre de Subcuenca	Longitud del cauce Principal (Km)
Subcuenca Orcón	53.52
Subcuenca Añasmayo	29.05
Subcuenca Huataya	32.83
Subcuenca Carac	33.83
Subcuenca Vichaycocha	30.81
Subcuenca Baños	24.79
Subcuenca Media	53.50
Subcuenca Baja	35.76
CUENCA	120.07

Fuente. Informe Hidrológico de Evaluación y ordenamiento de los recursos hídricos de la Cuenca Chancay – Huaral. MINAGRI 2001.

Rectángulo Equivalente

Mediante este parámetro se determina la longitud mayor y menor que tienen los lados de un rectángulo cuya área y perímetro son los correspondientes al área y perímetro de la cuenca.

Figura 13. Cálculo del rectángulo equivalente

Perímetro de la Cuenca (km):		327.98	
RANGO	AREA (km ²)	LADO MENOR (m)	LADO MAYOR (m)
000.200	83.31	21.76	3.83
200.400	123.92	21.76	5.70
400.600	134.39	21.76	6.18
600.800	144.96	21.76	6.66
800.1000	160.37	21.76	7.37
1000.1200	170.36	21.76	7.83
1200.1400	151.59	21.76	6.97
1400.1600	117.69	21.76	5.41
1600.1800	103.20	21.76	4.74
1800.2000	98.18	21.76	4.51
2000.2200	95.79	21.76	4.40
2200.2400	89.74	21.76	4.12
2400.2600	86.63	21.76	3.98
2600.2800	83.33	21.76	3.83
2800.3000	78.34	21.76	3.60
3000.3200	79.56	21.76	3.66
3200.3400	72.80	21.76	3.35
3400.3600	72.01	21.76	3.31
3600.3800	71.74	21.76	3.30
3800.4000	80.64	21.76	3.71
4000.4200	95.86	21.76	4.41
4200.4400	138.66	21.76	6.37
4400.4600	265.38	21.76	12.20
4600.4800	362.56	21.76	16.66
4800.5000	125.22	21.76	5.75
5000.5200	8.00	21.76	0.37
5200.5400	0.61	21.76	0.03
CUENCA	3094.82	21.76	142.23

Fuente. Informe Hidrológico de Evaluación y ordenamiento de los recursos hídricos de la Cuenca Chancay – Huaral. MINAGRI 2001.

Altitud Media de la Cuenca

Determinado por la ponderación de las áreas que comprenden las curvas de nivel equidistantes. Se determina que la altura media de la cuenca en estudio es de $H = 2,656.60\text{m}$

Pendiente Media de la Cuenca

En base a los cálculos realizados, se determina que la pendiente media de la cuenca es de 47.76% .

Tabla 05. Pendiente media de subcuencas y cuenca

Descripción	Subcuenca Orcón	Subcuenca Añasmayo	Subcuenca Huatayana	Subcuenca Carac	Subcuenca Vichaycocha	Subcuenca Baños	Subcuenca Media	Subcuenca Baja	CUENCA
Pendiente media de la cuenca (%)	43.87 %	51.04 %	52.76 %	51.46 %	49.05 %	48.47 %	55.70 %	39.67 %	47.76 %

Fuente. Informe Hidrológico de Evaluación y ordenamiento de los recursos hídricos de la Cuenca Chancay – Huaral. MINAGRI 2001.

Densidad de Drenaje

Es la longitud total de los cauces dentro de una cuenca, dividida por el área total de drenaje. Para la cuenca Chancay – Huaral $Dd = 0.59\text{ km/km}^2$.

Coefficiente de Compacidad o Índice de Gravelius (Kc)

Es la relación del perímetro de la cuenca hidrográfica a la circunferencia de un círculo cuya área sea igual a la de la cuenca y se define como:

Para la cuenca Chancay – Huaral el coeficiente de compacidad es de $Kc = 1.66$.

Factor de Forma

HORTON estableció el siguiente factor adimensional como índice de la forma de una cuenca:

Para la cuenca Chancay – Huaral, el factor de forma es de $Ff = 0.215$.

Extensión media del escurrimiento

Indica la distancia media, en línea recta, que el agua precipitada tendrá que escurrir para llegar al lecho de un curso de agua.

Para la cuenca Chancay – Huaral, la extensión media del escurrimiento es de $d = 427.17$ m.

Coefficiente de Torrencialidad

Es la relación entre el número de cursos de agua de primer orden y el área total de la cuenca.

Para la cuenca Chancay – Huaral, el coeficiente de torrencialidad es de $C_t = 0.14$ ríos/km².

Coefficiente de Masividad

Este índice expresa la relación entre la altitud media de la cuenca y el área total de la misma.

Para la cuenca Chancay – Huaral, el coeficiente de masividad es de $C_m = 0.858$ m/km².

4.1.4.4 Análisis pluviométrico

El comportamiento pluviométrico que presenta la cuenca en estudio es del tipo correlacional con respecto a la altitud.

Tabla 06. Ecuación regional de precipitación

CUENCA	Estación	Altitud msnm	Precipitación total media anual (mm)
Chancay - Huaral	Huayán	390	13.5
Chancay – Huaral	Pallac	2333	273.9
Chancay – Huaral	Carac	2600	370.8
Huaura	Picoy	2990	531.5
Chancay – Huaral	Pirca	3256	466.2
Chillón	Huaros	3585	463.2
Chancay – Huaral	Santa Cruz	3700	553.6
Huaura	Pachamachay	4200	622
Huaura	Tupe	4450	765.2

Fuente. Informe Hidrológico de Evaluación y ordenamiento de los recursos hídricos de la Cuenca Chancay – Huaral. MINAGRI 2001

Precipitación areal anual de la cuenca

Se desarrolla en base a la utilización de métodos de evaluación, entre ellas tenemos:

- **Método de isoyetas**

El método se basa en la variación de la precipitación con la altitud. Con el empleo del software ARCGIS 10.5 se tiene los sgtes cálculos obtenidos, tenemos:

Tabla 07. Precipitación areal de la cuenca por el método de isoyetas

Rango	Precipitación total media anual (mm)	Área de isoyetas (Km ²)	Área de isoyetas (%)	Precipitación areal (mm)
0 - 50	25	0	0	0
50 - 100	75	1.83	0.09	0.07
100 - 150	125	29.72	1.61	2.01
150 - 200	175	77	4.16	7.28
200 - 250	225	138.13	7.47	15.80
250 - 300	275	272.08	14.70	40.44
300 - 350	325	203.55	11.01	35.77
350 - 400	375	125	6.76	25.33
400 - 450	425	101.97	5.51	23.42
450 - 500	475	92.21	4.98	23.67
500 - 550	525	62.47	4.46	23.40
550 - 600	575	78.27	4.23	24.32
600 - 650	625	76.25	4.23	26.44
650 - 700	675	78.29	4.23	28.56
700 - 750	725	76.35	4.23	30.70
750 - 800	775	83.11	4.49	34.81
800 - 850	825	64.79	4.58	37.60
850 - 900	875	72.52	3.92	34.29
900 - 950	925	50.51	3.27	30.25
950 - 1000	975	42.53	2.3	22.41
1000 - 1050	1025	34.19	1.65	16.94
1050 - 1100	1075	30.89	1.67	17.95
1100 - 1150	1125	4.72	0.26	2.87

Fuente. Elaboración propia (Sólo considerando hasta donde se ubica la estación Santo Domingo)

▪ **Método de Thiessen modificado**

Este método permitió determinar los coeficientes de intervención de las estaciones presentes en el ámbito de estudio.

Tabla 08. Precipitación areal de la cuenca por el método de Thiessen modificado

Cuenca	Estación	Precipitación areal por el método	Área de Thiessen (Km ²)	Área de Thiessen (%)	Precipitación areal (mm)
Chancay - Huaral	Huayán	152	59.51	3.22	4.90
Chancay - Huaral	Pallac	257.5	496.26	26.82	69.07
Chancay - Huaral	Carac	406.5	357.85	19.66	61.23
Chancay - Huaral	Pirca	461.1	218.64	11.82	54.48
Chillón	Huaros	550.8	102.29	5.53	35.98
Chancay - Huaral	Santa Cruz	768.1	353.90	19.13	146.92
Huaura	Pachamachay	684.1	78.84	4.25	29.07
Huaura	Tupe	918.2	173.10	9.36	85.90

Fuente. Elaboración propia (Sólo considerando hasta donde se ubica la estación Santo Domingo)

4.1.4.5 Disponibilidad hídrica

Modelo Estocástico

Con La serie de caudales medios mensuales completada, liberada de errores sistemáticos evidentes y homogenizada se procedió a desarrollar la modelación estocástica.

Se ha obtenido con el modelo PARMA (1,0) 25 series generadas cada una de ellas de 80 años.

Modelo de Precipitación – Escorrentía.

Con ayuda de la Precipitación área mensual y las características del suelo es que se hace posible la determinación de los caudales medios mensuales.

El modelo de Precipitación – Escorrentía utilizado se denomina el Método del Número de Curva desarrollado, de donde se ha obtenido un registro de caudales medios mensuales correspondientes al periodo de 1960 – 2000.

Se debe aclarar que los resultados de este método sólo consideran la escorrentía directa debido a la precipitación efectiva pero no toman en cuenta la presencia del flujo base por lo que fue necesario estimarlo generando un nuevo registro.

Análisis de Persistencia

En base a la metodología de Weibull disponible en el SIH se ha determinado los caudales para una persistencia del 75% de la serie histórica completada y homogenizada y las series generadas por los modelos pertinentes.

Serie Histórica Homogenizada y Completada

Del registro histórico homogenizado y completado en un periodo de 78 años, se ha obtenido los siguientes valores, tenemos:

Tabla 09. Caudales medio mensuales al 75% de persistencia (Serie histórica)

Mes	Caudal (m ³ /s)
Enero	12
Febrero	20.50
Marzo	26.75
Abril	15
Mayo	7
Junio	5
Julio	4
Agosto	3.75
Setiembre	4
Octubre	4
Noviembre	5
Diciembre	6.75

Fuente. Informe hidrológico de evaluación y ordenamiento de los recursos hídricos de la Cuenca Chancay – Huaral. MINAGRI 2001

Análisis de Caudales Máximos para diferentes periodos de retorno

Se ha realizado el cálculo de los caudales máximos para diferentes periodos de retorno mediante dos metodologías, la primera es a partir de los Caudales Máximos Diarios Anuales y el Segundo es a partir de la Lluvia de Intensidad Máxima para un periodo de retorno determinado.

A partir de Caudales Máximos Histórico se llevó a cabo el Análisis de Frecuencias a partir de los Caudales Máximos Diarios Anuales registrados en la Estación Santo Domingo.

En la tabla 10, se muestran los resultados del Análisis de Caudales Máximos para diferentes periodos de retorno.

Tabla 10. Resultado de análisis de frecuencia de caudal máximo

Tr (años)	Caudal máximo (m ³ /s)
2	78
5	134
10	184
25	260
50	321
100	386
200	455
500	550
1000	624

Fuente. Elaboración propia

A partir de Modelo Precipitación – Escorrentía

Este Modelo desarrollado con el Programa HEC – HMS sirvió para determinar cuál es el caudal estimado para un periodo de retorno de 50 años a partir de una Lluvia intensa para ese periodo.

En la tabla 11, se muestran el caudal producido para un Tr = 50 años, así como la respuesta que se produce por Subcuenca.

Tabla 11. Caudales máximos para lluvia intensa de $T_r = 50$ años

Subcuenca	Caudal (pico)	Volumen (mm cúbico)
Vichaycocha	72.15	2016.5
Baños	32.23	990
Carac	15.58	592
Media 1	12.24	550
Media 2	15.56	470
Media 3	97.36	1400.5
Media 4	74.66	1368
Añasmayo	79.78	1970
Huataya	14.77	496.5
Salida en Santo Domingo	274	1840

Fuente. Elaboración propia

Descripción del esquema del funcionamiento hidrológico actual de la Cuenca Hidrográfica Chancay – Huaral (Con fines de usos múltiples)

A. Subcuenca Añasmayo

Esta Subcuenca comprende las siguientes comunidades campesinas, tenemos:

- San Agustín de Huayopampa
- Pallac
- La Perla
- Rauma
- Sumbilca

La principal actividad de las comunidades campesinas pertenecientes a la jurisdicción de esta Subcuenca es la agricultura. Otra actividad que se realiza es la crianza de animales de ganado caprino y vacuno desarrollado por las comunidades de La Perla y Huayopampa en las partes altas de lo que comprende al Río Añasmayo y la Quebrada Honda.

En las partes alta de las microcuencas, se observa cobertura apta en donde actualmente se encuentran los animales, pero también se ha observado que existe una zona entre el río Añasmayo y el río de la Quebrada Honda con un pastizal muy

alto (0.50m) que no ha sido consumido por los animales y que constituye un pasto de reserva en periodos secos, donde la escasez de zonas de pastizales se vuelve crítica y considerable en ciertos casos. (Ramírez 2014)

B. Subcuenca Huataya

Esta Subcuenca comprende las siguientes comunidades campesinas en mención, tenemos:

- Otec
- Huachinga
- Ñaupay
- Yunguy

La principal actividad de las comunidades campesinas en esta Subcuenca es la agricultura orientada principalmente al cultivo de árboles frutales tales como melocotón blanquillo y la manzana.

Algunas Tomas son estructuras del tipo rústico y otras de concreto, pero todas de uso consuntivo encontrándose entre las más importantes: Toma Ucana de la comunidad de Otec; la Toma de Cantuico, Toma de Yachicancha, Toma Matriz Chiri, Toma de Marcaila y la Toma de Ichapara de la comunidad Huachinga; toma Ñaupay de la comunidad de Ñaupay y Toma Yunguy I, Toma Yunguy II, Toma de Huataya, Toma de Ollancaca de la comunidad de Yunguy.

La vegetación en esta Subcuenca es variable debido a la diversidad de climas, de ahí aguas abajo, el tipo de vegetación cambia presentándose variedad de tipos de rama como rastrosos con mezcla de tipo de malezas en las laderas de los cerros.

C. Subcuenca Carac

Esta Subcuenca comprende las siguientes comunidades campesinas, destacando las siguientes, tenemos:

- San Pedro de Carac
- San Juan de Coto
- Canchapilca

El uso pecuario se da en mayor intensidad en las comunidades campesinas de las Microcuencas de Carac y Coto, siendo principalmente de ganados vacuno debido a las mejores condiciones del forraje en la zona

La actividad agrícola se da en mayor intensidad en la parte baja, en la comunidad de Canchapilca, donde se observa buena producción agrícola, destacando árboles frutales como los melocotones tipo blanquillo y manzana.

En esta subcuenca existen varias tomas entre las más importantes tenemos: La Toma Alta de Carac, La Toma Principal de Coto y la Toma Alta de Colcapampa para la comunidad de Canchapilca básicamente para uso agrícola. (Ramírez 2014)

El tipo de cobertura que se observa es distinto en toda la subcuenca debido a la variación de alturas que posee la subcuenca pudiendo diferenciar en la parte alta un buen tipo de vegetación para el pastoreo de animales, y más abajo se observamos un tipo de maleza mezclada con grama. Asimismo, sobre la comunidad de Coto existe una zona con abundante vegetación de plantas cactáceas, con presencia de diversas espinas denominadas vizcaíno, chisque. Aguas abajo, se observa la producción de árboles frutales como el melocotón del tipo blanquillo y la manzana.

D. Subcuenca Vichaycocha

Esta Subcuenca comprende las siguientes comunidades

- Vichaycocha
- Santa Catalina
- San José de Chauca
- Santa Lucía de Pacaraos
- Ravira
- Santa Cruz de Andamarca
- Viscas

El uso pecuario en esta zona es muy importante, porque la producción se basa en la ganadería (ganado vacuno y ovino), donde es un poco difícil su cuantificación debido a que estos animales toman agua en todo el recorrido de los cuerpos de agua existentes.

Existen tomas de agua importantes tales como: Toma Alta de Ninas, Toma de Umachurco y la Toma de Chilco de la comunidad de Vichaycocha, Toma Chicrín para las comunidades campesinas de Santa Catalina y Chauca, La Toma La Concebida de la comunidad de Santa Cruz de Andamarca, etc. Algunas son de tipo rustico y otros son de concreto armado, pero todas son para uso agrícola y doméstico. (Ramírez 2014).

Los tipos de coberturas no varían mucho en la Subcuenca ya que debido a sus características climatológicas presentan un tipo de vegetación muy buena para el pastizal del ganado, con presencia de campos de forraje de hasta 0.50 m de altura.

E. Subcuenca Baños

Esta Subcuenca comprende la siguiente comunidad campesina, tenemos:

- Baños

En esta Subcuenca existen pequeñas tomas para uso agrícola y otras para uso energético y algunos bebederos rústicos, pero por lo general se observa que los animales bajan hasta el río principal, para beber en cualquier lugar de su recorrido.

Por otra parte, existe la presencia de un asiento o denuncia minero perteneciente a la empresa minera Santander que no se encuentra en funcionamiento, pero de características conservada. Esta empresa minera es la responsable del represamiento de la Laguna Yanacocha con fines de uso doméstico y la utilización de la laguna Vilcacocha como depósito de relaves en la actualidad.

La principal actividad de esta comunidad es la ganadería por motivo de que cuenta con excelentes condiciones favorables de vegetación.

F. Subcuenca Media

Esta Subcuenca comprende las siguientes comunidades campesinas, tenemos:

- San Pedro de Pirca
- Inmaculada Concepción de Pasac
- Santiago de Chisque
- Santa Cruz de Cormo
- San Cristóbal de Huascoy

- San Pedro de Huarochin
- Lampián
- Acos
- Pampas la Florida

La principal actividad de las comunidades campesinas en esta subcuenca es la agricultura orientada al cultivo de árboles frutales tales.

Para la producción agrícola de esta Subcuenca existen las siguientes tomas principales: Toma Ucana, Toma Cacapallanca, Toma Lampian, Toma Huandaro, Toma Huanchucaya, Toma Collas, etc.

Esta Subcuenca (parte superior) presenta óptimas condiciones para el uso Hidro energético, razón por la cual existe dos centrales que brindan energía eléctrica a la mayoría de las comunidades de la parte alta de cuenca como son:

- Central Hidroeléctrica Tingo que brinda energía eléctrica a la comunidad de Pirca y dos asentos mineros Chungar y Animon.
- Central Hidroeléctrica Hoyo – Acos que brinda energía eléctrica a las comunidades de Acos, Lampian, Carac, Coto, Canchapilca, Huarochin, Cormo, Huascoy, San Juan, Huayopampa y La Perla. (Ramírez 2014)

Los tipos de cobertura que se ha encontrado en esta subcuenca son diversas debido a las variaciones de niveles que presenta, en donde se observa una vegetación muy densa con bastante forraje propensa para la ganadería que es la actividad principal de estas comunidades campesinas. Aguas abajo, existe vegetación predominante de maleza y algunos arbustos, mientras que en el río principal se observa una densa vegetación conformado por algunos totorales y carrizos.

4.1.4.6 Demanda de agua

La zona intermedia y alta de la cuenca comprendida aguas arriba de la Estación Santo Domingo presenta dos tipos de demanda:

- Demanda de Uso No Consuntivo del Agua
- Demanda de Uso Consuntivo del Agua

A. Demanda de Uso no Consuntivo del Agua

Demanda Hidro energética

En la actualidad existen seis Centrales Hidroeléctricas en funcionamiento:

- Central Hidroeléctrica de Vichaycocha
- Central Hidroeléctrica Santa Catalina
- Central Hidroeléctrica Totora de Pacaraos.
- Central Hidroeléctrica Baños.
- Central Hidroeléctrica Tingo
- Central Hidroeléctrica Hoyo – Acos y 3 que no se encuentran funcionando debido a falta de mantenimiento:
- Central Hidroeléctrica Santa Cruz de Andamarca
- Central Hidroeléctrica Santander y Alpamarca
- Central Hidroeléctrica Pahuayaco

Dado que el uso hidro energético es de tipo no consuntivo, las aguas conducidas a las Centrales Hidroeléctricas son recuperado aguas abajo de su captación, provocando, de esta manera, cambios en el hidrograma y velocidad de caudales del río Chancay – Huaral propiamente dicho.

B. Demanda de Uso Consuntivo del Agua

Demanda Hídrica Agrícola.

En la Zona Intermedia y Alta la actividad agrícola es principalmente del tipo No Intensiva debido a que programan sus cultivos en épocas de lluvia. Sin embargo, en la Zona Intermedia existen tierras de cultivo irrigadas con pequeños sistemas de riego rústicos.

Así mismo en las zonas altas la actividad ganadera es de mayor importancia debido a la presencia de grandes extensiones de pastos naturales y a la escasez del agua en época de estiaje. Este ganado vacuno consume el agua directamente de las Fuentes se han determinado cultivos de árboles frutales en la Zona Intermedia Baja y la presencia de cultivos de pan llevar en la zona intermedia Alta.

Demanda Hídrica Poblacional

La Población Rural comprendida en las Comunidades Campesinas de la Zona Intermedia y Alta de la Cuenca satisfacen sus necesidades poblacionales de las Fuentes de Agua presentes en sus cercanías.

Esta población rural representa aproximadamente el 10% de la población Total asentada en la Cuenca, siendo la población urbana y rural de la Zona Baja del orden del 90%.

Se estima que este tipo de demanda a nivel de la cuenca está en un orden no superior al 3% por lo que la demanda en la Zona Intermedia y Alta alcanzaría valores muy pequeños.

Tabla 12. Demanda de uso consuntivo en la zona intermedia y alta de la cuenca

Subcuenca	Demanda (l/s)	Demanda (m ³ /s)
Añasmayo	50.2	0.0502
Huataya	350.5	0.3505
Carac	154	0.154
Vichaycocha	2100.2	2.1002
Baños	7.5	0.0075
Media	1300	1.3

Fuente. Elaboración propia

Las demandas de agua para uso no agrícola, se presentan en las figuras 14 y 15, en el que están incluidos el uso poblacional, rural y urbano calculados considerando los consumos estándares por habitante urbano y rural; las demandas pecuarias, que consideran los consumos de agua realizados por los establos y granjas; y las demandas industriales, tomadas del Estudio Hidrológico del Valle Huaral - Chancay.

Figura 14. Demanda total de agua

DEMANDAS	MESES											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Disponibilidad	47.164	76.826	109.153	54.978	29.107	25.699	24.437	19.459	19.091	20.809	21.533	33.315
Demanda	30.317	47.939	48.304	33.684	24.679	15.256	10.239	8.836	19.381	35.113	46.879	53.679
Déficit										13.70	24.769	19.76
Superávit (+)	16.847	28.887	60.849	21.294	4.428	10.443	14.793	11.227	0.288			

Fuente. ATDR Chancay – Huaral

Figura 15. Demanda de agua para uso no agrícola

CULTIVO	MESES											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Pecuarios	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087
Poblacionales	0.396	0.373	0.596	0.388	0.396	0.388	0.396	0.396	0.388	0.396	0.388	0.396
Industriales	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
TOTAL:	0.489	0.466	0.689	0.481	0.489	0.481	0.489	0.489	0.481	0.489	0.481	0.489

Fuente. ATDR Chancay - Huaral

Balance hídrico de la cuenca

El balance entre la disponibilidad (oferta) y el consumo (demanda) mensual de agua, se ha hecho utilizando los datos de la Estación Hidrométrica Santo Domingo, ubicada en la cabecera del valle Chancay -Huaral, tal como se muestran en la Figura 16, según el ATDR Chancay – Huaral, tenemos:

Figura 16. Balance hídrico de la Cuenca Hidrográfica Chancay - Huaral

DEMANDA	MESES											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Agrícola total	29.828	47.473	47.815	33.203	24.190	14.775	9.750	8.347	18.900	34.624	46.328	53.190
Otros Usos	0.489	0.466	0.489	0.481	0.489	0.481	0.489	0.489	0.481	0.489	0.481	0.489
TOTAL:	30.317	47.939	48.304	33.684	24.679	15.256	10.239	8.836	19.381	35.113	46.809	53.679

Fuente. ATDR Chancay - Huaral

4.1.5 Zonas de Vida

El área de estudio presenta las siguientes unidades de zonas de vida (Véase Mapa 9. Zonas de Vida en el capítulo de anexos)

Desierto Sub-Tropical o Desierto Pre-Montano (d-ST)

La vegetación cultivada es diversificada debido a que presenta suelos potencialmente óptimos para el desarrollo agrícola en presencia de abundante agua. No obstante, la mayor parte del área está dedicada a 4 cultivos, entre ellas tenemos al algodón, maíz y cítricos. Esta formación ecológica está subdividida a su vez en:

Desierto Sub-Tropical propiamente dicho

La vegetación natural, junto al litoral, consiste de especies típicas de los géneros *Distichlis* y *Samicordia* (grama salada), constituyendo asociaciones edáficas sobre suelos salinizados. Sobre las dunas de arena, se desarrollan, a expensas de la

humedad ambiental, especies de los géneros Tillandsia y Pitcairnia (achupallas) que son plantas perennes sin raíces.

Tendencia a Maleza Desértica Sub-Tropical

En las áreas de mayor elevación (1500 a 2000m.s.n.m.), se aprecia la presencia de cactáceas columnares del género Cereus, más conocidos como gigantones o candelabros. Estas son plantas perennes y de raíces profundas, que se alimentan de la humedad del Sub-suelo. Se aprecian arbustos sólo junto a los cauces de las quebradas como el guarango, molle, sauce, carrizales y gramíneas. Este sector, la vegetación natural presenta una marcada tendencia a la formación Maleza Desértica Sub-Tropical.

Maleza Desértica Sub-Tropical o Matorral Desértico Pre-Montano (md-ST)

Es una formación del tipo microecológica porque está reducida a un área muy pequeña de la extensión total de la cuenca situado en el fondo del valle encañonado desde los 1300 y los 2000 m.s.n.m. aproximadamente. Tiene su origen en las condiciones térmicas (18°C) y en posición relativamente elevada.

Esta formación que está dominada por el patrón climático Per-Árido y Semi-Cálido, presenta la variante de que las escasas precipitaciones pluviales se concentran en la estación veraniega y alcanzan a tener un uso efectivo en la agricultura de secano.

La vegetación natural está integrada básicamente por las mismas especies encontradas en la parte alta de la formación anterior, presentando, además, una vegetación arbustiva perenne de tipo espinoso y otro herbáceo temporal que sirve de sustento a una reducida ganadería lanar y bovina.

Maleza Desértica Montano Bajo o Estepa-Espinosa Montano Bajo (md-MB)

Debido a su clima presenta condiciones poco favorables para su utilización agrícola y/o ganadera. Topografía quebrada, material genético de suelos poco favorables, imposibilidad de riego, lluvias escasas y completamente des uniformes, temperaturas invernales son los rasgos más saltantes que devalúan el potencial agrícola de esta formación por lo que la vegetación cultivada esta relegada a pequeñas áreas semi-accidentadas de fondo de valle, siendo los principales cultivos los frutales

diversos(especialmente duraznos), maíz, papas, arvejas, lentejas y pastos escasos que son aprovechados por el ganado.

La vegetación natural es bastante parecida fisonómicamente a la de las formaciones anteriormente descritas, pero sumamente disminuidas en su vigorosidad por efecto del clima reinante. (Ramírez 2014)

Estepa Montano y Bosque Húmedo Montano (e-M)

El tipo climático, factores geomorfológicos, hidrológicos y edáfico que domina esta formación, ha creado un medio ambiente bastante favorable para la agricultura andina al punto de que en dicha formación está ubicada una de las mayores áreas agrícolas de toda la cuenca alta. Siendo la vegetación cultivada básicamente integrada por trigo, cebada, maíz, arveja, habas, olluco, alfalfa y papas.

La vegetación natural está compuesta por especie sumamente dominantes e invasoras que se adaptan sobre suelos que empiezan a degradarse por sobre pastoreo. Las especies más comunes son la tola, del género *Lepidophyllum*, arbusto semi-leñoso, resinoso, de sistema radicular profundo, muy poco exigente en suelos, y el chocho silvestre, del género *Lupinus*, planta arbustiva, semi-leñosa, de raíces profundas, adaptable a suelos degradados de laderas.

Páramo Sub-Alpino o Páramo muy Humedad Sub-Alpino (p-SA)

Se presenta un hábitat muy apropiado para el desarrollo de praderas naturales alto-andinas; por tal razón, en esta formación se halla el mejor potencial forrajero natural de la cuenca en estudio y a su vez constituido por gramíneas. Por otra parte, esta unidad ecológica presenta especies arbustivas y/o arbóreas en forma diseminada.

Esta formación ecológica esta subdividida a su vez en:

Páramo Sub-Alpino propiamente dicho

Comprendido entre los 4000 y 4600m.s.n.m

Tendencia a Tundra Pluvial Alpino

Comprendido entre los 4600 y 4800m.s.n.m. El área forrajera es muy similar a la de la formación dominante con la diferencia de que las temperaturas invernales son algo más bajas.

Tundra Pluvial Alpino (tp-A)

En esta unidad ecológica se desarrollan especies vegetales hemicriptofíticas almohadillas a arrosetadas y gramíneas de desarrollo muy reducido de característica agrológica media.

4.2 Línea base económica

En la parte baja de la cuenca Chancay – Huaral, se presenta la producción orientada al mercado como hegemonía, especialmente los cultivos industriales como el algodón, maíz amarillo, etc.

Por otra parte, cuenta con variedad de frutales como la fresa, manzano, mandarina, palto, mango y naranjo, además de hortalizas. La crianza de aves y de porcinos también constituye actividades muy importantes en la cuenca en mención, especialmente contando con importantes instalaciones de producción de aves, porcinos y huevos como la empresa San Fernando entre otros.

A medida que se avanza hacia la parte media y alta de la cuenca, se puede observar presencia de cereales, tubérculos y frutales (manzana), así como de ganadería vacuna, ovina y caprina. El riego por gravedad y la mayor dependencia de las lluvias hace que la productividad se distancie de la que se obtiene en la zona baja.

Sin embargo, la cuenca Chancay – Huaral presenta una clara diferenciación entre las actividades que se desarrollan en su nivel bajo, vinculadas a mercados nacionales e internacionales de productos agro industriales, con una buena disponibilidad de agua durante todo el año; y la zona media y alta, con una agricultura y ganadería más reducida y menos tecnificada, de mayor dependencia de la lluvia y con diferentes situaciones de disponibilidad de agua según la distribución de las subcuencas.

4.2.1 Actividad agrícola


Las aguas superficiales del río Chancay-Huaral, constituye la principal fuente de agua para riego desde la zona alta, media y baja de la cuenca.

En la Figura 17, se observa el Registro Administrativo de Derechos de Uso de Agua, por Comisiones y Comités de Regantes, datos proporcionados por el ALA

Huaral-Chancay y que corresponden a la Cuenca Baja en las que se muestran áreas bajo riego en el orden de 21,135.41 hectáreas de tierras agrícolas. La cuenca Baja utiliza 221.963 mm³ y el uso sin licencia de autorización es del orden de 42.96 mm³.

Complementando a esta información, se asigna a la zona alta de la cuenca una dotación de 26.88 mm³ por año respectivamente. El volumen total utilizado en el sector agrícola en la cuenca Huaral-Chancay asciende a 291.82 mm³ en promedio.

Figura 17. Registro de derechos de uso de agua por comisiones

 AUTORIZADO NACIONAL DEL AGUA ORGANO ADMINISTRATIVO DEL AGUA CABOTE PORTUÑO INSTALACIÓN LOCAL DEL AGUA CHANCAY - HUARAL JUNTA DE USUARIOS DEL DISTRITO DE RIEGO CHANCAY - HUARAL RESUMEN POR COMISIONES DE REGANTES REGISTRO ADMINISTRATIVO DE DERECHOS DE USO DE AGUA							
COMISION DE REGANTES	Nº PREDIOS	AREA (ha.)				VOLUMEN (m ³)	
		TOTAL	BAJO RIEGO	LICENCIA	PERMISO	LICENCIA	PERMISO
BOZA - AUCALLAMA	748	1,510.18	1,418.99	1,415.34	3.65	12,092,587	37,500
CAQUI	225	597.08	573.93	403.17	170.76	5,679,068	2,043,569
CHANCAY ALTO	310	868.96	833.75	662.84	170.91	9,441,037	2,111,377
CHANCAY BAJO	675	1,987.46	1,944.31	1,752.46	191.85	21,390,255	2,398,182
CHANCAYULO	458	1,800.39	1,691.13	84.97	1,606.16	1,211,694	20,076,954
CUYO	374	583.04	566.50	566.50	-	8,078,102	-
HUANDO	378	1,409.40	1,402.31	1,402.31	-	19,996,965	-
HUAYAN - HORNILLOS	237	552.88	519.81	465.16	54.64	5,504,825	683,053
JESUS DEL VALLE	754	2,038.75	1,960.19	1,958.19	2.00	21,587,480	2,650
LA ESPERANZA	785	3,750.45	3,650.85	3,632.67	18.17	55,531,985	227,125
LAS SALINAS	178	412.45	376.83	373.15	3.68	1,740,859	-
PALPA	592	1,601.48	1,561.18	1,557.48	3.70	22,209,094	-
PASAMAYO	425	966.60	889.09	889.09	-	4,143,188	-
REYES - NATURALES	911	2,508.61	2,485.56	1,668.68	816.90	21,329,806	10,233,231
SAN JOSE - MIRAFLORES	288	803.20	786.64	366.11	420.54	5,261,990	5,151,772
SAN MIGUEL	93	197.78	195.15	195.15	-	2,782,857	-
SAUME	146	330.38	279.19	279.19	-	3,981,277	-
TOTAL	7577	21,919.10	21,135.41	17,672.47	3,462.96	221,963,068	42,965,412

Fuente. ALA Huaral - Chancay

4.2.2 Actividad minera

La actividad minera se ubica, principalmente, en la subcuenca Baños, en las que pueden distinguirse las actividades asociadas a la Unidad Minera Trevalli Perú SAC, antes denominada Minera Santander, que viene realizando levantamientos de pasivos ambientales según la exigencia del ente rector del sector al que pertenece y así realizar operaciones exploratorias entre otras, se hallan ubicadas en el Distrito de Santa Cruz de Andamarca.

Estas zonas de actividad minera se hallan cercanas a las quebradas que sirven al río Baños, por lo que podría suponerse una afectación a la calidad del agua.

Es importante mencionar que en una de las intercuenas presentes se halla la actividad minera de Corisquilque.

4.2.3 Actividad Industrial

No existe actividad industrial en la zona alta ni media de la cuenca, pero, si podemos evidenciar actividades de este rubro en la Sub Cuenca Baja.

Tabla 13. Industrias existentes en la subcuenca baja de la Cuenca Hidrográfica Chancay-Huaral

Empresa	Distrito	Provincia	Departamento	Sub Cuenca	Cuerpo de agua
J.C. Equipamientos S.A.C	Aucallama	Huaral	Lima	Baja	Canal de regadío
Ladrillera San Lorenzo S.A.C.	Aucallama	Huaral	Lima	Baja	Rio Chancay - Huaral
San Fernando S.A.	Chancay	Huaral	Lima	Baja	Rio Chancay - Huaral
San Fernando S.A.	Chancay	Huaral	Lima	Intercuenca	Mar de Chancay
Empresa pesquera Centinela	Chancay	Huaral	Lima	Intercuenca	Mar de Chancay
Austral S.A.C.	Chancay	Huaral	Lima	Intercuenca	Mar de Chancay
Agroindustrias Campoy	Huaral	Huaral	Lima	Intercuenca	Canal de regadío

Fuente. ALA Huaral – Chancay

4.2.4 Actividad de Uso no consuntivo

Sector Energético

Se concentra de manera importante en las Sub Cuencas de Baños y Vichaycocha, están a cargo de la Empresa Administradora Chungar S.A.C y se describe en las Tablas 14 y 15 respectivamente, tenemos:

Tabla 14. Potencia y caudal nominal de las Centrales Hidroeléctricas de la Subcuenca Baños

Central Hidroeléctrica	Potencia Nominal (MW)	Caudal nominal (m ³ /s)
Central Hidroeléctrica Tingo	6	0.95
Central Hidroeléctrica Hoyos	5.1	0.95
Central Hidroeléctrica Pacaraos	2.5	0.40

Fuente. ALA Huaral - Chancay

Tabla 15. Potencia y caudal nominal de las Centrales Hidroeléctricas del sector Tingo y Subcuenca Media

Central Hidroeléctrica	Potencia Nominal (MW)	Caudal nominal (m ³ /s)
Baños I	2.5	1.3
Baños II	2	1
Baños III	2	1
Baños IV	2.3	1.5
Baños IV - Ampliado	2.6	2
Baños V - Proyectado	9.2	3

Fuente. ALA Huaral - Chancay

Sector Pesquero

Dentro de este rubro, existen empresas piscícolas en el área de estudio como la empresa Piscícola Rosell (en el lecho del río Carac, en el Distrito de Pacaraos), que se ubica en la sub cuenca media, pero es información que se tendría que confirmar con las evidencias correspondientes.

Con respecto a información de actividad pecuaria esta se localiza en la subcuenca baja y en la Intercuenca, es así que podemos mencionar: Avícola Río Azul, Pecuaria Lau Llap, Pecuaria Yurico, Pecuaria San Fernando, Pecuaria Malatesta y Pecuaria Colan.

Es importante mencionar que las actividades pesqueras de importancia se realizan en el Puerto de Chancay, efectuándose actividades industriales y artesanales.

Tabla 16. Constancia emitida inscripción al PAVER – Cuenca Hidrográfica Chancay-Huaral

Nº	Municipalidad y/o empresa inscrita	Número de constancia de inscripción
1	CFG Investment S.A.C.	001-2010-ANA-ALA-HUARAL-CHANCA Y
2	Austral Group S.A.A.	002-2010-ANA-ALA-HUARAL-CHANCA Y
3	Pesquera Centinela S.A.C.	003-2010-ANA-ALA-HUARAL-CHANCA Y
4	Pesquera Caral S.A.	004-2010-ANA-ALA-HUARAL-CHANCA Y
5	Compañía minera Vichaycocha S.A.C.	001-2011-ANA-ALA-HUARAL-CHANCA Y
6	Compañía minera Vichaycocha S.A.C.	002-2011-ANA-ALA-HUARAL-CHANCA Y

Fuente. ALA Huaral - Chancay

4.3 Línea base social

4.3.1 Aspectos socioeconómicos

La población del ámbito de estudio comprende los 12 distritos que conforman a la provincia de Huaral, tenemos: Huaral, Atavillos Alto, Atavillos Bajo, Aucallama, Chancay, Ihuarí, Lampián, Pacaraos, San Miguel de Acos, Santa Cruz de Andamarca, Sumbilca y Veintisiete de Noviembre.

Geográficamente, la provincia de Huaral ocupa una extensión de 3,919.10 Km² y según los resultados del XI Censo Nacional de Población del INEI, al 21 de

octubre del año 2007, la población censada de la provincia de Huaral fue de 170,266 habitantes y con respecto al año 2015, la población estimada fue de 190,501. Habitantes.

En la Tabla 17, se observa el comportamiento y evolución de la población de la provincia de Huaral que involucra a la cuenca de estudio y en el que se observa el incremento desde el año 2000 hasta el 2015.

Tabla 17. Evolución de la población de la provincia de Huaral (Años 2000 al 2015)

Área Geográfica		Cantidad de Habitantes (INEI)															
Departamento	Provincia	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Lima	Huaral	152,425	155,151	157,833	160,465	163,042	165,558	167,964	170,266	172,535	174,842	177,259	179,797	182,409	185,076	187,779	190,501

Fuente: INEI

Los distritos que se hallan en la cuenca media y alta del río Chancay-Huaral, presenta poblaciones por debajo de los 2,000 habitantes, distribuidas en la cuenca media y alta del río estos son: Santa Cruz de Andamarca, Sumbilca, 27 de noviembre, Pacaraos, San Miguel de Acos y Lampián, a excepción del Distrito de Ihuarí que alcanza una población de 2,671 habitantes. (Véase Mapa 10. Densidad poblacional en el capítulo de anexos).

Tabla 18. Distribución poblacional censada – Distritos de la Cuenca Hidrográfica Chancay – Huaral y Provincia de Huaral (Años 1993 – 2007)

Departamento	Provincia	Distrito	Población (1993)	Población (2007)	Densidad poblacional
Lima	Huaral	Huaral	68,771	88,558	138.21
		Atavillos Alto	1,718	976	2.81
		Atavillos Bajo	1,807	1,374	22.59
		Aucallama	11,269	16,195	22.59
		Chancay	32,784	49,982	332.64
		Ihuarí	3,235	2,671	5.71

	Lampión	775	519	3.58
	Pacaraos	1,601	747	2.54
	San Miguel de Acos	780	754	15.66
	Santa Cruz de Andamarca	917	1,219	5.62
	Sumbilca	1,577	1,171	4.51
	Veintisiete de Noviembre	791	544	1.16

Fuente. INEI (años 1993 – 2007)

4.3.2 Demanda poblacional

El agua del río Chancay-Huaral es la principal fuente de agua superficial para uso doméstico de la Provincia de Huaral, del cual la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado EMAPA HUARAL capta alrededor de 100 lps, en lo referente a fuentes subterráneas capta 1 00.40 l/s. (Tabla 19).

Tabla 19. Demanda del agua para la ciudad de Huaral analizado por la empresa Emapa Huaral S.A.

Fuente de Agua	Caudal (l/s)
Río Chancay – Huaral – Captación EMAPA Huaral S.A.	100
Pozo N° 01 - Granados	34.7
Pozo N° 03 – El Chilcal	38.9
Pozo N° 04 – La Huaca	26.8

Fuente. Plan Maestro Optimizado EMAPA Huaral S.A.

CAPITULO V

5. CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA CHANCAY – HUARAL

5.1 Principales problemas relacionados con la calidad del agua superficial en el área de estudio

Entre los principales problemas relacionados e identificados con la calidad del agua superficial en la Cuenca Hidrográfica Chancay – Huaral tenemos:

- Contaminación del agua superficial, quebradas, ríos en diferentes formas conllevando al aumento del deterioro ambiental del recurso si no se toman las medidas preventivas de acción del caso.
- El vertimiento de residuos sólidos (sin disposición adecuada y administrada), le dan el nivel de alto riesgo a la zona baja de la cuenca que involucra a las áreas agrícolas presentes en el área de estudio.
- La disposición de las aguas residuales que se vierten a los cuerpos de agua (sin tratamiento previo) constituye un problema crítico a solucionar por parte de los actores locales.
- Existen también pasivos ambientales mineros que condicionan riesgo alto, debido a que durante las épocas de lluvias se presenta desplazamiento de estos sedimentos contaminando de esta manera al agua superficial.
- Concentraciones altas de parámetros ambientales sobrepasando el LMP establecido según ECA Agua.

Estos aspectos mencionados anteriormente, condicionan la necesidad de contar con una herramienta de análisis que sirva para la toma de decisiones en la gestión de la calidad del agua superficial en el área de estudio y que constituye de vital importancia el contar con el diseño de un Sistema de Información Geográfica (GIS) aplicado al agua superficial, tema tratado en el presente trabajo de investigación.

Vertimientos de aguas residuales

Se observa el número de fuentes contaminantes identificadas en la Cuenca Hidrográfica Chancay - Huaral, las mismas que son vertidas directamente al cuerpo

receptor. (Según lo que se estipula en el Informe No 1206-2011-DGCRH/RGC/NGPH) de la Autoridad Nacional del Agua – ANA.

Tabla 20. Fuentes contaminantes de vertimientos de aguas residuales en la Cuenca Hidrográfica Chancay – Huaral

Tipo de Vertimiento	Distrito	Numero de vertimiento
Doméstico	Pacaraos	1
	Santa Cruz de Andamarca	1
	Atavillos Alto	1
	Atavillos Bajo	1
	Acos	1
Industrial	Aucallama	1
	Chancay	5
Municipal	Chancay	6
Turístico	Santa Cruz de Andamarca	1
	Atavillos Alto	1

Fuente. Informe N° 1206-2011-DGCRH/RGC/NGPH

Tabla 21. Vertimientos de aguas residuales industriales tratadas en el área de estudio

Código	Descripción	Empresa Vertedora	Distrito	Situación Legal	Coordenada Este	Coordenada Norte	Cuerpo Receptor
V1-Ch	Vertimiento de agua residual industrial tratada, provenientes de la Planta de producción de harina y aceite de pescado	AUSTRAL GROUP S.A.	CHANCAY	Autorizado (R.D. N° 103-2011-ANA-DGCRH)	252442	8718857	Mar de Chancay
V2-Ch	Vertimiento de agua residual industrial tratada, provenientes de la planta de producción de harina y aceite de pescado	CFG INVESTMENT S.A.C.	CHANCAY	Autorizado (R.D. N° 065-2011-ANA-DGCRH)	252456	8719169	Mar de Chancay
V3-Ch	Vertimiento de agua residual industrial tratada, provenientes de la planta de producción de harina y aceite de pescado	PESQUERA CENTINELA S.A.C.	CHANCAY	Autorizado (R.D. N° 044-2011-ANA-DGCRH)	252529	8719145	Mar de Chancay
V4-Ch	Vertimiento de agua residual industrial tratada, provenientes de la planta de producción de harina y aceite de pescado - Planta Chancay	PESQUERA CARAL S.A.	CHANCAY	Autorizado (R.D. N° 182-2011-ANA-DGCRH)	252459	8718475	Mar de Chancay
V5-Ch	Vertimiento de agua de enfriamiento proveniente de la planta de agua de cola de la Planta Chancay	PESQUERA CARAL S.A.	CHANCAY	Constancia de Inscripción PAVER N° 004-2010-ANA-ALA-Chancay-Huaral	252509	8718435	Mar de Chancay
V1-A	Vertimiento de aguas residuales industriales tratadas a la margen derecha del río Chancay-Huaral, provenientes de la Planta de Beneficio de Aves Aucallama	EMPRESA AVICOLA SAN FERNANDO	AUCALLAMA	R.D. N° 003-2010-ANA-DCPRH	259870	8721182	Río Chancay-Huaral

Fuente. Informe N° 1206-2011-DGCRH/RGC/NGPH

En la tabla 22, se observa los vertimientos de aguas residuales domésticas identificados dentro de la jurisdicción de la Cuenca Hidrográfica Chancay – Huaral, tenemos:

Tabla 22. Vertimientos de aguas residuales domésticas identificadas

Código	Distrito	Provincia	Descripción	Situación Legal	Cuerpo Receptor	Dispositivo o Vertimiento Caudal	Coordenada Este	Coordenada Norte
V1-P	Pacaraos	Huaral	Vertimiento de aguas residuales domésticas sin tratar provenientes del centro poblado Vichaycocha (son dispuestas a la margen izquierda del río Vichaycocha)	No autorizado	Río Vichaycocha, margen izquierda	Tubería 0.5 lps	322627	8767575
V2-SCA	Santa Cruz de Andamarca	Huaral	Vertimiento de agua residuales domésticas sin tratar provenientes del Hotel Baños de Collpa al río Chancay-Huaral en la margen izquierda	No autorizado	Río Chancay-Huaral	Tubería, no se determinó caudal	321210	8764204
V2-AA	Atavillos Alto	Huaral	Vertimiento de aguas residuales domésticas sin tratar provenientes de la población de San José de Baños al río Baños	No autorizado	Río Baños	Tubería 15 lps	326487	8759738
V1-AB	Atavillos Bajo	Huaral	Vertimiento de aguas residuales domésticas sin tratar al río Añasmayo, en la margen derecha provenientes de la población de La Perla	No autorizado	Río Añasmayo	Tubería 4 lps	303076	8742354
V1-A	Acos	Huaral	Vertimiento de aguas residuales domésticas sin tratar al río Chancay-Huaral en la margen derecha, provenientes de la población de Acos	No autorizado	Río Chancay-Huaral	Tubería 1 lps	301454	8752712

Fuente. Informe N° 1206-2011-DGCRH/RGC/NGPH

En el Tabla 23, se muestra información de los vertimientos de aguas residuales de gestión de la municipalidad de Chancay que son vertidas (sin tratamiento previo) al Mar de Chancay y sin autorización correspondiente.

Tabla 23. Vertimientos de aguas residuales municipales identificadas

Código	Sector	Distrito	Provincia	Descripción	Situación Legal	Coordenada Este	Coordenada Norte	Cuerpo Receptor
V6-Ch	El paraíso - Puerto de Chancay	Chancay	Huaral	Vertimiento de aguas residuales municipales sin tratar provenientes del distrito de Chancay hacia el mar de Chancay	No autorizado	251829	8721090	Mar de Chancay
V7-Ch	Puerto Chancay	Chancay	Huaral	Vertimiento de aguas residuales municipales sin tratar provenientes del distrito de Chancay hacia el mar de Chancay	No autorizado	251910	8720838	Mar de Chancay
V8-Ch	Puerto Chancay	Chancay	Huaral	Vertimiento de aguas residuales municipales sin tratar provenientes del distrito de Chancay hacia el mar de Chancay	No autorizado	295210	8748053	Mar de Chancay
V9-Ch	Puerto Chancay	Chancay	Huaral	Vertimiento de aguas residuales municipales sin tratar provenientes del distrito de Chancay hacia el mar de Chancay	No autorizado	252405	8718692	Mar de Chancay
V10-Ch	Puerto Chancay	Chancay	Huaral	Vertimiento de aguas residuales municipales sin tratar provenientes del distrito de Chancay hacia el mar de Chancay	No autorizado	251985	8718350	Mar de Chancay
V11-Ch	Humedal Chancay Cascajo	Chancay	Huaral	Vertimiento de aguas residuales municipales sin tratar provenientes del distrito de Chancay hacia el mar de Chancay	No autorizado	252311	8717208	Mar de Chancay

Fuente. Informe N° 1206-2011-DGCRH/RGC/NGPH

En el Tabla 24, se puede observar los vertimientos de aguas residuales productos de los baños termales que son usados por los visitantes y turistas tanto en Collpa como en San José de Baños y que pertenecen a la Provincia de Huaral.

Tabla 24. Vertimientos de aguas residuales de la actividad turística identificadas

Código	Sector	Distrito	Provincia	Descripción	Situación Legal	Coordenada Este	Coordenada Norte	Cuerpo Receptor
V1-SCA	Baños de Collpa	Santa Cruz de Andamarca	Huaral	Vertimiento de aguas residuales de aguas termales sin tratar provenientes de la piscina de Baños de Colpa al río Chancay-Huaral en la margen izquierda	Sin autorización	321236	8764310	Río Chancay-Huaral, margen izquierda
V1-AA	San José de Baños	Atavillos Alto	Huaral	Vertimiento de aguas residuales de aguas termales sin tratar provenientes del sector San José de Baños al río Chancay-Huaral en la margen izquierda	Sin autorización	326914	8759804	Río Baño, margen izquierda

Fuente. Informe N° 1206-2011-DGCRH/RGC/NGPH

En el Tabla 25, se puede evidenciar los vertimientos de aguas residuales los canales existentes en la zona baja de la Cuenca Hidrográfica Chancay – Huaral.

Tabla 25. Vertimientos de aguas residuales identificadas a los canales en el área de estudio

Código	Sector	Distrito	Provincia	Departamento	Descripción	Empresa	Coordenada Este	Coordenada Norte	Altitud (msnm)
VC1-A	Casa Blanca	Aucallama	Huaral	Lima	Vertimiento de aguas residuales industriales sin tratar a canal de regadío, provenientes de la granja porcina	Agroindustria Campoy S.A.C.	262171	8720312	146
VC2-A	Casa Blanca	Aucallama	Huaral	Lima	Vertimiento de aguas residuales industriales sin tratar a canal de regadío provenientes de la granja porcina	Pechisa S.A.C.	262117	8719584	140
VC1-Ch	Chacrimar	Chancay	Huaral	Lima	Vertimiento de aguas residuales industriales sin tratar a canal de regadío, provenientes del lavado de jvas de pollos	J.F. Equipos S.A.C.	255793	8715840	27
VC2-Ch	Casa Blanca	Aucallama	Huaral	Lima	Vertimiento de aguas residuales domésticas sin tratar al canal	Pato Rico, Won S.A.C., Agroindustria Aucallama	262150	8720011	140
VC3-Ch	Chancayllo	Chancay	Huaral	Lima	Vertimiento de aguas residuales domésticas sin tratar al canal	Poblado de Chancayllo	248232	8729130	36
VC1-H	Las Casuarinas	Huaral	Huaral	Lima	Vertimiento de aguas residuales domésticas sin tratar provenientes de una parte de la población de Huaral a un canal de regadío	Municipalidad de Huaral	256941	8727210	157
VC2-H	Retes	Huaral	Huaral	Lima	Vertimiento de aguas residuales domésticas sin tratar provenientes de una parte de la población de Huaral a un canal de regadío	Municipalidad de Huaral	257987	8728448	176
VC3-H	Santa Rosa	Huaral	Huaral	Lima	Vertimiento de aguas residuales domésticas sin tratar provenientes de una parte de la población de Huaral a un canal de regadío	Municipalidad de Huaral	257839	8729054	170

Fuente. Informe N° 1206-2011-DGCRH/RGC/NGPH

Por otra parte, con respecto a los pasivos ambientales presentes, en las tablas 26,27,28 y 29, se observan los pasivos ambientales ubicados especialmente en la zona alta de la Cuenca Hidrográfica Chancay – Huaral, según los informes técnicos del primer, segundo,

tercer y cuarto monitoreo participativo de la calidad del agua superficial de la cuenca Chancay – Huaral (años 2012 – 2014) por parte del ANA.

**Tabla 26. Pasivos ambientales ubicados en el área de estudio
(Primer monitoreo participativo)**

Distrito	Provincia	Departamento	Coordenada Este	Coordenada Norte	Altitud (msnm)
Pacaraos	Huaral	Lima	325743	8777267	4172
Pacaraos	Huaral	Lima	323665	8770792	3883
Santa Cruz de Andamarca	Huaral	Lima	334176	8761584	4492
Pacaraos	Huaral	Lima	331177	8769844	4306
Pacaraos	Huaral	Lima	332570	8769800	4408

Fuente. Informe técnico Primer monitoreo participativo de la calidad del agua Superficial – ANA - 2014

**Tabla 27. Pasivos ambientales ubicados en el área de estudio
(Segundo monitoreo participativo)**

Código	Sector	Descripción	Sector	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenada Este	Coordenada Norte	Altitud (msnm)
PA1-P	Vichaycocha	Pasivo ambiental constituido por restos de carbón de piedra abandonado producto de la explotación que en época de avenida arrastra los sólidos al río Vichaycocha en la margen izquierda	Vichaycocha	Pacaraos	Huaral	Lima	325743	8777267	4172
PA2-P	Cerro Quiruhuilca	Pasivo ambiental constituido por restos de piedra caliza en estado de abandonado, producto de la explotación y chancado de la piedra caliza, que en época de lluvia arrastra los sólidos hacia la margen derecha del río Vichaycocha	Cerro Quiruhuilca	Pacaraos	Huaral	Lima	323665	8770792	3883
PA1-SCA	Pique de la Cuñada	Pasivo ambiental conformado por una relavera abandonada, que	Pique de la Cuñada	Santa Cruz de	Huaral	Lima	334176	8761584	4492

		perteneció a la empresa minera Santander, ahora es propietario la empresa Tevali Perú S.A.C.		Andamara					
PA3-P	Chicrin	Pasivo ambiental minero, donde se observó que existió una planta chancadora de minerales y se ubica cerca a los bofedales que dan origen al río Chicrin	Chicrin	Pacaraos	Huaral	Lima	331177	8769844	4306
PA4-P	Yanahuin	Pasivo ambiental ubicado cerca de la laguna Yanahuin, se observó aparentemente hubo una planta chancadora se encuentra totalmente abandonada	Yanahuin	Pacaraos	Huaral	Lima	332570	8769800	4408

Fuente. Informe técnico Segundo monitoreo participativo de la calidad del agua superficial – ANA - 2014

**Tabla 28. Pasivos ambientales ubicados en el área de estudio
(Tercer monitoreo participativo)**

Código	Sector	Descripción	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenada Este	Coordenada Norte	Altitud (msnm)
PA1-P	Vichaycocha	Pasivo ambiental constituido por restos de carbón de piedra abandonado producto de la explotación que en época de avenida arrastra los sólidos al río Vichaycocha en la margen izquierda	Pacaraos	Huaral	Lima	325743	8777267	4172
PA2-P	Cerro Quiruhuilca	Pasivo ambiental constituido por restos de piedra caliza en estado de	Pacaraos	Huaral	Lima	323665	8770792	3883

		abandonado, producto de la explotación y chancado de la piedra caliza, que en época de lluvia arrastra los sólidos hacia la margen derecha del río Vichaycocha						
PA1-SCA	Pique de la Cuñada	Pasivo ambiental conformado por una relavera abandonada, que perteneció a la empresa minera Santander, ahora es propietario la empresa Trevali Perú S.A.C.	Santa Cruz de Andamarca	Huaral	Lima	334176	8761584	4492
PA3-P	Chicrin	Pasivo ambiental minero donde se observó que existió una planta chancadora de minerales y se ubica cerca a los bofedales que dan origen la río Chicrin	Pacaraos	Huaral	Lima	331177	8769844	4306
PA4-P	Yanahuin	Pasivo ambiental ubicado cerca de la laguna Yanahuin se observó que aparentemente hubo una planta chancadora se encuentra totalmente abandonada	Pacaraos	Huaral	Lima	332570	8769800	4408

Fuente. Informe técnico Tercer monitoreo participativo de la calidad del agua superficial – ANA - 2014

**Tabla 29. Pasivos ambientales ubicados en el área de estudio
(Cuarto monitoreo participativo)**

Código	Distrito	Zona afectada	Descripción	Coordenada Este	Coordenada Norte	Altitud (msnm)
PA1-S	Sumbilca	Quebrada Quipacaca que va al río Añasmayo	Pasivo de minera la Poderosa en comunidad de Rauma	310754	8739234	3116
PA2-S	Sumbilca	Quebrada Quipacaca que va al río Añasmayo	Pasivo de minera la Poderosa en comunidad de Rauma	310734	8738668	3175
PA1-P	Pacaraos	R.H. del Río Vichaycocha, margen derecha	Pasivo minería no metálica en Vichaycocha: 03 minas de carbón, sector Vichaycocha	326794	8774838	4182
PA2-P	Pacaraos	R.H. del Río Vichaycocha, margen derecha	Pasivo ambiental conformado por restos de piedra caliza en estado de abandonado, producto de la explotación y chancado de la piedra caliza, que en época de lluvia arrastra los sólidos hacia la margen derecha del río Vichaycocha (Sector Cerro Quiruvilca)	323665	8770792	3883
PA3-P	Pacaraos	Río Chicrin	Pasivo ambiental minero donde se observó que existió una planta chancadora de minerales y se ubica cerca a los bofedales que dan origen al río Chicrin	331177	8769844	4306
PA4-P	Pacaraos	Laguna Yanahuin	Pasivo ambiental ubicado cerca de la laguna Yanahuin, se observó que aparentemente hubo una planta chancadora que se encuentra totalmente abandonada	332570	8769800	4408

Fuente. Informe técnico Cuarto monitoreo participativo de la calidad del agua superficial – ANA – 2014

5.2 Clasificación de los cuerpos de agua en el área de estudio

De acuerdo a lo establecido y lo que se indica en la **Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA, “Clasificación de los cuerpos de aguas superficiales” del 22 de marzo del 2010**; el Río Chancay – Huaral está clasificado como **Categoría 3:**

“Agua para riego de vegetales y bebida de animales”. Esta categoría está referida a aquellos cuerpos de agua superficiales que son utilizados para riego de plantas de tallo alto y bajo; así como para bebida de animales mayores y menores. Por otra parte, las lagunas se clasifican en Categoría 4: “Conservación del ambiente acuático – lagunas”.

El criterio considerado para la evaluación de la calidad del agua en el área de estudio fue la comparación de resultados de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos con los ECAs para agua establecidos en el D.S.N° 002-2008-MINAM y la clasificación: Categoría 3 – Riego de vegetales y bebidas de animales, parámetros para riego de vegetales de tallo bajo, tallo alto, la categoría 1-A para uso poblacional y recreacional y la categoría 4: Conservación del ambiente acuático; de acuerdo a lo establecido en la Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA.

Figura 18. Estándar Nacional de Calidad Ambiental (ECA) para Agua

ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA UTILIZADOS							
Parámetro	Unidad	Categoría 3	Categoría 4	Parámetro	Unidad	Categoría 3	Categoría 4
		Valor	Valor			Valor	Valor
pH	Unidad de pH	6,5-8,5	6,5-8,5	Aluminio total (Al tot)	mg/L	5	—
Oxígeno disuelto (O ₂)	mg/L	>=4	≥5	Arsénico total (As tot)	mg/L	0,05	0,01
Conductividad	μS/cm	<2000	—	Bario total (Ba tot)	mg/L	0,7	0,7
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1000	1000	Boro total (B tot)	mg/L	0,5-6	—
Coliformes totales	NMP/100mL	5000	2000	Cadmio total (Cd tot)	mg/L	0,005	0,004
Aceites y grasas	mg/L	1	—	Cobalto total (Co tot)	mg/L	0,05	—
Sólidos suspendidos totales	mg/L	—	≤25	Cobre total (Cu tot)	mg/L	0,2	0,02
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L O ₂	15	<5	Cromo Hexavalente (Cr VI)	mg/L	0,1	0,05
Demanda Química de Oxígeno	mg/L O ₂	40	—	Hierro total (Fe tot)	mg/L	1	—
Nitratos (N-NO ₃)	mg/L	10	5	Litio total (Li tot)	mg/L	2,5	—
Sulfuros	mg/L	0,05	—	Magnesio total (Mg tot)	mg/L	150	—
Fosfatos (PO ₄)	mg/L	1	0,4	Manganeso total (Mn tot)	mg/L	0,2	—
Cianuro WAD	mg/L	0,1	—	Mercurio total (Hg tot)	mg/L	0,001	0,0001
Cianuro Libre		—	0,022	Niquel total (Ni tot)	mg/L	0,2	0,025
Calcio total (Ca tot)	mg/L	200	—	Plata total (Ag tot)	mg/L	0,05	—
Magnesio total (Mg tot)	mg/L	150	—	Piomo total (Pb tot)	mg/L	0,05	0,001
Sodio total (Na tot)	mg/L	200	—	Selenio total (Se tot)	mg/L	0,05	—
Sulfatos (SO ₄)	mg/L	300	—	Zinc total (Zn tot)	mg/L	2	0,03

Categoría 3: Riego de vegetales y bebidas de animales – Para riego de Vegetales de tallo bajo y tallo alto.
Categoría 4: Conservación del ambiente acuático - para lagos y lagunas.

Fuente: INFORME N° 011-2014-ANA-PMGRH/MGOC

Las lagunas que están presentes dentro del ámbito de estudio y como parte de la jurisdicción de la provincia de Huaral son 68 en total y dentro de las cuales destacan las siguientes, tenemos:

- Laguna Rahuite
- Laguna Chancan
- Laguna Chalguacocha Alta
- Laguna Chalguacocha Baja
- Laguna Chungar
- Laguna Yuncan
- Laguna Cacray
- Laguna Yanahuin
- Laguna Puajanca Alta
- Laguna Puajanca Baja
- Laguna Verdecocha
- Laguna Barrosococha
- Laguna Minashacan
- Laguna Vilcacochoa
- Laguna Aguashuman
- Laguna Quisha
- Laguna Yanauyac
- Laguna Isco
- Laguna Parcash I
- Laguna Parcash II
- Laguna Uchumachay
- Laguna Torococha
- Laguna Culacancha

5.3 Estaciones de monitoreo de calidad del agua

En base a recopilación de información que se estipula en el Informe Técnico PMGRH-ALA Huaral-Chancay; las estaciones de monitoreo de calidad del agua en el área de estudio, se distribuyen por 24 puntos, de los cuales 14 se ubican entre la parte alta y media de la cuenca, los 10 restantes se ubican en la parte baja hasta la desembocadura al mar.

Por otra parte, se ha complementado y empleado para el diseño del SIG información de los monitoreos realizados por parte del ANA a través del programa de los monitoreos

participativos (I, II, III y IV) mediante el Proyecto de Modernización de la Gestión de los recursos hídricos en el año 2014.

Tabla 30. Puntos de monitoreo de calidad del agua – Muestreo del 18 al 24 de junio del 2012

Categoría	N°	Punto de Monitoreo	Descripción	Coordenada Este	Coordenada Norte	Altura (msnm)
CATEGORIA 4	1	LChun1	Laguna Chungar en la salida del dique de salida	332776	8770158	4462
	2	LCarcr1	Laguna Cacray en el dique de salida	331094	8768935	4499
	3	LVilc1	Laguna de Vilcacochoa antes de la salida del dique	334801	8761223	4465
CATEGORIA 3	4	RChic1	Río Chicrín después de la confluencia con el río Cacray	331087	8770004	4287
	5	RVch1	Río Vichaycocha, 100 m. aguas debajo de la quebrada Shalca	322506	8769028	3549
	6	RVch2	Río Vichaycocha, 150 m aguas del vertimiento del poblado Vichaycocha	322461	8767394	3453
	7	RChhu1	Río Chancay - Huaral	322503	8766843	3378
	8	RBaño1	Río Baños 100m. antes de la confluencia con el río Quites	325123	8759330	3638
	9	RQuil1	Río Quiles, 1 00 m. antes de la confluencia con el río Baños	325181	8758915	3622
	10	RBaño2	Río Baños, antes de la confluencia con el río Chancay	319608	8758797	2797
	11	RChhu6	Río Huaral-Chancay, Sector Tingo, 50 m. aguas abajo antes del Puente Baños	319074	8758783	2755
	12	RAñas2	Río Añasmayo, 3 Km, aguas arriba del vertimiento del Poblado La Perla	305706	8741173	2474

	13	RAñas1	Río Añasmayo, 200 m. aguas abajo del vertimiento del Poblado La Perla	302793	8742770	2140
	14	RChhu2	Río Huaral-Chancay, 100m. antes de la confluencia con el río Carac	301703	8753460	1539
	15	RCara1	Río Carac, 50 m. aguas arriba Puente Palea	301455	8753595	1572
	16	RChhu3	Río Huaral-Chancay, 500 m. aguas abajo del vertimiento del Distrito de Acos	300080	8752764	1477
	17	RHuat1	Río Huataya, 50 m. antes de la confluencia con el río Chancay - Huaral	287004	8745072	968
	18	RChhu4	Río Chancay cercano al Puente Palpa	266273	8730272	299
	19	RChhu7	Río Huaral-Chancay, 200 m. aguas abajo del Puente Huaral - Punto adicional	259448	8720720	115
	20	RChhu5	Río Huaral-Chancay, Puente Rojo, acceso a San José	259708	8721102	177
CATEGORIA 4	21	MChan1	Mar de Chancay, final del muelle del Puerto Chancay a 100 m aproximadamente	251918	8718608	0
	22	MChan2	Mar de Chancay, Sector Cascajo, aproximadamente a 350 m. de la orilla	251515	8717716	0
	23	MChan3	Mar de Chancay, 300 m. mar adentro, Sector Paraíso	251210	8720622	0
	24	MChan4	Mar de Chancay a 600 m del muelle ámbito de influencia de los emisores	251740	8718896	0

Fuente. PMGRH y ALA Huaral – Chancay

Tabla 31. Puntos de monitoreo de calidad del agua en relación al Primer Monitoreo Participativo del 04 al 11 de febrero del 2014

Cuenca	Área geográfica	Punto de Monitoreo	Descripción	Categoría	Coordenada Este	Coordenada Norte	Altitud (msnm)
Chancay - Huaral	Subcuenca Vichaycocha	LCaCr1	Punto ubicado a la salida de la laguna Cacray, aproximadamente a 30m aguas abajo del dique de contención	Categoría 4	331088	8768939	4483
		LChun1	Punto ubicado en el interior de la laguna Chungar, aproximadamente a 140m de la orilla	Categoría 4	332820	8770186	4456
		RChic1	Punto ubicado a 250m aguas debajo de la confluencia de las quebradas Cacray y Yanahuin	Categoría 3	330794	8770287	4281
		RVich1	Punto ubicado a 100m aguas debajo de la confluencia con la quebrada Shalca	Categoría 3	322581	8769057	3588
		RVich2	Punto ubicado a 150m aguas abajo del vertimiento del C.P. Vichaycocha	Categoría 3	322455	8767374	3469
		RChhu1	Punto ubicado a 50m aguas debajo de la confluencia de los ríos Chicrin y Vichaycocha	Categoría 3	322449 2	8766807	3357

Chancay - Huaral	Subcuenca Carac y Baños	LVilc1	Punto ubicado a la salida de las aguas de la laguna Vilcacocha	Categoría 4	334766	8761195	4462
		RBaño1	Punto ubicado a 240m antes de la confluencia con el río Quiles	Categoría 3	325126	8759231	3628
		RQuil1	Punto ubicado a 50m antes de la confluencia con el río Baños	Categoría 3	325058	8759011	3638
		RBaño2	Punto ubicado a 100m antes de la confluencia con el río Chancay-Huaral	Categoría 3	319608	8758802	2812
		RChhu6	Punto ubicado a 50m después de la confluencia del río Baños con el río Chancay-Huaral	Categoría 3	319084	8758769	2794
		RChhu2	Punto ubicado a 100m antes de la confluencia con el río Carac	Categoría 3	301718	8753464	1554
		RCara1	Punto ubicado a 50m aguas arriba del Puente Palca	Categoría 3	301447	8753595	1553
Chancay - Huaral	Rchhu3	Punto ubicado a 500m aguas abajo del vertimiento del C.P. Acos	Categoría 3	300080	8752761	1458	
Chancay - Huaral	Subcuenca Huataya y Añasmayo	RAñas1	Punto ubicado aproximadamente a 60m antes de la confluencia con el río Añasmayo y a 100 m de mina informal	Categoría 3	310724	8739321	3169
		RAñas2	Punto ubicado a 3Km aguas abajo del C.P. La Perla	Categoría 3	306977	8740447	2628

		RAñas1	Punto ubicado a 200m aguas abajo del C.P. La Perla	Categoría 3	302792	8742756	2130
		RHuot1	Punto ubicado a 10m del Puente Otec	Categoría 3	292914	8763677	3031
Chancay - Huaral	Farte baja de la Cuenca Chancay - Huaral	RChhu10	Rio Chancay-Huaral, Estación Santo Domingo	Categoría 3	278666	8742323	626
		RChhu4	Rio Chancay-Huaral, Puente Rojo-Palpa	Categoría 3	266375	8730488	291
		RChhu5	Rio Chancay-Huaral, Puente Boza-acceso a San José	Categoría 3	261441	8725059	183
		RChhu7	Rio Chancay-Huaral, 200m aguas abajo del Puente Huaral	Categoría 3	259439	8720712	112
		RChhu8	Rio Chancay-Huaral, 150m aguas arriba del Puente Chancay	Categoría 3	255865	8715935	44
		RChhu9	Rio Chancay-Huaral, 500m antes de la salida al mar, aguas abajo del Puente Chancay	Categoría 3	254851	8715068	12
Chancay - Huaral	Canal de regadío	FJecu1	La Calera, bocatoma La Candelaria, monitoreo de filtraciones	Nulo	250746	8730814	84
		FChac1	Chancayllo sector bajo, 500m antes del mar, monitoreo de filtraciones.	Nulo	246667	8727928	6

Fuente. Primer monitoreo participativo ANA – 2014

Figura 19. Calidad de aguas superficiales ubicadas en la Subcuenca Vichaycocha

PRIMER GRUPO / CODIGO DEL PUNTO		ECA - Cat. 4	ECA - Cat. 3 Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto	LCaCr1	LChun1	RCChc1	RVich1	RVich2	RCChu1
Punto corresponde a río principal, tributario, lago/laguna o mar.				Laguna	Laguna	Tributario	Tributario	Tributario	Principal
Categoría ECA-Agua				Cat. 4	Cat. 4	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3
Fecha de monitoreo	DD - MM			04-feb	04-feb	04-feb	04-feb	04-feb	04-feb
Hora de muestreo	hh:mm	09:15	10:30	11:30	12:40	13:15	13:40		
Caudal del río	m ³ /s	0.66761	-	1.1335	7	12	15		
PARÁMETROS FÍSICOS									
pH	Unidad de pH	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	8,48	8,41	8,28	8,31	8,06	8,47
Temperatura	* Celsius	-	-	9,99	10,02	11,53	10,52	10,68	10,65
PARÁMETROS QUÍMICOS									
Conductividad Eléctrica	µs/cm	-	<2000	194	250,9	335,8	241,3	252,8	257,1
Damanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días	mg O ₂ /L	<5	15	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Damanda Química de Oxígeno	mg O ₂ /L	-	40	<2,0	5,7	<2,0	7	4,5	<2,0
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	≤ 25	-	<5,0	<5,0	<5,0	14,4	9,2	6
PARÁMETRO INORGÁNICOS									
Bario	mg/L	0,7	0,7	0,0165	0,0146	0,0147	0,0227	0,0301	0,0299
Berilio	mg/L	-	-	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006
Calcio	mg/L	-	200	31,1179	43,1099	57,9229	43,8756	38,9015	44,4949
Litio	mg/L	-	2,5	<0,0012	<0,0012	0,0019	0,0019	0,0019	0,0018
Magnesio	mg/L	-	150	3,5114	4,5763	4,6518	4,6295	4,4833	5,5352
Selenio	mg/L	-	0,05	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Silicio	mg/L	-	-	1,1664	2,9382	2,8576	3,2051	2,8784	2,9283
Sodio	mg/L	-	200	0,2928	1,3835	2,4059	0,8903	1,0999	1,3175
Nutrientes									
Fosfatos	mg/L	0,4	1	<0,008	<0,008	<0,008	0,074	0,059	0,035
Nitrogeno total	mg N/L	1,6	-	<0,10	<0,10	<0,10	0,39	0,54	1,09
Fósforo total	mg P/L	-	-	<0,0033	<0,0033	<0,0033	0,0374	0,0408	0,0379
Nitrógeno amoniacal	mg N/L	< 0,02	-	0,01	0,02	0,04	0,02	0,02	0,01
Nitratos	mg N/L	5	10	<0,06	<0,06	<0,06	0,11	0,11	0,11
Metales y metaloides									
Aluminio total	mg/L	-	5	0,0023	0,0176	0,0068	0,4518	0,4376	0,3096
Antimonio total	mg/L	-	-	0,0003	0,0010	0,0032	0,0006	0,0006	0,0010
Arsénico total	mg/L	0,01	0,05	0,0021	0,0095	0,0198	0,0019	<0,0004	0,0020
Boro total	mg/L	-	0,5-6	0,0046	0,055	0,0804	0,0119	0,0130	0,0218
Cadmio total	mg/L	0,004	0,005	<0,0002	<0,0002	0,0002	0,0002	0,0006	0,0005
Cobalto total	mg/L	-	0,05	<0,0002	<0,0002	0,0002	0,0006	0,0005	0,0005
Cobre total	mg/L	0,02	0,2	0,0004	0,0007	0,0018	0,0048	0,0052	0,0050
Cromo total	mg/L	-	-	<0,0005	0,0005	<0,0005	0,0012	0,0013	0,0014
Hierro total	mg/L	-	1	0,0074	0,015	0,0808	0,5563	0,4658	0,3886
Manganeso total	mg/L	-	0,2	0,0029	0,0035	0,0275	0,0230	0,0306	0,0272
Mercurio total	mg/L	0,0001	0,001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Niquel total	mg/L	0,025	0,2	0,0011	0,0015	0,0020	0,0027	0,0025	0,0024
Plata total	mg/L	-	0,05	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Plomo total	mg/L	0,001	0,05	<0,0002	<0,0002	0,0002	0,0063	0,0058	0,0107
Talio total	mg/L	-	-	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Vanadio total	mg/L	-	-	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Zinc total	mg/L	0,03	2	0,0027	0,0015	0,0400	0,0214	0,1029	0,0898
PARÁMETROS ORGÁNICOS									
Aceites y grasas (MEH)	mg/L	Ausencia de película visible	1	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
MICROBIOLÓGICOS									
Coliformes Fecales	NMP/100mL	-	-	<1,8	<1,8	<1,8	23	23	3,3E+2
Metales y metaloides no considerados en los ECA-Agua									
Cerio (Ce)	mg/L	-	-	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,0004	0,0004	<0,0003
Potasio (K)	mg/L	-	-	0,3829	0,3422	0,4302	0,6067	0,6932	0,6491
Molibdeno (Mo)	mg/L	-	-	0,0028	0,0071	0,0093	0,0038	0,0033	0,0040
Estaño (Sn)	mg/L	-	-	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004
Estroncio (Sr)	mg/L	-	-	0,1736	0,5892	0,8335	0,3549	0,3181	0,4409
Titanio (Ti)	mg/L	-	-	0,0004	0,0012	0,0010	0,0052	0,0059	0,0036
Uranio (U)	mg/L	-	-	<0,0003	<0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
Bismuto (Bi)	mg/L	-	-	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Torio (Th)	mg/L	-	-	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010

Fuente. Primer monitoreo participativo ANA - 2014

Figura 20. Calidad de aguas superficiales ubicadas en las Subcuencas Baños y Carac

SEGUNDO GRUPO CODIGO DEL PUNTO		ECA - Cat. 4	ECA - Cat. 3 Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto	LVIc1	RBaño1	RQuil1	RBaño2	RChhu6	RChhu2	Rcara1	Rchhu3
Punto corresponde a río principal, tributario, lago/laguna o mar.				Laguna	Río	Río	Río	Río	Río	Río	Río
Categoría ECA-Agua				Cat. 4	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3
Fecha de monitoreo	DD - MM			05-feb	05-feb	05-feb	05-feb	05-feb	05-feb	05-feb	05-feb
Hora de muestreo	hh:mm	09:00	10:15	10:40	11:20	12:00	14:15	14:45	15:00		
Caudal del río	m ³ /s	0.59	0.82013	0.005	0.007	0.012	0.024	0.004	0.028		
PARÁMETROS FÍSICOS											
pH	Unidad de pH	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	8.62	8.60	8.56	8.50	8.44	8.50	8.35	8.06
Temperatura	° Celsius	-	-	9.47	11.93	12	13.71	13.62	16.66	16.34	16.13
Conductividad	µs/cm	-	<2000	250.6	411.1	302.5	323.6	297.5	296.4	199.7	277
PARÁMETROS QUÍMICOS											
Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días	mg O ₂ /L	<5	15	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00
Demanda Química de Oxígeno	mg O ₂ /L	-	40	7.6	<2.0	4.5	<2.0	3.5	3.8	2.9	3.2
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 25	-	<3.0	4.4	4.8	7.6	9.5	16	4	12
PARÁMETROS INORGÁNICOS											
Bario	mg/L	0.7	0.7	0.0211	0.0410	0.0460	0.0503	0.0430	0.0496	0.0402	0.0533
Berilio	mg/L	-	-	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Calcio	mg/L	-	200	41.5110	64.3285	50.0748	53.2657	50.8287	49.2034	28.0376	46.5377
Litio	mg/L	-	2.5	0.002	0.1061	0.0476	0.0723	0.0383	0.0425	0.0168	0.0408
Magnesio	mg/L	-	150	5.4903	8.0392	6.6287	6.9740	6.8176	6.5421	3.6335	6.2962
Selenio	mg/L	-	0.05	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Silicio	mg/L	-	-	1.2902	2.8662	2.4330	2.668	2.9033	3.3687	4.5391	3.7885
Sodio	mg/L	-	200	0.9622	12.8573	7.1786	8.8446	5.3404	7.1292	5.6541	7.1066
Nutrientes											
Fosfatos	mg/L	0.4	1	0.007	0.039	0.026	0.033	0.045	0.065	0.025	0.052
Nitrogeno total	mg N/L	1.6	-	0.46	0.55	0.48	0.17	0.28	0.82	0.57	0.93
Fósforo total	mg P/L	-	-	<0.0033	0.0360	0.0271	0.0325	0.0343	0.0409	0.0089	0.0394
Nitrógeno amoniacal	mg N/L	< 0.02	-	0.02	<0.01	0.01	0.04	0.01	0.01	0.02	<0.01
Nitratos	mg N/L	5	10	<0.06	0.17	0.08	0.10	0.12	0.18	0.09	0.17
SEGUNDO GRUPO CODIGO DEL PUNTO		ECA - Cat. 4	ECA - Cat. 3 Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto	LVIc1	RBaño1	RQuil1	RBaño2	RChhu6	RChhu2	Rcara1	Rchhu3
Punto corresponde a río principal, tributario, lago/laguna o mar.				Laguna	Río	Río	Río	Río	Río	Río	Río
Categoría ECA-Agua				Cat. 4	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3
Fecha de monitoreo	DD - MM			05-feb	05-feb	05-feb	05-feb	05-feb	05-feb	05-feb	05-feb
Hora de muestreo	hh:mm	09:00	10:15	10:40	11:20	12:00	14:15	14:45	15:00		
Caudal del río	m ³ /s	0.59	0.82013	0.005	0.007	0.012	0.024	0.004	0.028		
Metales y metaloides											
Aluminio total	mg/L	-	5	0.0052	0.0603	0.0557	0.1128	0.1761	0.2939	0.0591	0.2587
Antimonio total	mg/L	-	-	0.0007	0.0050	0.0025	0.0028	0.0010	0.0014	0.0009	0.0018
Arsénico total	mg/L	0.01	0.05	0.0015	0.0031	0.0064	0.006	0.0026	0.0034	0.0019	0.0038
Boro total	mg/L	-	0.5-6	0.0128	0.3629	0.1735	0.2409	0.1402	0.1554	0.0564	0.1431
Cadmio total	mg/L	0.004	0.005	<0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	<0.0002	<0.0002
Cobalto total	mg/L	-	0.05	<0.0002	0.0003	0.0002	0.0003	0.0004	0.0003	<0.0002	0.0003
Cobre total	mg/L	0.02	0.2	0.0009	0.0044	0.0042	0.0048	0.0043	0.0027	0.0006	0.0038
Cromo total	mg/L	-	-	0.0005	0.0011	0.0010	0.0013	0.0013	0.0014	<0.0005	0.0010
Hierro total	mg/L	-	1	<0.0031	0.1347	0.1144	0.1773	0.2085	0.3250	0.0498	0.2646
Manganeso total	mg/L	-	0.2	0.0059	0.0511	0.0391	0.0397	0.0290	0.0277	0.0072	0.0229
Mercurio total	mg/L	0.0001	0.001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Níquel total	mg/L	0.025	0.2	0.0015	0.0027	0.0019	0.0023	0.0024	0.002	0.0009	0.0019
Plata total	mg/L	-	0.05	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Plomo total	mg/L	0.001	0.05	0.0004	0.0039	0.0038	0.0055	0.0028	0.0075	0.0004	0.0028
Talio total	mg/L	-	-	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Vanadio total	mg/L	-	-	0.0006	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.0008	<0.0003
Zinc total	mg/L	0.03	2	0.0346	0.0485	0.0367	0.0468	0.0775	0.0474	0.0066	0.0388
PARÁMETROS ORGÁNICOS											
Aceites y grasas (MEH)	mg/L	Ausencia de película visible	1	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
MICROBIOLÓGICOS											
Coliformes Fecales	NMP/100mL	-	-	2.0	49x10	33x10	2.0	7.8	23	33x10	17x100
Metales y metaloides no considerados en los ECA-Agua											
Cerio (Ce)	mg/L	-	-	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.0004	<0.0003	0.0003
Potasio (K)	mg/L	-	-	0.4569	1.7685	1.1008	1.3589	1.0337	1.2206	0.7912	1.1942
SEGUNDO GRUPO CODIGO DEL PUNTO		ECA - Cat. 4	ECA - Cat. 3 Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto	LVIc1	RBaño1	RQuil1	RBaño2	RChhu6	RChhu2	Rcara1	Rchhu3
Punto corresponde a río principal, tributario, lago/laguna o mar.				Laguna	Río	Río	Río	Río	Río	Río	Río
Categoría ECA-Agua				Cat. 4	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3
Fecha de monitoreo	DD - MM			05-feb	05-feb	05-feb	05-feb	05-feb	05-feb	05-feb	05-feb
Hora de muestreo	hh:mm	09:00	10:15	10:40	11:20	12:00	14:15	14:45	15:00		
Caudal del río	m ³ /s	0.59	0.82013	0.005	0.007	0.012	0.024	0.004	0.028		
Molibdeno (Mo)	mg/L	-	-	0.0028	0.0042	0.0028	0.0029	0.0036	0.0032	0.0012	0.0030
Estaño (Sn)	mg/L	-	-	0.0005	0.0005	0.0004	0.0013	0.0008	0.0007	<0.0004	0.0006
Estroncio (Sr)	mg/L	-	-	0.3258	0.5934	0.3750	0.4187	0.4620	0.4266	0.1826	0.3914
Titanio (Ti)	mg/L	-	-	0.0004	0.0015	0.0016	0.0018	0.0018	0.0049	0.0020	0.0043
Uranio (U)	mg/L	-	-	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0004	0.0003
Bismuto (Bi)	mg/L	-	-	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Torio (Th)	mg/L	-	-	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010

Fuente. Primer monitoreo participativo ANA - 2014

Figura 21. Calidad de aguas superficiales ubicadas en las Subcuencas Añasmayo,

CODIGO DEL PUNTO			ECA - Cat. 3 Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto	RAcro1	RAñas2	RAñas1	RHuot1	RChhu10	RChhu4	RChhu5	RChhu7	RChhu8	RChhu9
Punto corresponde a río principal, tributario, lago/laguna o mar.				Tributario	Tributario	Tributario	Tributario	Principal	Principal	Principal	Principal	Principal	Principal
Categoría ECA-Agua			Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3
Fecha de monitoreo			DD - MM	06-feb	06-feb	06-feb	06-feb	07-feb	07-feb	07-feb	07-feb	10-feb	10-feb
Hora de muestreo			hh:mm	09:30	10:43	11:15	16:15	09:15	10:20	11:15	12:10	10:30	11:40
Caudal del río			m³/s	0.09187	0.49875	0.47545	0.26212	0.026193	0.01495	0.00445	0.00369	0.00712	0.00441
PARAMETROS FISICOS													
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	≥ 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.96	10.50
pH	Unidad de pH	6.5 - 8.5	8.21	8.17	8.05	7.97	8.30	8.54	8.57	8.53	8.62	8.65	8.65
Temperatura	° Celsius	-	10.40	13.95	19.21	11.61	21.04	22.51	28.34	27.27	23.62	26.10	26.10
Conductividad Eléctrica	µs/cm	<2000	142.4	131.8	182.7	62.49	288	294.8	313.9	340.6	363.3	357.2	357.2
PARAMETROS QUIMICOS													
Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días	mg O ₂ /L	15	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	2	2.3	2.8	<2.0	<2.0	2.1	2.1
Demanda Química de Oxígeno	mg O ₂ /L	40	<2.0	3.5	14	6.4	2.5	5.1	4.5	3.8	8.4	13.6	13.6
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	-	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	27	20	7	5.5	20.8	18.8	18.8
PARAMETROS INORGANICOS													
Bario	mg/L	0.7	0.0081	0.0076	0.0211	0.0059	0.0453	0.0480	0.0430	0.0511	0.0546	0.0528	0.0528
Berilio	mg/L	-	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Calcio	mg/L	200	20.0651	15.3665	18.6937	8.0635	37.1809	38.5485	41.6803	41.9223	61.2726	58.3015	58.3015
Litio	mg/L	2.5	0.0013	0.0026	0.0093	<0.0012	0.0377	0.0424	0.0448	0.0412	0.0453	0.0450	0.0450
Magnesio	mg/L	150	2.2003	2.1738	3.3243	1.1391	6.0456	6.3479	5.9528	8.1519	8.2259	8.2259	8.2259
Selenio	mg/L	0.05	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Silicio	mg/L	-	6.4177	6.4947	7.5159	4.4857	4.838	5.1946	4.2841	5.1610	5.4141	5.1341	5.1341
Sodio	mg/L	200	4.863	4.204	7.7548	2.8509	6.2208	7.5582	8.0301	8.8808	14.1451	15.3449	15.3449
Nutrientes													
Fosfatos	mg/L	1	0.055	0.056	0.094	0.066	0.106	0.08	0.069	0.141	0.153	0.102	0.102
Nitrogeno total	mg N/L	-	1.95	0.56	0.73	0.82	0.39	1.01	0.73	0.75	1.82	1.34	1.34
Fósforo total	mg P/L	-	0.0103	0.0054	0.0485	0.0303	0.0713	0.0643	0.0644	0.0815	0.0899	0.0757	0.0757
Nitrógeno amoniacal	mg N/L	-	0.01	0.02	<0.01	0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Nitratos	mg N/L	10	0.49	0.06	0.08	0.10	0.17	0.22	0.17	0.41	1.57	0.18	0.18
Metales y metaloides													
Aluminio total	mg/L	5	0.0465	0.0663	0.1916	0.1078	0.8337	0.7449	0.4173	0.5954	0.5274	0.4037	0.4037
Antimonio total	mg/L	-	0.0006	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0008	0.0005	0.0005	0.0003	0.0025	0.0019	0.0019
Arsénico total	mg/L	0.05	0.0018	0.0016	0.0012	<0.0004	0.0035	0.0022	0.0023	0.0038	0.0034	0.0039	0.0039
Boro total	mg/L	0.5-6	0.0274	0.0321	0.061	0.0084	0.1361	0.1607	0.1625	0.1702	0.1956	0.1891	0.1891
Cadmio total	mg/L	0.005	0.0003	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0003	0.0003	0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Cobalto total	mg/L	0.05	<0.0002	<0.0002	0.0002	<0.0002	0.0005	0.0004	0.0003	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004
Cobre total	mg/L	0.2	0.0011	0.0009	0.0058	0.0033	0.0043	0.0063	0.0057	0.0056	0.0030	0.0020	0.0020
Cromo total	mg/L	-	<0.0005	<0.0005	0.0014	0.0015	0.0014	0.0014	0.0015	0.0016	0.0010	0.0008	0.0008
Hierro total	mg/L	1	0.0372	0.0299	0.2008	0.0624	1.0526	0.8008	0.5608	0.6547	0.6045	0.4828	0.4828
Manganeso total	mg/L	0.2	0.0189	0.0043	0.0118	0.0031	0.0746	0.0419	0.0291	0.0294	0.0291	0.0222	0.0222
Mercurio total	mg/L	0.001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Niquel total	mg/L	0.2	0.0007	0.0006	0.0008	0.0006	0.0022	0.0022	0.0018	0.002	0.0023	0.0019	0.0019
Plata total	mg/L	0.05	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Plomo total	mg/L	0.05	0.0018	0.0006	0.0063	0.0032	0.0038	0.0029	0.0045	0.0029	0.0021	0.0012	0.0012
Talio total	mg/L	-	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Vanadio total	mg/L	-	0.0008	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.0009	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.0008	0.0008
Zinc total	mg/L	2	0.0384	0.0087	0.0188	0.0158	0.0569	0.0427	0.0303	0.0212	0.0140	0.0095	0.0095
PARAMETROS ORGANICOS													
Aceites y grasas (MEH)	mg/L	1	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
MICROBIOLÓGICOS													
Coliformes Fecales	NMP/100mL	-	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	70x10	6.8x10	49x10	24x100	79x10	17x100	17x100
Metales y metaloides no considerados en los ECA-Agua													
Cerio (Ce)	mg/L	-	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.0010	0.0008	0.0004	0.0005	0.0007	0.0004	0.0004
Potasio (K)	mg/L	-	0.4815	0.4498	0.999	0.8082	1.2332	1.3342	1.3168	1.4666	1.9038	1.9100	1.9100
Molibdeno (Mo)	mg/L	-	0.0030	0.0013	0.0031	0.0009	0.0026	0.0031	0.0031	0.0035	0.0041	0.0038	0.0038
Estaño (Sn)	mg/L	-	<0.0004	<0.0004	0.0036	0.0006	0.0005	0.0011	0.0011	0.0006	0.0004	<0.0004	<0.0004
Estroncio (Sr)	mg/L	-	0.0853	0.083	0.1157	0.0385	0.3378	0.3703	0.3965	0.4149	0.4773	0.4726	0.4726
Titanio (Ti)	mg/L	-	0.0021	0.002	0.0084	0.0056	0.0162	0.0192	0.0149	0.0201	0.0204	0.0151	0.0151
Uranio (U)	mg/L	-	0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.0005	0.0006	0.0008	0.0008	0.0010	0.0009	0.0009
Bismuto (Bi)	mg/L	-	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Torio (Th)	mg/L	-	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0.0010	<0.0010	<0.0010

Huataya y parte baja de la Cuenca Chancay – Huaral

Fuente. Primer monitoreo participativo ANA - 2014

Figura 22. Canales de regadío

CUARTO GRUPO CODIGO DEL PUNTO		FJecu1	FChac1
Punto corresponde a río principal, tributario, lago/laguna o mar.		Canales	Canales
Categoría ECA-Agua		Cat. 3	Cat. 3
Fecha de monitoreo	DD - MM	10-feb	10-feb
Hora de muestreo	hh:mm	12:50	13:40
Caudal del río	m ³ /s	1,1	0,4
PARÁMETROS FÍSICOS			
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	7,22	6,54
pH	Unidad de pH	7,88	8,01
Temperatura	° Celsius	24,75	28,92
Conductividad Eléctrica	µs/cm	1024	1085
PARÁMETROS QUÍMICOS			
Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días	mg O ₂ /L	3,7	13,2
Demanda Química de Oxígeno	mg O ₂ /L	18,8	45,4
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	138	1672
PARÁMETROS INORGÁNICOS			
Bario	mg/L	0,1084	0,4256
Berilio	mg/L	<0.0006	0,0007
Calcio	mg/L	103,9894	219,9835
Litio	mg/L	0,0528	0,0904
Magnesio	mg/L	15,2725	31,5285
Selenio	mg/L	<0.0002	0,0030
Silicio	mg/L	18,3632	66,3287
Sodio	mg/L	139,0999	153,0590
Nutrientes			
Fosfatos	mg/L	3,757	29,131
Nitrógeno total	mg N/L	16,34	20,33
Fósforo total	mg P/L	0,7816	10,5736
Nitrógeno amoniacal	mg N/L	<0.01	0,62
Nitratos	mg N/L	3,74	8,52
Metales y metaloides			
Aluminio total	mg/L	4,0073	25,8307
Antimonio total	mg/L	0,0015	0,0035
Arsénico total	mg/L	0,0129	0,0523
Boro total	mg/L	0,4502	0,5503
Cadmio total	mg/L	0,0003	0,0026
Cobalto total	mg/L	0,0024	0,0164
Cobre total	mg/L	0,0149	0,1218
Cromo total	mg/L	0,0055	0,0228
Hierro total	mg/L	5,2006	36,0949
Manganeso total	mg/L	0,1810	1,3726
Mercurio total	mg/L	<0.0001	<0.0001
Níquel total	mg/L	0,0048	0,0226
Plata total	mg/L	<0.0002	<0.0002
Plomo total	mg/L	0,0120	0,0934
Talio total	mg/L	<0.0003	0,0005
Vanadio total	mg/L	0,0195	0,0846
Zinc total	mg/L	0,0467	0,3561
PARÁMETROS ORGÁNICOS			
Aceites y grasas (MEH)	mg/L	<0.20	<0.20
MICROBIOLÓGICOS			
Coliformes Fecales	NMP/100mL	54x1000	>16x10000
Metales y metaloides no considerados en los ECA-Agua			
Cerio (Ce)	mg/L	0,0040	0,0314
Potasio (K)	mg/L	5,9131	14,5019
Molibdeno (Mo)	mg/L	0,0119	0,0156
Estañio (Sn)	mg/L	<0.0004	0,0012
Estroncio (Sr)	mg/L	0,7484	1,2541
Titanio (Ti)	mg/L	0,1805	1,0313
Uranio (U)	mg/L	0,0034	0,0071
Bismuto (Bi)	mg/L	<0.0003	0,0006
Torio (Th)	mg/L	<0.0010	0,0015

Fuente. Primer monitoreo participativo ANA - 2014

Tabla 32. Puntos de monitoreo de calidad del agua en relación al Segundo Monitoreo Participativo del 07 al 11 abril del 2014

N°	Cuenca	Punto de monitoreo	Descripción	Categoría	Coordenada Este	Coordenada Norte	Altitud (msnm)
1	Chancay - Huaral	LCaCr1-S	Punto ubicado a la salida de la laguna Cacray, aproximadamente a 30m aguas debajo del dique de contención	Categoría 4	331088	8768939	4483
2	Chancay - Huaral	LChhun1-S	Punto ubicado en el interior de la laguna Chungar, aproximadamente a 140m de la orilla	Categoría 4	332820	8770186	4456
3	Chancay - Huaral	RChhu1-S	Punto ubicado a 50m aguas debajo de la confluencia de los ríos Chicrin y Vichaycocha	Categoría 3	322492	8766807	3357
4	Chancay - Huaral	LVilc1-S	Punto ubicado a la salida de las aguas de la laguna Vilcacochoa	Categoría 4	334766	8761195	4462
5	Chancay - Huaral	RBaño2-S	Punto ubicado a 100m antes de la confluencia con el río Chancay-Huaral	Categoría 3	319608	8758802	2812
6	Chancay - Huaral	RChhu6-S	Punto ubicado a 50m después de la confluencia del río Baños con el río Chancay-Huaral	Categoría 3	319084	8758769	2794
7	Chancay - Huaral	RChhu3-S	Punto ubicado a 500m aguas abajo del vertimiento del C.P. Acos	Categoría 3	300080	8752761	1458
8	Chancay - Huaral	RAñas2-S	Punto ubicado a 3Km aguas abajo del C.P. La Perla	Categoría 3	306977	8740447	2628
9	Chancay - Huaral	RChhu10-S	Río Chancay-Huaral, estación Santo Domingo	Categoría 3	278666	8742323	626
10	Chancay - Huaral	RChhu5-S	Río Chancay-Huaral, Puente Boza-acceso a San José	Categoría 3	261441	8725059	183
11	Chancay - Huaral	RChhu8-S	Río Chancay-Huaral, 150m aguas arriba del Puente Chancay	Categoría 3	255865	8715935	44

Fuente. Segundo monitoreo participativo ANA - 2014

Figura 23. Calidad de aguas superficiales Cuenca Chancay – Huaral (Segundo monitoreo participativo)

CODIGO DEL PUNTO		ECA - Cat. 4 Conservación del ambiente acuático - Lagunas y Lagos	ECA - Cat. 3 Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto	LCaCr1	LChun1	RChhu1	RBaño2	RChhu6	LVile1	RAAs2	Rchhu3	RChhu10	RChhu5	RChhu8
Punto corresponde a río principal, tributario, laguna o mar.				Laguna	Laguna	Principal	Río	Río	Laguna	Tributario	Río	Principal	Principal	Principal
Categoría ECA-Agua				Cat. 4	Cat. 4	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 4	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3
Fecha de monitoreo	DD - MM			08-abr	08-abr	08-abr	08-abr	08-abr	09-abr	09-abr	09-abr	10-abr	10-abr	10-abr
Hora de muestreo	hh:mm	08:50	10:00	11:00	12:40	13:10	09:45	14:15	18:10	10:00	11:45	12:45		
Caudal del río	m³/s	0.374	-	8	7	15	0.342	2.46	20	26.037	4.12	4.503		
PARÁMETROS FÍSICOS														
OD	mg O ₂ /L	≥5	≥4	6.44	8.88	8.90	6.78	7.20	4.52	7.08	8.52	10.92	12.42	14.49
pH	Unidad de pH	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	8.64	8.40	8.45	8.50	8.41	8.48	8.14	8.43	8.35	8.72	9.02
Temperatura	° Celsius	-	-	10.6	9.87	12	14.55	15.56	10.24	14.04	17.06	18.87	24.92	26.36
PARÁMETROS QUÍMICOS														
Conductividad Eléctrica	µscm	-	<2000	205.4	240.7	275.8	303.9	296.9	258.0	99.02	273.4	275.4	282.0	301.4
Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días	mg O ₂ /L	<5	15	<2.0	<2.0	<2.0	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.0	10.4	<2.0
Demanda Química de Oxígeno	mg O ₂ /L	-	40	20.0	30.8	32.0	31.6	23.2	8.0	11.2	18.4	5.8	11.5	7.1
Sólidos Suspensidos Totales	mg/L	≤ 25	-	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	5.2	<3.0	4.0	20.8	10.8	5.2	<3.0
PARÁMETROS INORGÁNICOS														
Bario	mg/L	0.7	0.7	0.0171	0.0156	0.0326	0.0531	0.0466	0.0183	0.0075	0.0491	0.0494	0.0484	0.0376
Berilio	mg/L	-	-	<0.0005	<0.0008	<0.0005	<0.0006	<0.0008	<0.0008	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Calcio	mg/L	200	200	33.0876	43.5823	55.0955	58.8446	57.2193	39.6133	11.9418	42.6264	50.9983	48.8797	41.0832
Litio	mg/L	-	2.5	<0.0012	<0.0012	0.0025	0.0661	0.0334	0.0018	<0.0012	0.0402	0.0455	0.0457	0.0404
Magnesio	mg/L	-	150	3.5860	4.4888	7.5580	7.6105	8.4708	5.0842	1.777	6.0012	7.0639	7.0781	7.1906
Selenio	mg/L	-	0.05	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Silicio	mg/L	-	-	1.2613	2.7723	3.1091	2.8438	3.3628	0.9877	5.7797	3.6666	5.4892	4.9397	4.6041
Sodio	mg/L	-	200	0.3679	1.1603	1.7525	7.4317	6.1040	0.7247	3.0263	5.5667	8.6916	9.2515	12.7314
NUTRIENTES														
Fosfatos	mg/L	0.4	1	0.019	0.012	0.102	0.079	0.150	0.008	0.129	0.123	0.047	0.027	<0.008
Nitrogeno total	mg NL	1.6	-	<0.10	<0.10	0.28	0.48	0.51	<0.10	0.34	0.46	0.71	0.65	1.71
Fósforo total	mg PL	-	-	<0.01	<0.01	0.04	0.08	0.05	<0.01	0.04	0.04	0.02	0.02	0.01
Nitrógeno amoniacal	mg NL	< 0.02	-	<0.01	<0.01	0.08	0.08	0.07	0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Nitrato (N-NO ₃)	mg NL	5	10	<0.06	<0.06	0.16	0.22	0.22	0.08	0.12	0.24	0.17	0.25	0.53
METALES Y METALOIDES														
Aluminio total	mg/L	-	5	0.0065	0.0458	0.2501	0.1087	0.2375	0.0028	0.2734	0.2450	0.4828	0.2386	0.0414
Antimonio total	mg/L	-	-	0.0004	0.0008	0.0011	0.0028	0.0009	0.0005	0.0007	0.0014	0.0012	0.0012	0.0009
Arsénico total	mg/L	0.01	0.05	0.0027	0.0161	0.0039	0.0065	0.0043	0.0019	0.0064	0.0059	0.0054	0.0041	0.0041
Boro total	mg/L	-	0.5-6	0.0047	0.0554	0.0219	0.2233	0.1172	0.0100	0.0224	0.1452	0.1660	0.1741	0.1800
Cadmio total	mg/L	0.004	0.005	<0.0002	<0.0002	0.0007	<0.0002	0.0004	<0.0002	<0.0002	0.0002	0.0002	<0.0002	<0.0002
Cobalto total	mg/L	-	0.05	<0.0002	<0.0002	0.0006	0.0003	0.0004	<0.0002	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002	<0.0002
Cobre total	mg/L	0.02	0.2	0.0005	0.0007	0.0018	0.0016	0.0014	0.0005	0.0016	0.0014	0.0031	0.0025	0.0010
Cromo total	mg/L	-	-	<0.0005	<0.0005	0.0011	0.0022	0.0015	<0.0005	0.0014	0.0014	0.0006	<0.0005	<0.0005
Hierro total	mg/L	-	1	0.0087	0.0242	0.2848	0.2082	0.2994	<0.0031	0.2514	0.3222	0.5194	0.2813	0.0394
Manganeso total	mg/L	-	0.2	0.0032	0.0063	0.031	0.0361	0.0319	0.0046	0.0133	0.0226	0.0279	0.0134	0.0040
Mercurio total	mg/L	0.0001	0.001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Niquel total	mg/L	0.025	0.2	0.0017	0.0019	0.0031	0.0028	0.0032	0.0015	0.0011	0.0023	0.0009	0.0005	<0.0004
Plata total	mg/L	-	0.05	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Plomo total	mg/L	0.001	0.05	0.0003	0.0005	0.0018	0.0021	0.0016	0.0003	0.0018	0.0015	0.0020	0.0011	0.0004
Talio total	mg/L	-	-	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Vanadio total	mg/L	-	-	0.0010	0.0010	<0.0003	<0.0003	0.0022	0.007	<0.0003	<0.0003	0.0025	0.0025	0.0015
Zinc total	mg/L	0.03	2	0.0058	0.0042	0.1117	0.0265	0.0727	0.0248	0.0136	0.0319	0.0269	0.0112	0.0055
MICROBIOLÓGICOS														
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	1000	1000	<1.8	<1.8	3.30E+02	23	13	<1.8	<1.8	7.90E+02	3.50E+03	2.30E+02	4.50E+00
METALES Y METALOIDES NO CONSIDERADOS EN LOS ECA-AGUA														
Cerio (Ce)	mg/L	-	-	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.0003	<0.0003	0.0004	0.0003	0.0006	<0.0003	<0.0003
Potasio (K)	mg/L	-	-	0.437	0.3432	0.7281	1.378	1.2044	0.3908	0.3997	1.0664	1.1179	1.3941	1.5375
Molibdeno (Mo)	mg/L	-	-	0.0029	0.0066	0.0047	0.0029	0.0039	0.0023	0.0010	0.0031	0.0029	0.0031	0.0032
Estato (Sn)	mg/L	-	-	0.0017	<0.0004	0.0005	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
Estroncio (Sr)	mg/L	-	-	0.1690	0.5317	0.5120	0.4344	0.5162	0.2922	0.6628	0.4133	0.3891	0.3932	0.3690
Titanio (Ti)	mg/L	-	-	0.0006	0.0014	0.0028	0.0027	0.0037	<0.0004	0.0099	0.0077	0.0130	0.0089	0.0013
Uranio (U)	mg/L	-	-	0.0003	<0.0003	0.0003	0.0004	0.0004	0.0004	<0.0003	0.0005	0.0006	0.0006	0.0008
Bismuto (Bi)	mg/L	-	-	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Torio (Th)	mg/L	-	-	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010

Fuente. Segundo monitoreo participativo ANA - 2014

Tabla 33. Puntos de monitoreo de calidad del agua en relación al Tercer Monitoreo Participativo del 19 al 22 de mayo del 2014

Cuenca	Punto de monitoreo	Descripción	Categoría	Coordenada Este	Coordenada Norte	Altitud (msnm)
Chancay - Huaral	LCaCr1-T	Punto ubicado a la salida de la laguna Cacray, aproximadamente a 30m aguas abajo del dique de contención	Categoría 4	331088	8768939	4483
	LChun1-T	Punto ubicado en el interior de la laguna Chungar, aproximadamente a 140m de la orilla	Categoría 4	332820	8770186	4456
	RChhu1-T	Punto ubicado a 50m aguas debajo de la confluencia de los ríos Chicrin y Vichaycocha	Categoría 3	322492	8766807	3357
	LVilc1-T	Punto ubicado a la salida de las aguas de la laguna Vicacocha	Categoría 4	334766	8761195	4462
	RBaño2-T	Punto ubicado a 100m antes de la confluencia con el río Chancay-Huaral	Categoría 3	319608	8758802	2812
	RChhu6-T	Punto ubicado a 50m después de la confluencia del río Baños con el río Chancay-Huaral	Categoría 3	319084	8758769	2794
	RChhu3-T	Punto ubicado a 500m aguas abajo del vertimiento del C.P. Acos	Categoría 3	300080	8752761	1458
	RAñas2-T	Punto ubicado a 3Km aguas abajo del C.P. La Perla - Río Añasmayo	Categoría 3	306977	8740447	2628
	RChuu10-T	Río Chancay - Huaral, estación Santo Domingo	Categoría 3	278666	8742323	626
	RChhu5-T	Río Chancay - Huaral, puente Boza- acceso a San José	Categoría 3	261441	8725059	183
RChhu8-T	Río Chancay - Huaral, 150m aguas arriba del puente Chancay	Categoría 3	255865	8715935	44	

Fuente. Tercer monitoreo participativo ANA - 2014

Figura 24. Calidad de aguas superficiales de la Cuenca Chancay – Huaral (Tercer monitoreo participativo)

PRIMER GRUPO / CODIGO DEL PUNTO		ECA - Cat. 4	ECA - Cat. 3 Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto	LCaCr1	LChun1	RChhu1	RBaño2	RChhu6	LVilc1	RAñas2	Rchhu3	RChhu10	RChhu5	RChhu8
Punto corresponde a río principal, tributario, laguna o mar.				Laguna	Laguna	Principal	Río	Río	Laguna	Tributario	Río	Principal	Principal	Principal
Categoría ECA-Agua				Cat. 4	Cat. 4	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 4	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3
Fecha de monitoreo	DD - MM			20-may	20-may	20-may	20-may	20-may	21-may	21-may	21-may	21-may	22-may	22-may
Hora de muestreo	hh:mm	08:45	10:00	11:10	12:15	13:20	10:00	13:45	15:30	10:00	11:30	13:20		
Caudal del río	m ³ /s	0.239	0.38	7.000	5.136	12.000	0.359	12.000	0.525	15.150	0.769	1.415		
PARÁMETROS FÍSICOS														
OD	mg O ₂ /L	≥5	≥4	6.31	6.67	8.84	6.81	7.11	6.27	7.09	6.43	6.76	10.04	11.94
pH	Unidad de pH	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	8.50	8.53	8.54	8.63	8.61	8.52	8.31	8.28	8.94	8.99	
Temperatura	* Celsius	-	-	10.6	9.93	9.0	11.5	12.63	9.25	17.09	14.87	20.1	23.2	24.33
PARÁMETROS QUÍMICOS														
Conductividad Eléctrica	µs/cm	-	<2000	206.5	252.7	288.1	353.4	323.4	266.4	318.7	143.9	289	302	364
Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días	mg O ₂ /L	<5	15	<2.0	<2.0	<2.0	<2.00	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Demanda Química de Oxígeno	mg O ₂ /L	-	40	3.8	<2.0	<2.0	2.6	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	2.6	2.6
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	≤25	-	<3.0	<3.0	<3.0	3.6	3.2	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	3.2	<3.0
PARÁMETROS INORGÁNICOS														
Bario	mg/L	0.7	0.7	0.0148	0.0138	0.0267	0.0427	0.0366	0.0126	0.0399	0.0047	0.0359	0.0330	0.0338
Berilio	mg/L	-	-	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Calcio	mg/L	-	200	32.9180	44.9197	49.8823	54.8460	54.4890	43.2275	54.1723	17.8179	51.3144	40.0056	42.9801
Litio	mg/L	-	2.5	0.0018	0.0015	0.0050	0.1100	0.0619	0.0015	0.0660	0.0033	0.0696	0.0643	0.0526
Magnesio	mg/L	-	150	3.5868	4.5118	6.8435	7.5871	7.8819	5.7825	7.5598	2.6157	7.1302	7.5428	8.9214
Selenio	mg/L	-	0.05	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Silicio	mg/L	-	-	0.9675	2.7762	2.6546	2.5347	2.7484	1.1810	3.9823	6.9468	4.1569	4.3658	5.1899
Sodio	mg/L	-	200	0.3594	1.2762	1.6501	10.665	6.6404	1.0517	9.4066	5.4032	10.0953	11.3879	19.4661
NUTRIENTES														
Fosfatos	mg/L	0.4	1	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	0.008	0.035	0.015	0.030	0.028	0.040
Nitrógeno total	mg N/L	1.6	-	<0.10	0.12	0.46	0.37	0.48	0.80	0.70	0.52	0.71	3.09	3.25
Fósforo total	mg P/L	-	-	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02
Nitrógeno amoniacal	mg N/L	<0.02	-	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.05	<0.01	0.02	0.01	0.02
Nitros	mg-N/L	5	10	<0.06	<0.06	0.12	0.14	0.23	0.07	0.60	0.18	0.41	2.88	2.17
METALES Y METALOIDES														
Aluminio total	mg/L	-	5	0.0035	0.0170	0.0646	0.0192	0.1033	0.0027	0.1217	0.0470	0.1197	0.1893	0.0337
Antimonio total	mg/L	-	-	<0.0002	0.0005	0.0004	0.0019	0.0008	0.0002	0.0010	0.0002	0.0009	0.0009	0.0006
Arsénico total	mg/L	0.01	0.05	0.0019	0.0084	0.0038	0.0088	0.0055	0.0011	0.0067	0.0016	0.0056	0.0050	0.0034
Boro total	mg/L	-	0.5-6	0.0129	0.0583	0.0357	0.3379	0.2256	0.0097	0.2164	0.0356	0.2286	0.2373	0.2500
Cadmio total	mg/L	0.004	0.005	<0.0002	<0.0002	0.0002	<0.0002	0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Cobalto total	mg/L	-	0.05	<0.0002	<0.0002	0.0002	<0.0002	0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Cobre total	mg/L	0.02	0.2	<0.0001	0.0002	0.0004	0.0001	0.0004	0.0003	0.0013	0.0006	0.0008	0.0011	0.0005
Cromo total	mg/L	-	-	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Hierro total	mg/L	-	1	0.0214	0.0086	0.0545	0.0484	0.1160	0.0049	0.1445	0.0253	0.1229	0.1812	0.0198
Manganeso total	mg/L	-	0.2	0.0031	0.0024	0.0151	0.0392	0.0210	0.0040	0.0115	0.0390	0.0091	0.0083	0.0017
Mercurio total	mg/L	0.0001	0.001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Níquel total	mg/L	0.025	0.2	<0.0004	<0.0004	0.0009	0.0006	0.0009	<0.0004	0.0008	<0.0004	0.0005	0.0006	<0.0004
Plata total	mg/L	-	0.05	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Piombo total	mg/L	0.001	0.05	<0.0002	<0.0002	0.0009	0.0007	0.0008	0.0002	0.0008	0.0004	0.0005	0.0007	0.0002
Talio total	mg/L	-	-	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Vanadio total	mg/L	-	-	0.0006	0.0007	0.0007	0.0008	0.0030	0.0003	0.0051	0.0017	0.0018	0.0030	0.0016
Zinc total	mg/L	0.03	2	<0.0001	0.0002	0.0004	0.0001	0.0004	0.0173	0.0302	0.0054	0.0106	0.0059	0.0023
MICROBIOLÓGICOS														
Coliformes Fecales	NMP/100mL	1000	1000	2	<1.8	1.10E+02	9.20E+04	3.50E+03	<1.8	2.10E+03	4.50E+00	1.70E+01	9.20E+03	4.00E+01
METALES Y METALOIDES NO CONSIDERADOS EN LOS ECA-AGUA														
Cerio (Ce)	mg/L	-	-	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Potasio (K)	mg/L	-	-	0.4224	0.3817	0.6286	1.5402	1.1897	0.4362	1.4723	0.4292	1.3371	1.5570	2.1740
Molibdeno (Mo)	mg/L	-	-	0.0022	0.0049	0.0036	0.0024	0.0034	0.0016	0.0030	0.0012	0.0027	0.0029	0.0029
Estañio (Sn)	mg/L	-	-	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
Estroncio (Sr)	mg/L	-	-	0.1603	0.5070	0.4913	0.4819	0.5528	0.2836	0.4719	0.0826	0.4547	0.4267	0.4520
Titanio (Ti)	mg/L	-	-	<0.0004	0.0007	0.0006	0.0006	0.0015	<0.0004	0.0041	0.0005	0.0054	0.0098	0.0017
Uranio (U)	mg/L	-	-	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.0003	0.0003	<0.0003	0.0003	<0.0003	0.0005	0.0006	0.0008
Bismuto (Bi)	mg/L	-	-	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Torio (Th)	mg/L	-	-	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010

Fuente. Tercer monitoreo participativo ANA - 2014

Tabla 34. Puntos de monitoreo de calidad del agua en relación al Cuarto Monitoreo Participativo del 03 al 05 noviembre del 2014

Cuenca	Punto de monitoreo	Descripción	Categoría	Coordenada Este	Coordenada Norte	Altitud (msnm)
Chancay - Huaral	LCaCr1-C	Punto ubicado a la salida de la laguna Cacray, aproximadamente a 30m aguas abajo del dique de contención	Categoría 4	331088	8768939	4483
	LChun1-C	Punto ubicado en el interior de la laguna Chungar, aproximadamente a 140m de la orilla	Categoría 4	332820	8770186	4456
	RChhu1-C	Punto ubicado a 50m aguas debajo de la confluencia de los ríos Chicrin y Vichaycocha	Categoría 3	322492	8766807	3357
	LVilc1-C	Punto ubicado a la salida de las aguas de la laguna Vilcacocha	Categoría 4	334766	8761195	4462
	RBaño2-C	Punto ubicado a 100m antes de la confluencia con el río Chancay-Huaral	Categoría 3	319608	8758802	2812
	RChhu6-C	Punto ubicado a 50m después de la confluencia del río Baños con el río Chancay-Huaral	Categoría 3	319084	8758769	2794
	RChhu3-C	Punto ubicado a 500m aguas abajo del vertimiento del C.P. Acos	Categoría 3	300080	8752761	1458
	RAñas2-C	Punto ubicado a 3Km aguas abajo del C.P. La Perla	Categoría 3	306977	8740447	2628
	RChhu10-C	Río Chancay-Huaral, estación Santo Domingo	Categoría 3	278666	8742323	626
	RChhu5-C	Río Chancay-Huaral, puente Boza-acceso a San José	Categoría 3	261441	8725059	183
RChhu8-C	Río Chancay-Huaral, 150m aguas arriba del Puente Chancay	Categoría 3	255865	8715935	44	

Fuente. Cuarto monitoreo participativo ANA – 2014

Figura 25. Calidad de aguas superficiales de la Cuenca Chancay – Huaral (Cuarto monitoreo participativo)

PRIMER GRUPO CÓDIGO DEL PUNTO				LCA01	LCA02	RCA01	RCA02	LVA01	RVA02	HVA03	RVA02	RCA04	RCA05	
Punto correspondiente a río principal, tributario, laguna o otro														
Categoría ECA Agua														
ECA - Cat. 3														
RCA - Cat. 4														
Escala de riesgo de salobridad y salin				LCA01	LCA02	RCA01	RCA02	LVA01	RVA02	HVA03	RVA02	RCA04	RCA05	
				Laguna	Laguna	Prudal	Rio	Laguna	Rio	Rio	Tributario	Prudal	Prudal	
				Cat. 4	Cat. 4	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 4	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	
				0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
PARAMETROS FISICOS														
OD	mg O ₂ /l	> 5	> 4	8.58	8.71	8.21	7.32	8.82	8.72	7.11	8.71	8.81	8.80	
pH	Unidad de pH	6.5-8.5	6.5-8.5	8.21	8.37	8.18	8.21	8.18	8.14	8.50	8.28	8.48	8.10	
Temperatura	° Celsius	-	-	8.80	8.50	11.80	12.50	18.80	12.30	17.50	14.00	22.30	23.50	
PARAMETROS QUIMICOS														
Conductividad Eléctrica	µm/cm	-	< 800	197.8	200.9	304.4	380.3	280.8	377.4	328.8	342.9	360	372	
Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días	mg O ₂ /L	< 5	15	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	3	< 1.0	< 1.0	< 1.0	
Demanda Química de Oxígeno	mg O ₂ /L	-	40	24	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	8	< 1.0	< 1.0	< 1.0	
Sólidos Suspensivos Totales	mg/L	< 25	-	5	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	1	24	< 1.0	8	5	
PARAMETROS INORGANICOS														
Bario	mg/L	0.7	0.7	0.058	0.049	0.085	0.084	0.024	0.048	0.088	0.08	0.082	0.026	
Berilio	mg/L	-	-	< 0.008	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	
Calcio	mg/L	200	200	32.760	46.046	81.900	55.964	43.000	52.510	52.541	34.085	52.186	86.524	
Litio	mg/L	2.5	2.5	< 0.002	< 0.002	0.005	0.005	< 0.002	0.002	0.002	0.005	0.004	0.008	
Magnesio	mg/L	150	150	3.585	5.285	9.850	8.094	6.104	7.267	7.871	3.588	6.202	17.168	
Selenio	mg/L	0.05	0.05	0.004	0.005	< 0.004	0.005	0.002	0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	0.013	
Silicio	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sodio	mg/L	200	200	0.444	1.472	2.700	10.280	1.022	12.186	12.481	8.788	13.682	44.800	
Metales														
Fósforo	mg/L	3.4	1	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.02	< 0.02	0.01	0.01	< 0.02	
Nitrógeno total	mg/L	1.6	-	0.13	0.20	0.06	0.21	0.06	0.13	0.20	0.20	0.20	7.38	
Fósforo total	mg/L	-	-	0.014	0.018	0.01	0.01	< 0.01	0.01	0.02	0.014	0.014	0.04	
Nitrógeno amoniacal	mg/L	< 0.02	-	0.06	0.04	0.08	0.06	< 0.01	< 0.01	0.05	< 0.01	< 0.01	< 0.01	
Nitrato	mg/L	5	10	0.27	< 0.05	< 0.05	0.15	0.06	0.11	0.24	0.21	0.22	7.34	
Metales y metaloides														
Aluminio total	mg/L	-	5	0.048	0.047	0.100	0.072	0.048	0.094	0.461	0.057	0.198	0.086	
Antimonio total	mg/L	-	-	0.002	0.000	0.001	0.000	0.004	0.000	0.007	0.004	0.000	0.000	
Arsénico total	mg/L	0.01	0.01	0.005	0.005	0.002	0.003	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	
Boro total	mg/L	-	5.8	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
Cadmio total	mg/L	0.004	0.005	< 0.001	< 0.001	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	
Cobalto total	mg/L	-	0.05	< 0.001	< 0.001	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	
Cromo total	mg/L	0.01	0.2	0.004	0.004	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	< 0.001	
Cupero total	mg/L	-	-	< 0.001	< 0.001	0.001	0.001	< 0.001	0.001	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	
Hierro total	mg/L	-	1	0.187	0.308	0.375	0.985	0.002	0.384	0.382	0.001	0.170	0.002	
Manganeso total	mg/L	-	0.2	0.004	0.002	0.001	0.002	0.002	0.004	0.004	0.001	0.001	0.001	
Mercurio total	mg/L	0.001	0.001	-	-	< 0.001	-	< 0.001	< 0.001	-	< 0.001	-	-	
Níquel total	mg/L	0.02	0.2	0.002	< 0.002	0.010	0.008	0.002	0.008	0.008	< 0.002	0.002	0.002	
Plata total	mg/L	-	0.05	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	
Plomo total	mg/L	0.01	0.05	0.003	0.001	0.004	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	
Talio total	mg/L	-	-	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	
Vanadio total	mg/L	-	-	0.002	0.003	0.002	0.004	< 0.001	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002	
Zinc total	mg/L	0.03	2	0.009	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	
MICROBIOLOGICOS														
Coliformes Fecales	NMP/100mL	1000	1000	< 1.5	< 1.5	110.00	112.00	< 1.5	4.51	300	4.50	79.00	30	
Metales y metaloides no considerados en los ECA Agua														
Cerio (Ce)	mg/L	-	-	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.001	< 0.001	0.002	< 0.001	
Fósforo (P)	mg/L	-	-	0.4630	0.4280	0.7580	1.5300	0.4630	1.7650	1.8760	0.5700	1.5780	3.1270	
Molibdeno (Mo)	mg/L	-	-	0.0007	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	0.0004	0.0008	
Selenio (Se)	mg/L	-	-	0.0007	< 0.0004	0.0004	0.0004	< 0.0004	0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	
Estrocinio (Sr)	mg/L	-	-	0.1530	1.5960	0.8008	0.6661	0.3465	1.5887	0.5585	0.1247	0.5580	0.8289	
Titanio (Ti)	mg/L	-	-	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.001	< 0.001	< 0.001	0.001	< 0.001	0.002	0.0010	
Uranio (U)	mg/L	-	-	0.0002	0.0001	0.0003	0.0004	0.0002	0.0004	0.0008	0.0008	0.0008	0.0004	
Zirconio (Zr)	mg/L	-	-	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	

Fuente. Cuarto monitoreo participativo ANA – 2014

Tabla 35. Puntos de monitoreo de calidad de agua en la Cuenca Hidrográfica Chancay – Huaral distribuidos por subcuencas y categoría según ECAs (Del 18 al 24 de junio del 2014)

Sub Cuenca	Categoría	N°	Punto de monitoreo	Descripción	Coordenada Este	Coordenada Norte	Altura (msnm)
Sub Cuenca Vichaycocha	Categoría 4	1	LChun1	Laguna Chungar en la salida del dique	33277	8770158	4462
	Categoría 4	2	LCacr1	Laguna Cacray en el dique de salida	331094	8768935	4499
	Categoría 3	3	RVich1	Río Vichaycocha a 100 m aguas debajo de la quebrada Shalca	322506	8769394	3549
	Categoría 3	4	RVich2	Río Vichaycocha a 150m aguas del vertimiento del poblado Vichaycocha	322461	8767394	3453
	Categoría 3	5	RChhu1	Río Chancay - Huaral	322503	8766843	3378
Sub Cuenca Baños	Categoría 4	6	LVilc1	Laguna de Vilcacochoa antes de la salida del dique	334801	8761223	4465
	Categoría 3	7	RChic1	Río Chicrin después de la confluencia con el río Cacray	331087	8770004	4287
	Categoría 3	8	RBaño1	Río Baños 100m antes de la confluencia con el río Quiles	325123	8759330	3638
	Categoría 3	9	RQuil1	Río Quiles 100m	325181	8758915	3622

				antes de la confluencia con el río Baños			
	Categoría 3	10	RBaño2	Río Baños, antes de la confluencia con el río Chancay	319608	8758797	2797
Sub Cuenca Añasmayo	Categoría 3	11	RAñas2	Río Añasmayo a 3km aguas arriba del vertimiento del Poblado La Perla	305706	8741173	2474
	Categoría 3	12	RAñas1	Río Añasmayo a 200m aguas abajo del vertimiento del Poblado La Perla	302793	8742770	2140
Sub Cuenca Media	Categoría 3	13	RChhu6	Río Chancay – Huaral, sector Tingo a 50m aguas abajo del Puente Baños	319074	8758783	2755
	Categoría 3	14	RChhu2	Río Chancay – Huaral a 100m antes de la confluencia con el río Carac	301703	8753460	1539
	Categoría 3	15	RChhu3	Río Chancay – Huaral a 500m aguas abajo del vertimiento del distrito de Acos	300080	8752764	1477
Sub Cuenca Cara	Categoría 3	16	RCara1	Río Carac a 50m aguas arriba del Puente Palca	301455	8753595	1572

Sub Cuenca Huataya	Categoría 3	17	RHuat1	Río Huataya a 50m antes de la confluencia con el río Chancay - Huaral	287004	8745072	968
Sub Cuenca Baja	Categoría 3	18	RChhu4	Río Chancay, cercano al Puente Palpa	266273	8730272	299
	Categoría 3	19	RChhu7	Río Chancay – Huaral, a 200m aguas abajo del Puente Huaral	259448	8720720	115
	Categoría 3	20	RChhu5	Río Chancay – Huaral, acceso a San José por el Puente Rojo	259708	8721102	177
Mar de Chancay	Categoría 3	21	MChan1	Mar de Chancay al final del muelle del Puerto Chancay (100m aproximadamente)	251918	8718608	0
	Categoría 3	22	MChan2	Mar de Chancay, sector Cascajo, a 350m de la orilla	251515	8717716	0
	Categoría 3	23	MChan3	Mar de Chancay a 300m mar adentro del sector Paraíso	251210	8720622	0
	Categoría 4	24	MChan4	Mar de Chancay a 600m del muelle, ámbito de influencia de los emisores	251740	8718896	0

Fuente. Cuarto monitoreo participativo ANA – 2014

5.4 Parámetros a evaluar

Los parámetros a evaluar corresponden a los parámetros físico-químicos, microbiológicos que fueron considerados por el ANA a través del desarrollo de los diferentes monitoreos participativos llevados a cabo a partir del año 2014 en adelante.

Para el presente tema de investigación se ha considerado tomar en cuenta dichos parámetros analizados adicionándole el análisis de parámetros geoquímicos ya que en el área de intervención existe presencia de unidades mineras que mediante sus operaciones han venido contaminando el agua superficial de la cuenca hidrográfica con el pasar de los años. Estos insumos son necesarios y han sido considerados para el diseño del SIG, materia del presente trabajo de investigación.

5.5 Análisis de los resultados del monitoreo de calidad del agua superficial

Se ha tomado en cuenta los resultados obtenidos de los monitoreos participativos llevados a cabo por el ANA durante el año 2014 en adelante y cuyos aspectos se basaron en lo sgte, tenemos:

- La zona alta donde se hallan las lagunas que alimentan y originan la Cuenca Chancay – Huaral (Categoría 4).
- El tramo que comprenden y se hallan los tributarios del río Chancay – Huaral (Categoría 3).
- La zona de aguas marino costeras en el mar de Chancay (Categoría 4).

Estos parámetros considerados para la evaluación se hallan de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, según lo establecido en el D.S N.º 002-2008-MINAM.

Se presenta los resultados que se obtuvieron a partir de la realización de los monitoreos participativos y que se constituye como insumo para el diseño de la base de datos espacial del SIG que se detallará en el capítulo VI.

A. Laguna Chungar

El código que se le ha definido es el LChun1, de acuerdo a la clasificación pertenece a la Categoría 4: "Conservación del ambiente acuático", Subcategoría: "Lagunas y Lagos", en donde se observa que los resultados que superan los ECA - Calidad de agua

son: nitrógeno total, que alcanza 2.9 mg/L, supera el valor del ECA establecido de 1.6 mg/L en 3 veces. De igual manera sucede con el plomo total, que alcanza un nivel de 0.0025 mg/L y supera el valor estándar del ECA-Agua de 0.001 mg/L en 5 veces.

B. Laguna Cacray

El código que le corresponde es el LCacr1, que de acuerdo a la clasificación pertenece a la Categoría 4, "Conservación del ambiente acuático", Subcategoría: "Lagunas y Lagos" y según los resultados obtenidos se tiene que el Nitrógeno total, alcanza un valor de 2.9 mg/L y supera el valor del ECA-Calidad de Agua establecido que es 1.6 mg/L en un nivel de 3 veces.

C. Río Vichaycocha

El código que le corresponde es el RVich2, Categoría 3: "Riego de vegetales y bebidas de animales", Subcategoría: "Riego de vegetales de tallo bajo. Los resultados obtenidos indican que el aluminio resultante es de 7.27 mg/L, superando el ECA-Calidad de Agua en 2 veces el límite máximo permisible que es 5 mg/L.

Por otra parte, el hierro total es 9.63 mg/L y el manganeso total es 0.207 mg/L. En este caso, el hierro total supera el ECA-Calidad de Agua resultante en 9.63 veces y el manganeso en 2 veces el parámetro estándar establecido.

D. Río Chancay – Huaral

El código que le corresponde es el RChhu1 y perteneciente a la Categoría 3: "Riego de vegetales y bebidas de animales", Subcategoría: Riego de vegetales de tallo bajo. En este caso, el aluminio excedió en 13.14 mg/L que corresponde a 2.63 veces lo normal establecido.

Ahora, en lo que se refiere al Hierro, el valor del ECA se excedió en 15.36 que corresponde a 15.36 veces el valor del ECA-Calidad de Agua.

Por otra parte, el Manganeso alcanzó 0.38 mg/L que excede en 1.94 veces de lo permitido que es 0.2 mg/L.

Con respecto a los resultados obtenidos para Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Aceites y Grasas, Nitrógeno Amoniacal, Nitrógeno

Total, Nitratos, Fosfatos, fósforo total, Cianuro WAD, Cianuro libre, Sulfuros, Calcio total, Magnesio Total, sodio total, Potasio total, Antimonio, Arsénico, Bario, Berilio, Boro, Bismuto, Cadmio, Cerio, Cesio Total Cobalto, Cobre, Estaño Total, Estroncio, Fosforo Total, Galio Total, litio Cromo (Hexavalente y Total), Estroncio, litio, Mercurio, Níquel, Plata, Selenio, Uranio, Vanadio y Zinc, para cada uno de los puntos de monitoreo descritos anteriormente estos valores se hallan en concentraciones intermedias a bajas a lo establecido en la Categoría 4: "Conservación del Ambiente acuático", Subcategoría "Lagunas y lagos" de los ECA, establecidos en el D.S. N° 002-2008-MINAM. (Ramírez 2014)

Parámetros Químicos

En base a los informes de los monitoreos participativos, se consideraron los parámetros que superan los ECA - Calidad de Agua en cada punto de monitoreo, para que se entienda a cabalidad los resultados, por lo tanto, se tiene lo sgte:

- **Laguna Vilcacocha**

El código asignado es de LVic11 en donde se observa que los resultados para el plomo total registran un valor de 0.0014 mg/L, superando el valor estándar normal del ECA-Calidad de agua en 1.4 veces lo permitido.

Por otra parte, el valor de zinc total fue de 0.091 mg/L, superando el valor estándar de 0.03 mg/L en 30 veces lo permitido.

- **Río Chicrin y Baños**

El monitoreo registrado en estos dos cuerpos de agua no supera los límites establecidos para el ECA-Calidad de agua que corresponde a la categoría 3 "Riego de vegetales y bebidas de animales".

- **Río Quiles**

Con código de identificación RQuil1, el resultado en este punto supera el ECA-Calidad de agua. Aquí el arsénico registra un valor de 0.206 mg/L, nivel que supera en 4.12 veces el límite máximo permitido que es de 0.05 mg/L para la categoría 3.

Parámetros Microbiológicos

- **Río Añasmayo**

Con código: RAñas 2, según los resultados obtenidos se tiene que el parámetro de coliformes fecales, se halla por debajo de los valores contemplados en los ECA-Agua, para la Categoría 3: "Riego de vegetales y bebida de animales" subcategoría: "Riego de vegetales de tallo bajo"

- **Río Añasmayo**

Con código RAñas1, según los resultados obtenidos se tiene que el parámetro de coliformes fecales para este punto de monitoreo, supera el ECA-Calidad de Agua, para la Categoría 3: "Riego de vegetales y bebida de animales" subcategoría: "Riego de vegetales de tallo bajo"; es decir, que siendo el ECA-Calidad normal de 1000 NMP/100 mL y habiendo obtenido 2800 NMP/100 mL, este último superó en 2.8 veces el límite establecido.

- **Río Chancay - Huaral:**

Con código RChhu3, comparando con los ECA-Calidad de Agua de la Categoría 3: "Riego de Vegetales y bebida de animales" subcategoría: "Riego de vegetales de tallo bajo", se observa que el resultado obtenido fue de 1300 NMP/100 ml, valor que sobrepasa el nivel del ECA establecido en 1000 NMP/100 ml en 1.3 veces.

Se observa que el impacto producido por vertimientos de aguas residuales del Poblado La Perla, aguas abajo del río Añasmayo impacta significativamente la calidad bacteriológica del cuerpo receptor.

- **Río Huataya**

Con código RHuat1. Se observa en este punto que el nitrato excede en 13.52 mg/L excediendo el ECA-Calidad de agua que es de 10 mg/L en 1.35 veces.

- **Río Chancay – Huaral**

Con código RChhu7. Aquí se observa que el resultado obtenido es de 7,900 NMP/100 ML, sobrepasando el valor estándar de concentración que está establecido en 1,000 NMP/L del ECA-Calidad de agua en un nivel de 7.9 veces el valor permitido.

- **Río Chancay – Huaral**

Con código RChhu5. Aquí se observa que el resultado obtenido es de 11,900 NMP/100 MI, sobrepasando el valor estándar de concentración que está establecido en 1,000 NMP/L del ECA-Calidad de agua en un nivel de 7.9 veces el valor permitido.

Con respecto a las aguas marino costeras, tenemos lo sgte:

- **Mar Chancay**

Con código MChan1. Se observa que los resultados obtenidos para nitrógeno amoniacal registraron un valor de 0.26 mg/L, excediendo el valor estándar del ECA-Calidad de agua en 0.92 veces el valor permitido que es de 0.08 mg/L.

Con respecto al fosfato, se registró un valor de 0.252 mg/L, excediendo el valor estándar en 0.97 veces la concentración establecida por el ECA-Calidad de agua para la categoría 4: “Conservación del ambiente acuático” – subcategoría “Ecosistema marino costero”.

Código MChan 2. Se observa en este punto que el nitrógeno amoniacal registro un valor de 0.14 mg/L, excediendo el valor estándar del ECA-Calidad de agua en 1.75 veces lo permitido que es en 0.08 mg/L.

Con respecto al fosfato, este registró un valor de 0.24 mg/L, excediendo el valor estándar del ECA-Calidad de agua en 2.58 veces la concentración establecida en esta categoría que es de 0.093 mg/L.

- **Mar Chancay**

Con código MChan4. Aquí se observa que el nitrógeno amoniacal registro un valor de 0.22 mg/L, excediendo el valor estándar del ECA-Calidad de agua en 2.75 veces el dato estándar que es de 0.08 mg/L. Con respecto al fosfato, se registró un valor de 0.25 mg/L, excediendo el valor estándar en 0.97 veces la concentración establecida por el ECA-Calidad de agua en la categoría 4.

Con respecto a los efluentes se tiene que En los puntos de efluentes para caracterización codificados: V11-Ch (Vertimiento de aguas residuales municipales hacia el mar, sector Cascajo), V12-PCh (vertimiento de aguas residuales domésticas hacia el

mar del distrito de Chancay), V6-Ch (vertimiento de aguas residuales municipales hacia el mar del sector Paraíso), los resultados demuestran que los Sólidos Suspendidos Totales superan los límites máximos permisibles, establecidos para el tipo de actividad.

Es importante resaltar que estos se vierten directamente al mar de Chancay, impactando de sobremanera al balneario del distrito de Chancay puesto que no reciben ningún tipo de tratamiento; de igual forma en Huaral se tiene el punto de efluente, codificado VC1-H (vertimiento de aguas residuales domésticas Sector Casuarinas).

Con respecto a la Demanda Química de Oxígeno, los puntos de monitoreo para caracterización codificados como: V1-A (Vertimiento de aguas residuales domésticas del distrito de Acos); VC1-A (Vertimiento de aguas residuales pecuario - porcino de Campoy); V1-Au (Vertimiento de aguas residuales industriales de San Fernando - Distrito de Huaral); V11-Ch (Vertimiento de aguas residuales municipales hacia el mar, sector Cascajo), V12-PCh (vertimiento de aguas residuales domésticas hacia el mar del distrito de Chancay), V6-Ch (vertimiento de aguas residuales municipales hacia el mar del sector Paraíso) y VC1-H (vertimiento de aguas residuales domésticas Sector Casuarinas), superan los límites máximos permisibles establecidos para vertimiento y/o efluentes según la actividad evidenciada y contemplada en la normativa según el sector correspondiente.

CAPITULO VI

6. DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA APLICADO A LA GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

6.1 Nociones básicas

Como ya se mencionó en los capítulos anteriores, los SIG o GIS se constituye como una herramienta de análisis o tecnología para gestionar y analizar la información geoespacial de manera espacial como temporal. Entre la diversas aplicaciones que tiene, representa una herramienta muy útil en la parte ambiental, y en este caso, en el presente trabajo de investigación, se abarca el tema correspondiente a la gestión de la calidad del agua superficial en la Cuenca Hidrográfica Chancay – Huaral; permitiendo el análisis de parámetros físico químicos, metales pesados, nutrientes, parámetros microbiológicos , entre otros aspectos para la toma de decisiones de acciones con fines de prevención ambiental en el corto, mediano y largo plazo.

6.2 Estructura de datos geográficos

La estructura y estandarización de los datos geográficos empelados para el diseño del SIG del área de estudio están sujetas a lo que estipula la norma internacional ISO 19115 (Tratamiento y representación de la información geográfica) y sus derivados. La estructura de datos geográficos planteados se detalla de la sgte manera, tenemos:

6.2.1 Sistema de Coordenadas

Se ha utilizado información geoespacial de diversas fuentes de instituciones públicas del país como el MTC, MINAGRI, MINAM, SENAMHI, SERNAMP, INEI, IGN, etc., correspondiente al área de estudio, así como la información proporcionada a través de los monitoreos participativos ejecutados en el año 2014 - 2015 mediante el PMGRH de la Autoridad Nacional del Agua. Toda la información geoespacial empleada esta sujeta bajo el sistema de coordenadas **UTM WGS84 ZONA 18 SUR.**

6.2.2 Formato de archivos

Los formatos de archivos empleados en la presente tesis son:

- **Formato Shape File**

Corresponde a la información geoespacial que se a obtenido de diversas instituciones y la información de los monitoreos ambientales procesados del PMGRH – ANA.

Tabla 36. Relación de archivos shape files utilizados para el ámbito de estudio

Fuente	Nombre del archivo	Sistema de Coordenadas	Formato de archivo	Tipo de Vector	Cantidad de archivos shape files
IGN	Limite Departamental	UTM WGS84 18SUR	Shape File	Polígono	04
	Límite Provincial	UTM WGS84 18SUR	Shape File	Polígono	
	Limite Distrital	UTM WGS84 18SUR	Shape File	Polígono	
	Curvas de Nivel_ Cuenca Chancay Huaral	UTM WGS84 18SUR	Shape File	Línea	
USGS	Limite Internacional	UTM WGS84 18SUR	Shape file	Polígono	01
ANA	ALA Autoridad Local del Agua	UTM WGS84 18SUR	Shape file	Polígono	10
	Estaciones hidrometeorológicas_Cuenca Chancay Huaral	UTM WGS84 18SUR	Shape file	Punto	
	Hidrologia_Cuenca Chancay Huaral	UTM WGS84 18SUR	Shape file	Línea	
	Lagunas_Cuenca Chancay Huaral	UTM WGS84 18SUR	Shape file	Polígono	
	Límite Cuencas Hidrográficas	UTM WGS84 18SUR	Shape file	Polígono	
	Límite Cuenca Chancay Huaral	UTM WGS84 18SUR	Shape file	Polígono	
	Límite Subcuencas Chancay Huaral	UTM WGS84 18SUR	Shape file	Polígono	

	Monitoreo Ambiental Cuenca Chancay Huaral	UTM WGS84 18SUR	Shape file	Punto	
	Pasivos ambientales Cuenca Chancay Huaral	UTM WGS84 18SUR	Shape file	Punto	
	Vertimientos Cuenca Chancay Huaral	UTM WGS84 18SUR	Shape file	Punto	
MTC	Red Vial Nacional Cuenca Chancay Huaral	UTM WGS84 18SUR	Shape file	Línea	03
	Red Vial Departamental Cuenca Chancay Huaral	UTM WGS84 18SUR	Shape file	Línea	
	Red Vial Vecinal Cuenca Chancay Huaral	UTM WGS84 18SUR	Shape file	Línea	
INEI	Población Cuenca Chancay Huaral	UTM WGS84 18SUR	Shape file	Punto	01
MINED U	Centros Educativos Cuenca Chancay Huaral	UTM WGS84 18SUR	Shape file	Punto	01
MINSA	Puestos de Salud Cuenca Chancay Huaral	UTM WGS84 18SUR	Shape file	Punto	01
SENA MHI	Climático Cuenca Chancay	UTM WGS84 18SUR	Shape file	Polígono	01

	Huaral				
PRODUCE	Puertos Pesqueros Cuenca Chancay Huaral	UTM WGS84 18SUR	Shape file	Punto	01
INGEMMET	Concesiones mineras Cuenca Chancay Huaral	UTM WGS84 18SUR	Shape file	Polígono	03
	Geología Cuenca Chancay Huaral	UTM WGS84 18SUR	Shape file	Polígono	
	Fallas Geológicas Cuenca Chancay Huaral	UTM WGS84 18SUR	Shape file	Polígono	
MINA M Y SERNA MP	Geomorfología Cuenca Chancay Huaral	UTM WGS84 18SUR	Shape file	Polígono	03
	Cobertura Vegetal Cuenca Chancay Huaral	UTM WGS84 18SUR	Shape file	Polígono	
	Zonas de Vida Cuenca Chancay Huaral	UTM WGS84 18SUR	Shape file	Polígono	
TOTAL ARCHIVOS SHAPE FILES UTILIZADOS					29

Fuente. Elaboración propia

- **Formato Ráster**
Corresponde a la información DEM (Modelo Digital de Elevación) e imagen satelital (Sensor SENTINEL 2A) del ámbito de estudio.

Tabla 37. Relación de archivos ráster utilizados para el ámbito de estudio

Fuente	Nombre del archivo	Sistema de Coordenadas	Formato de archivo	Tipo	Cantidad de archivos ráster
USGS	DEM (Modelo Digital de Elevación)	UTM WGS84 18SUR	Ráster	Ráster	01
USGS	Imagen Satelital Landsat 8 Cuenca Chancay Huaral	UTM WGS84 18SUR	Ráster	Ráster	01
TOTAL ARCHIVOS RASTER UTILIZADOS					02

Fuente. Elaboración propia

- **Formato Tabular**

Corresponde a la base de datos en excel generados de los vertimientos, pasivos ambientales y monitoreos ambientales, información que ha sido extraída de los diferentes estudios de monitoreos participativos realizados por el ANA durante los años 2014 y 2015.

Tabla 38. Relación de base de datos excel utilizados

Fuente	Nombre del archivo	Sistema de Coordenadas	Formato de archivo	Tipo	Cantidad de archivos tabulares
PMGRH – ANA	Data Integrada Monitoreos ambientales_ Cuenca Chancay Huaral	UTM WGS84 18 SUR	Tabular	Tabular	01
	Data Integrada Pasivos ambientales_ Cuenca Chancay Huaral	UTM WGS84 18 SUR	Tabular	Tabular	01
	Data Integrada Vertimientos_ Cuenca Chancay Huaral	UTM WGS84 18 SUR	Tabular	Tabular	01
TOTAL ARCHIVOS TABULARES UTILIZADOS					03

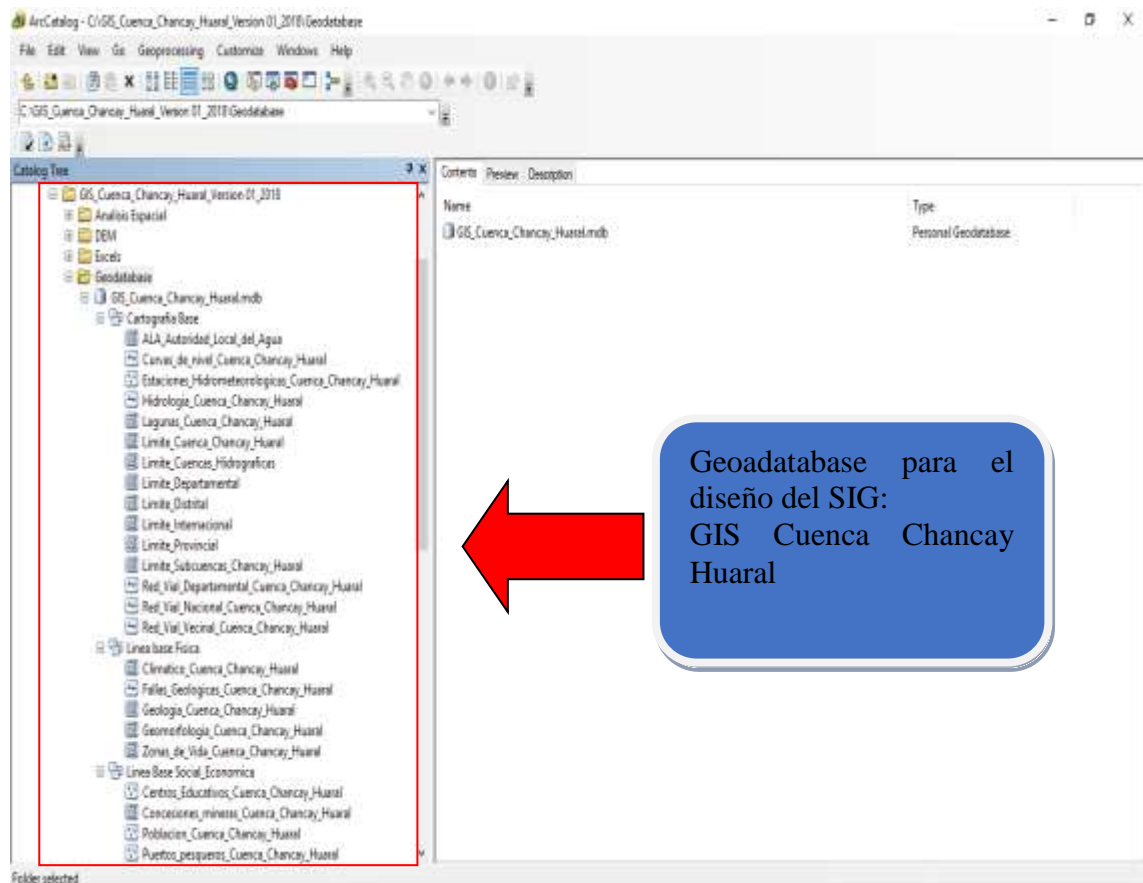
Fuente. Elaboración propia

6.2.3 Catálogo de datos geográficos

Se basa en la organización de los datos u objetos geográficos que se va a emplear en un proyecto determinado respetando las definiciones de cada información geográfica, así como los atributos que la componen, permitiendo establecer, de esta manera, un lenguaje común que permita la comprensión, el uso y el intercambio de la información geoespacial.

En la presente tesis, a partir de los formatos de archivos indicando anteriormente, se ha estructurado el catálogo de datos geográficos de la siguiente manera, utilizando en este caso el componente del paquete de ArcGIS Desktop denominado ARCCATALOG 10.5 (Componente que permite estructurar la información geográfica de cualquier tipo de proyecto GIS).

Figura 26. Catálogo de datos geográficos para el diseño del SIG



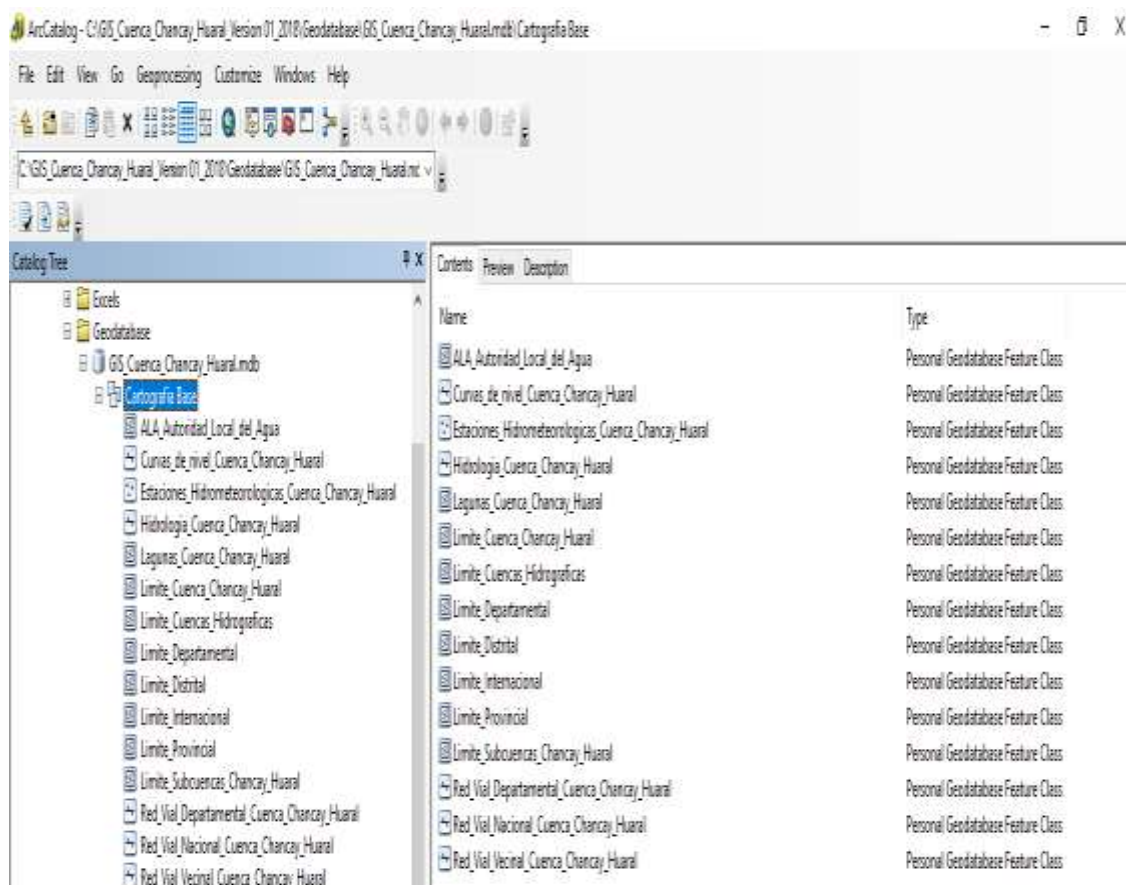
Fuente. Elaboración propia

El contenedor que almacena la información geoespacial del diseño del SIG se denomina: GIS CUENCA CHANCAY HUARAL, el cual a su vez está agrupado en diferentes grupos (Datasets):

▪ **Cartografía Base**

Conformado por 15 elementos geográficos de fuentes de entidades públicas

Figura 27. Grupo Geográfico: Cartografía Base

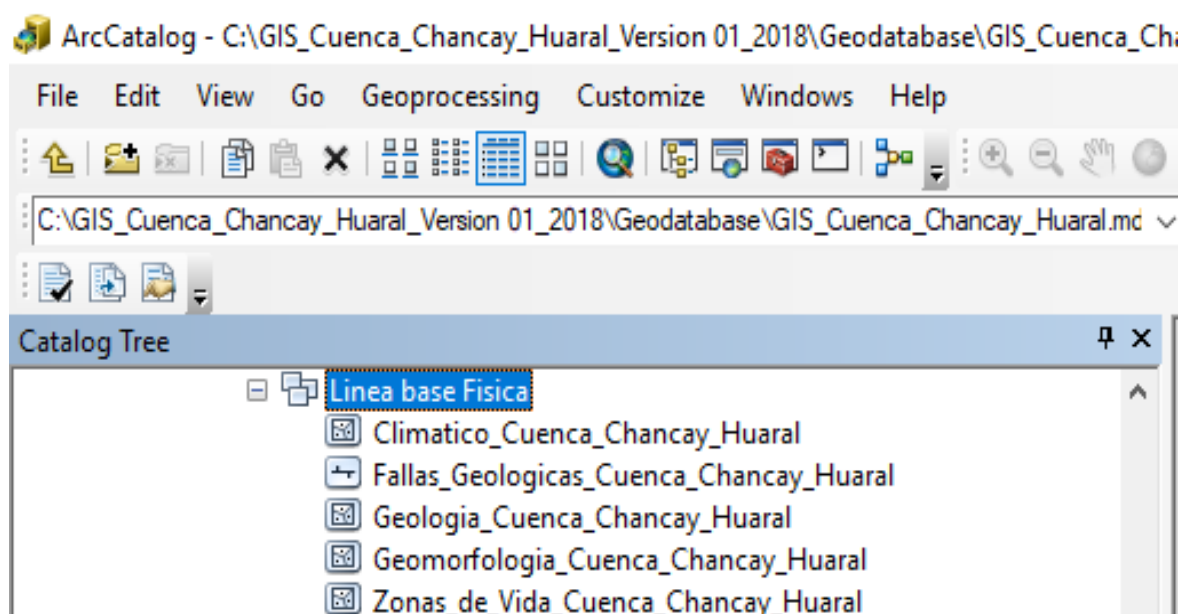


Fuente. Elaboración propia

▪ **Línea base física**

Conformado por los siguientes elementos geográficos, tenemos:

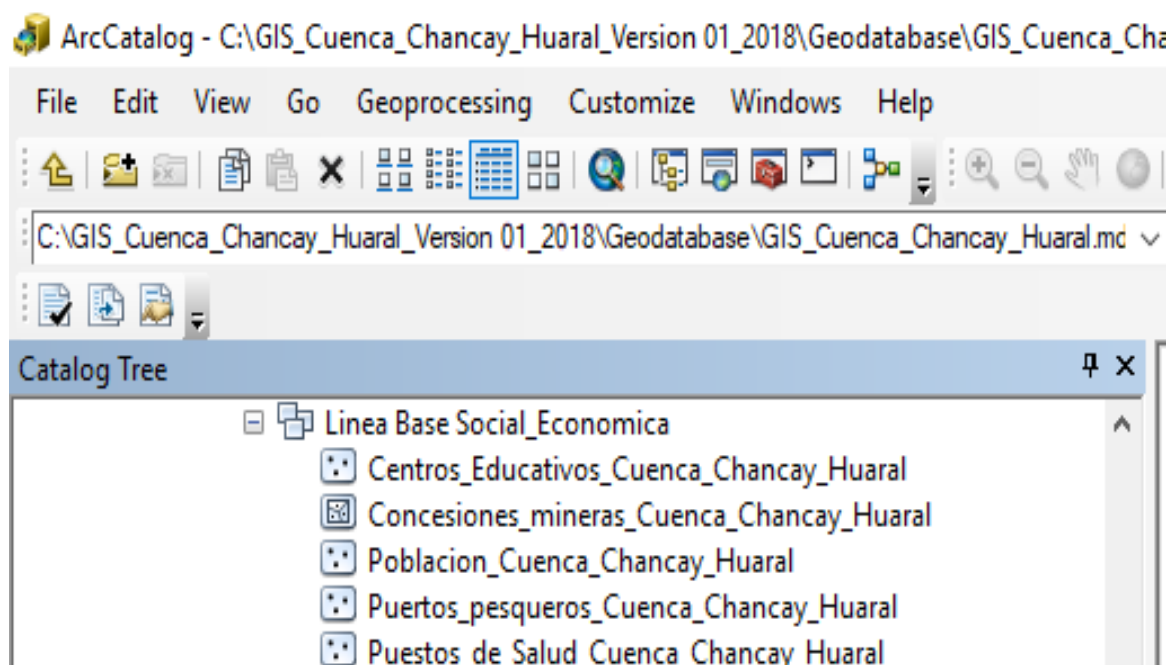
Figura 28. Grupo Geográfico: Línea Base Física



Fuente. Elaboración propia

- **Línea base social económica**
Se constituye por los elementos geográficos en mención:

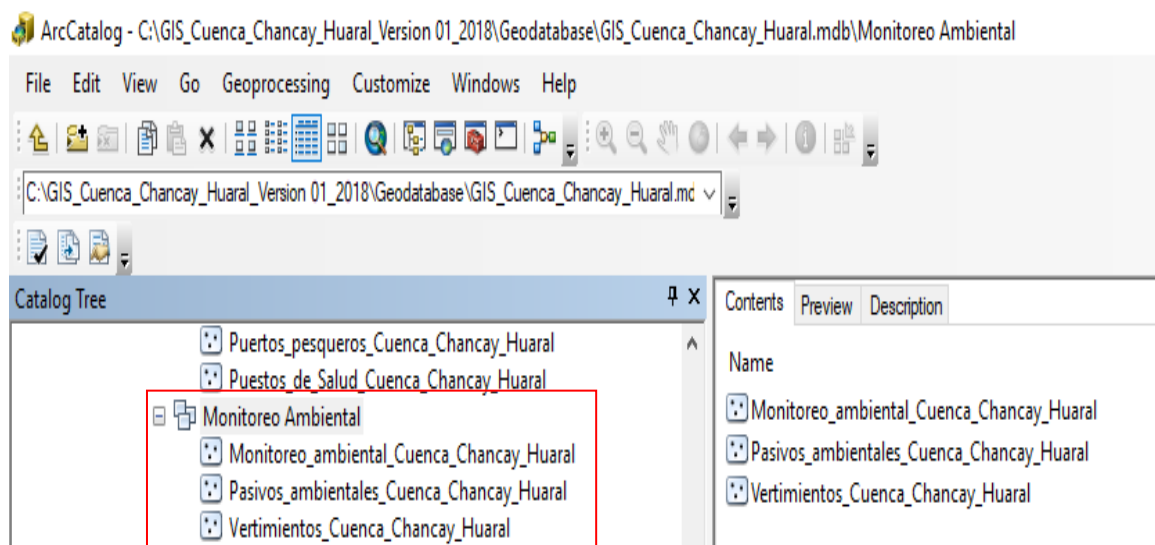
Figura 29. Grupo Geográfico: Línea Base Social Económica



Fuente. Elaboración propia

- **Monitoreo ambiental**
Conformado por los siguientes elementos geográficos, tenemos:

Figura 30. Grupo Geográfico: Monitoreo Ambiental



Fuente. Elaboración propia

De esta manera se ha confeccionado el catálogo de datos geográficos del diseño del SIG del ámbito de estudio y estandarizada acorde con la normativa internacional de información geográfica ISO 19115.

6.2.4 Geodatabase, dataset y feature class

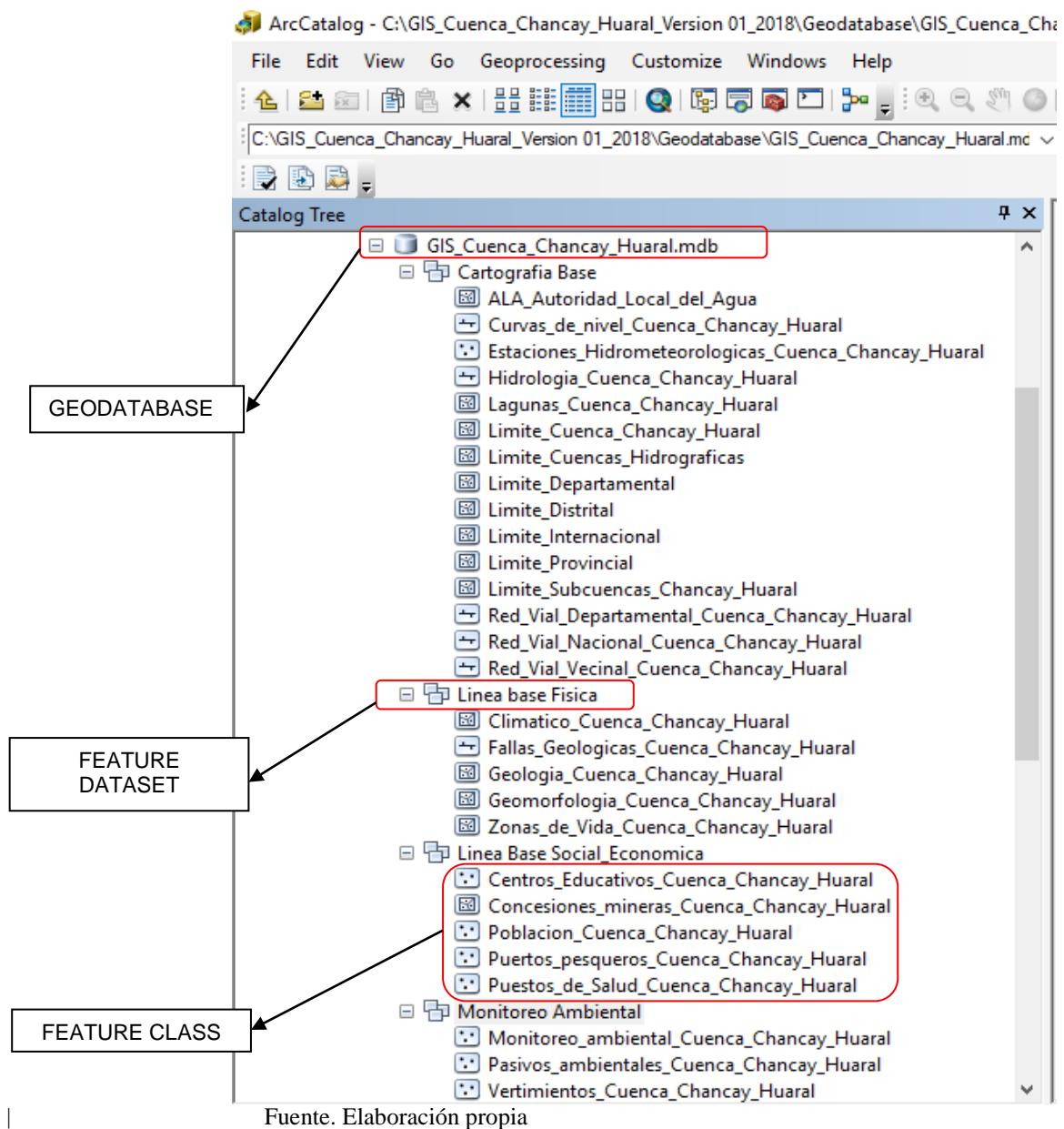
En su nivel más básico, una geodatabase de ArcGIS es una colección de datasets geográficos de varios tipos contenida en una carpeta de sistema de archivos común, una base de datos de Microsoft Access o una base de datos relacional multiusuario DBMS (por ejemplo, Oracle, Microsoft SQL Server, PostgreSQL, etc.). Las geodatabases tienen diversos tamaños, distinto número de usuarios, pueden ir desde pequeñas bases de datos de un solo usuario generadas en archivos hasta geodatabases de grupos de trabajo más grandes, departamentos o geodatabases corporativas a las que acceden muchos usuarios. (ESRI 2015).

Para el presente trabajo de investigación que concierne al diseño del SIG, es importante contar con una geodatabase implementada por las siguientes razones, tenemos:

- La geodatabase es el formato de datos principal que se utiliza para la edición y administración de datos. Mientras ArcGIS trabaja con información geográfica en numerosos formatos de archivo del sistema de información geográfica (SIG), está diseñado para trabajar con las capacidades de la geodatabase y sacarles provecho, es decir, podemos manejar grandes cantidades de datos e información geoespacial y en el ámbito de estudio estos datos van a estar conformado por los diferentes monitoreos ambientales planteados en estas tesis y los que se pueden proyectar a realizar en un corto, mediano y largo plazo previa coordinación con los actores locales del ámbito de estudio.
- Las geodatabases cuentan con un modelo de información integral para representar y administrar información geográfica actualizada. Este modelo de información integral se implementa como una serie de tablas que almacenan clases de entidad, datasets ráster y atributos; es decir podemos administrar la información geoespacial de tal manera que podemos saber la ubicación de un determinado vertimiento en el ámbito de estudio, saber la cantidad de monitoreos ambientales ejecutados dentro de la Cuenca Hidrográfica Chancay Huaral, los diferentes parámetros evaluados geolocalizados dentro del entorno de la cuenca, saber las áreas de incidencias críticas de contaminación, en donde hay mayores valores de parámetros ambientales excedidos que pueden generar contaminación en la cuenca en estudio, entre otros aspectos.
- Las geodatabases poseen un modelo de transacción para administrar flujos de trabajo de datos SIG. Es decir, podemos establecer flujos de trabajos con información geolocalizada de grandes tamaños y proporciones que contribuyan a una mejor evaluación y control ambiental de la calidad del agua superficial en la cuenca en estudio y elaborar predicciones ambientales para el tratamiento de los focos contaminantes y pasivos ambientales presentes.

En base a estos aspectos, la GEODATABASE para el diseño del SIG del presente trabajo de investigación, se constituye de la siguiente manera, tenemos:

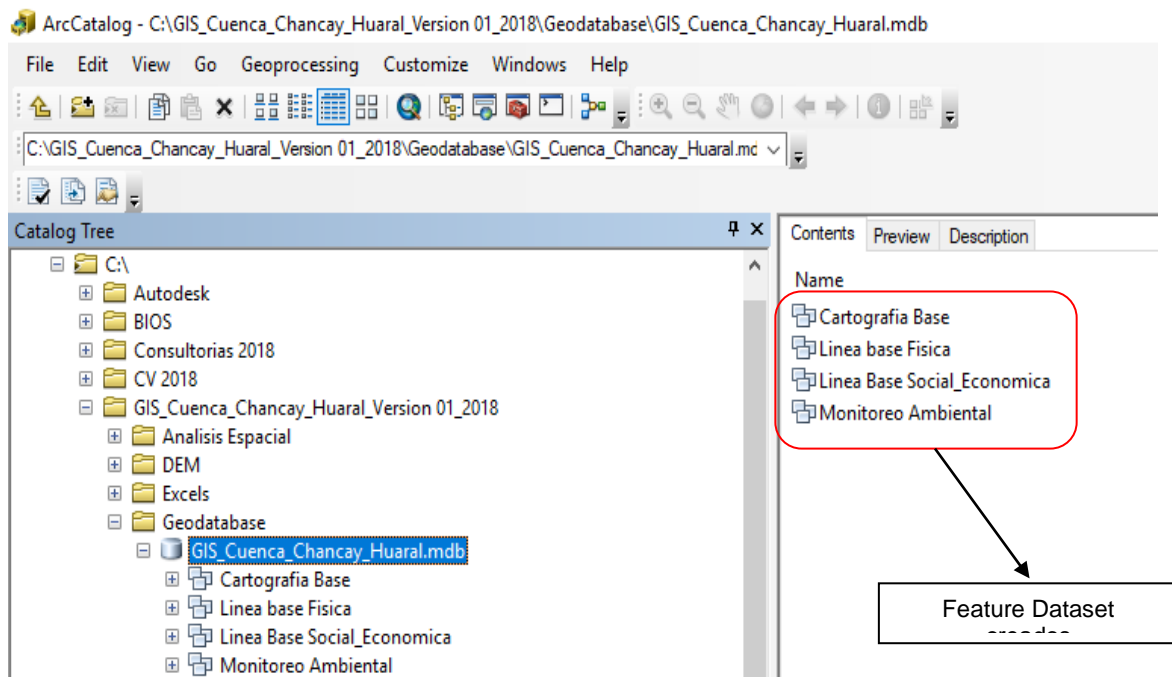
Figura 31. Estructura de la Geodatabase del diseño del SIG



Feature Dataset

Los datasets de entidades se utilizan para integrar espacial o temáticamente clases de entidad relacionadas. Su propósito primario es organizar clases de entidad relacionadas en un dataset común para generar una topología, un dataset de red, un dataset de terreno o una red geométrica. Es decir, una geodatabase se compone de diferentes grupos llamados feature dataset que almacenan información geográfica de un tema de interés y sujeta bajo un mismo sistema de coordenadas. Para el presente trabajo de investigación tenemos tres feature dataset creados dentro del diseño del SIG, tenemos:

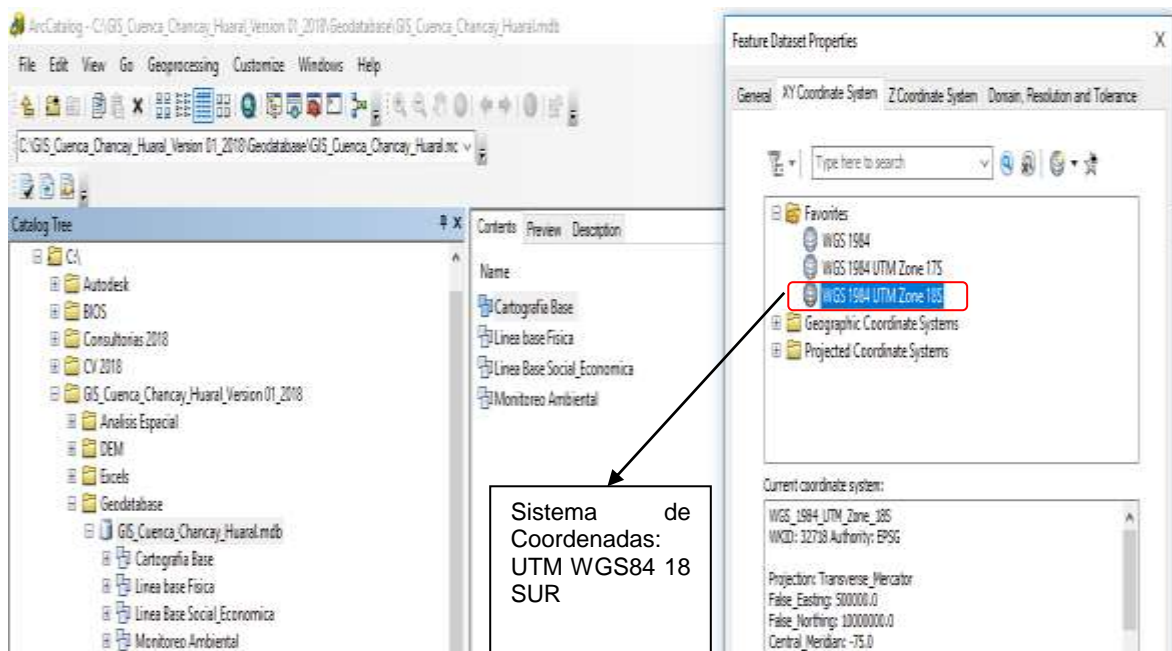
Figura 32. Relación de feature dataset creados para el SIG



Fuente. Elaboración propia

Tenemos 04 feature dataset creados en el SIG y cada dataset contiene una cierta relación de elementos geográficos denominados feature class.

Figura 33. Sistema de Coordenadas de feature dataset

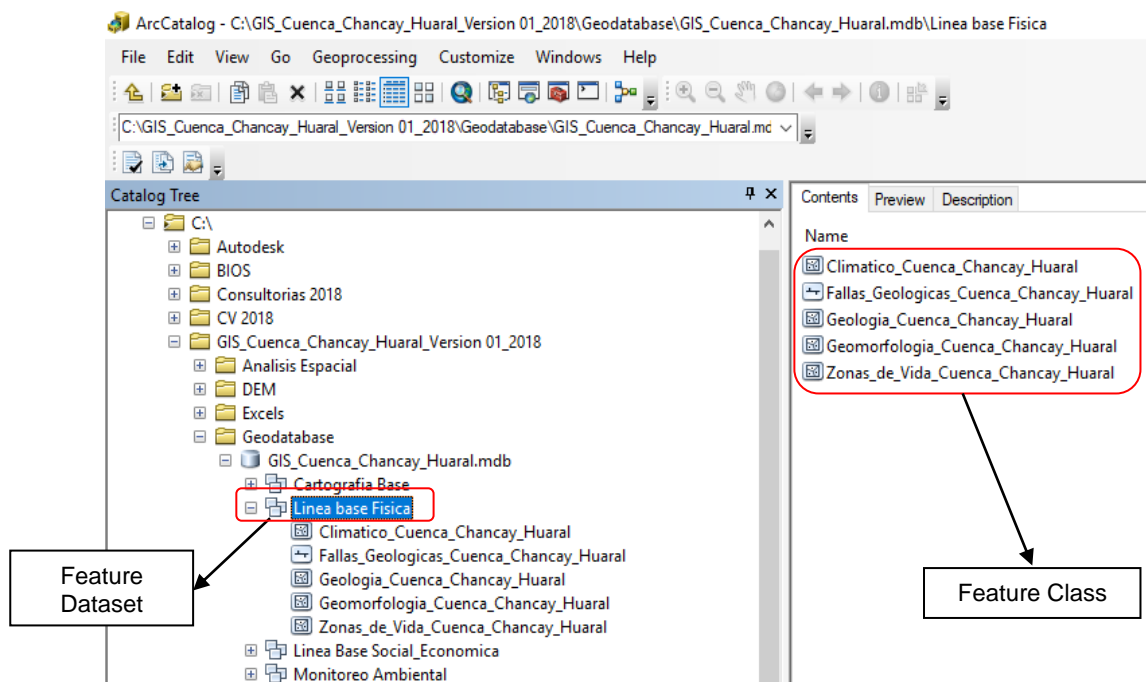


Fuente. Elaboración propia

Feature class

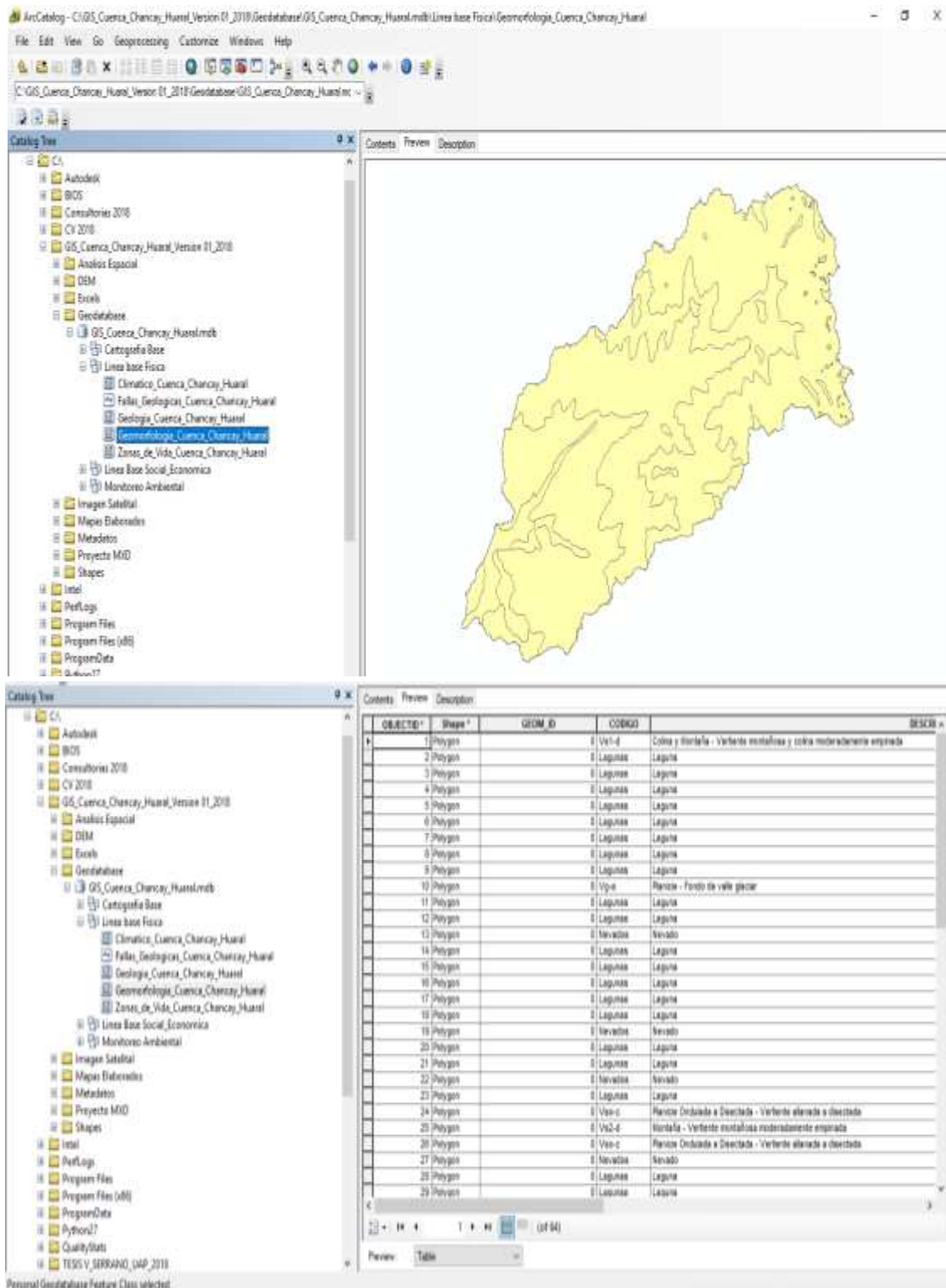
Se denomina al conjunto de elementos geográficos tipo punto, línea o polígono dentro de un feature dataset. En el presente trabajo de investigación, cada feature dataset creado contiene una relación de features class, Veremos un ejemplo de un feature dataset con sus features class ya creados para el diseño del SIG de la Cuenca Hidrográfica Chancay - Huaral, tenemos:

Figura 34. Feature class en dataset Línea base física del ámbito de estudio



Fuente. Elaboración propia

Figura 35. Feature class Geomorfología de la Cuenca Chancay – Huaral con tabla de atributos



Fuente. Elaboración propia

6.2.5 Comparando la estructura de datasets para el SIG

Ya que el tema propuesto en el presente trabajo de investigación concierne a contar con una herramienta de análisis actualizada con información geoespacial de diferentes entidades para la correcta gestión de la calidad del agua superficial de la cuenca en mención, es que se diseñó la geodatabase matriz que contiene la información administrativa en 04 grupos (dataset) acorde al tema planteado bajo lineamientos y términos ambientales correspondientes. Se compara la estructura de los dataset de la sgte. manera, tenemos:

Tabla 39. Comparación de la estructura de los datasets para el SIG

Geodatabas e Matriz	Feature Dataset Cartografía Base	Feature Dataset Línea Base Física	Feature Dataset Línea Base Social Económica	Feature Dataset Monitoreo Ambiental	Integración de Datasets
GIS Cuenca Chancay - Huaral	Contiene información geográfica de cartografía base de la Cuenca Hidrográfica Chancay – Huaral como Límites administrativos políticos, Información hidrológica a nivel de la cuenca y subcuencas que la conforman, así como el acceso por vías de transportes al área de estudio	Contiene información geográfica correspondiente al aspecto físico del ámbito de estudio como información geológica, geomorfológica, climática y zonas de vida y que se constituye como el diagnóstico físico de la cuenca en estudio para el diseño del SIG	Contiene información geográfica referente a la población inmersa en el área de estudio, para poder saber que poblaciones están siendo afectadas por la contaminación del agua superficial as como las actividades mineras y pesqueras presentes.	Contiene información geográfica de los diferentes monitoreos ambientales llevados a cabo por el ANA durante los años 2014 y 2015 en el ámbito de estudio. Esto es la información mas vital para el SIG para el modelamiento y análisis de los diferentes parámetros asociados al agua superficial	La integración de los diferentes datasets permitirán una correcta evaluación espacial temporal de la calidad del agua superficial y de esta manera predecir, mediante el análisis geoestadístico de los parámetros ambientales, los focos de contaminación en la cuenca en estudio.

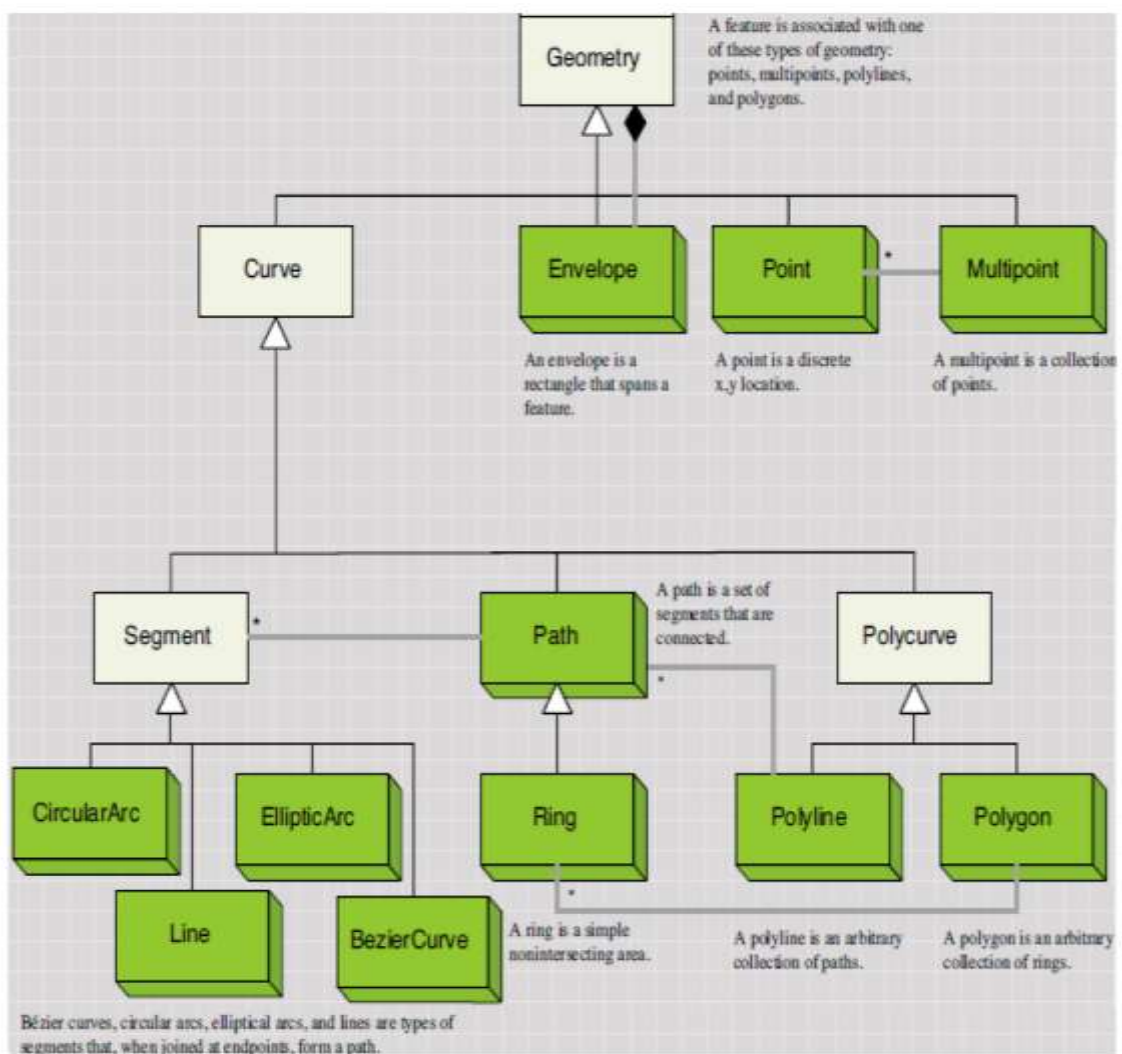
Fuente. Elaboración propia

6.3 Tipos de geometría en features

6.3.1 Modelos de objetos y geometría

El modelo de objetos de la geodatabase de la cuenca en estudio se basa en el principio estipulado en la norma internacional ISO 19115 y hace referencia a que el modelo de objetos se basa en un lenguaje de programación UML el tratamiento de los objetos geométricos para el diseño del SIG, es decir, los feature class de punto línea y polígono que se han observado anteriormente. El esquema de modelo de objetos se basa en el sgte esquema, tenemos:

Figura 36. Modelo de objetos geométricos en ARCGIS



Fuente. Elaboración propia

6.4 Diseño de la base de datos espacial para el SIG

6.4.1 Finalidad del diseño del SIG

La finalidad que se busca con el desarrollo del diseño del SIG para la cuenca en estudio es que se constituya como una herramienta de análisis geoespacial – ambiental de gran envergadura que funcione como plataforma de comunicación integral a nivel interdisciplinario y multidisciplinario, en la que se mantengan información geoespacial actualizada referida a la gestión de la calidad del agua superficial del área de estudio y que se encuentre en condiciones de brindar información útil y válida a los usuarios y actores locales involucrados, permitiendo, de esta manera, la viabilidad y conservación del recurso en términos de sostenibilidad ambiental.

Es decir, el diseño del SIG tiene como parte de funciones el contestar las siguientes preguntas como por ejemplo:

- A. ¿Cuántos pasivos ambientales están presentes en el área de estudio?
- B. ¿Cuántos pasivos ambientales son considerados de riesgo alto, medio y bajo?
- C. ¿Cuántas estaciones de monitoreo ambiental presentan condiciones de parámetros de pH, nitratos, fosfatos y coliformes fecales altos?
- D. ¿Cuántos poblados se verían afectados por la contaminación de la calidad del agua superficial en la cuenca en estudio?
- E. ¿Cuáles son los focos contaminantes preliminares identificados mediante el análisis geoestadístico de los parámetros ambientales considerados?

Al contar con el diseño del SIG y su posterior implementación dentro de la organización permitirá resolver estas preguntas y a cumplir diversas funciones y tareas diarias, así como proyectos a corto, mediano y largo plazo referida a la adecuada gestión de la calidad del agua superficial de la Cuenca Hidrográfica Chancay – Huaral. El correcto desarrollo del SIG para la cuenca en estudio permitirá ejecutar eficientemente las funciones, almacenar y compartir datos entre las unidades administrativas (ALA – ANA – AUTORIDAD LOCAL) e integrar dicho diseño con otras tecnologías a futuro.

6.4.2 Pasos para la realización del diseño

6.4.2.1 Paso 01: Definición de entidades y relaciones

La definición de las entidades para el diseño del SIG se basa en los atributos que conforman a cada feature class determinado por cada feature dataset y su posterior relación entre sí mismas para el análisis de los datos.

Tabla 40. Definición de Features datasets con sus feature class, tipo y relación de atributos

Geodatabase	Feature Datasets	Feature Class	Tipo de Class	Atributos (Campos que lo conforman)
GIS Cuenca Chancay – Huartal.mdb	Cartografía Base	Limite Internacional	Polígono	NOMB_LIMIT FUENTE DATUM ZONA
		Limite Departamental	Polígono	NOMB_DEPA AREA_KM2 FUENTE PROYECCION DATUM ZONA
		Límite Provincial	Polígono	NOMB_PROV NOMB_DEPA AREA_KM2 FUENTE PROYECCION DATUM ZONA
		Limite Distrital	Polígono	NOM_CAP NOMB_DIST NOMB_PROV NOMB_DEPA AREA_KM2 FUENTE PROYECCION DATUM ZONA
		Limite Cuencas Hidrográficas	Polígono	NOMB_UH_N1 NOMB_CUENC AREA_KM2 FUENTE PROYECCION DATUM ZONA
		Limite Cuenca Chancay – Huaral	Polígono	NOMB_UH_N1 AREA_KM2 NOMB_CUENC FUENTE PROYECCION DATUM ZONA
		Limite Subcuencas Chancay – Huaral	Polígono	NOMB_UH_N1 NOMB_CUENC NOMB_SUBCU AREA_KM2 FUENTE PROYECCION DATUM ZONA

				DEPA PROVINCIA
		ALA – Autoridad Local del Agua	Polígono	SEDE_ALA CODE_ALA FUENTE PROYECCION DATUM ZONA NOMB_ALA NOMB_AAA
		Red Vial Departamental	Línea	TRAMOS TIPO_VIA NOMB_DEPA NOMB_PROV LONG_KM FUENTE PROYECCION DATUM ZONA
		Red Vial Nacional	Línea	TIPO_VIA TRAMO NOMB_DEPA NOMB_PROV LONG_KM FUENTE PROYECCION DATUM ZONA
		Red Vial Vecinal	Línea	TRAMOS TIPO_VIA NOMB_DEPA NOMB_PROV ANCHO_VIA LONG_KM FUENTE PROYECCION DATUM ZONA
		Curvas de Nivel	Línea	CUENCA TIPO_CURVA ALTURA FUENTE PROYECCION DATUM ZONA
		Estaciones Hidrometeorológicas	Punto	NOM_ESTA TIP_EST ESTADO ALTITUD NOMB_DEPA NOMB_PROV NOMB_DIST NOMB_CUENC FUENTE PROYECCION DATUM ZONA COORD_ESTE COORD_NORTE

		Hidrología	Línea	AAA TIPO_HIDRO CUENCA NOMB_HIDRO LONG_HIDRO FUENTE PROYECCION DATUM ZONA
		Lagunas Cuenca Chancay – Huaral	Polígono	AAA NOMBRE CUENCA AREA_KM2 FUENTE PROYECCION DATUM ZONA
	Línea Base Física	Geología	Polígono	DESCRIPCIO CODIGO NOMB_CUENC FUENTE PROYECCION DATUM ZONA
		Fallas Geológicas	Linea	NOMB_CUENC LONG FUENTE PROYECCION DATUM ZONA
		Geomorfología	Polígono	CODIGO DESCRIPCIO NOMB_CUENC FUENTE PROYECCION DATUM ZONA
		Zonas de Vida	Polígono	DESCRIPCIO CODIGO NOMB_CUENC PP_MIN PP_MAX TEM_MIN TEM_MAX FUENTE PROYECCION DATUM ZONA
		Cobertura Vegetal	Polígono	NOMB_CUENC COGIGO DESCRIPCIO FUENTE PROYECCION DATUM ZONA
		Climático	Polígono	NOMB_CUENC CODIGO FUENTE PROYECCION DATUM ZONA
		Línea Base Social	Población	Punto

	Económica			NOMB_DEPA HABIT FUENTE PROYECCION DATUM ZONA
		Centros educativos	Punto	NOMB_CUENC NOMB_EDU FUENTE PROYECCION DATUM ZONA
		Puertos pesqueros	Punto	CATEGORIA NOMB_DEPA NOMB_PROV NOMB_CUENC NOMB_PUERT FUENTE PROYECCION DATUM ZONA
		Puestos de Salud	Punto	NOMB_DEPA NOMB_PROV NOMB_DIST NOMB_CUENC NOMB_EESS TIPO_EESS HORARIO FUENTE PROYECCION DATUM ZONA
		Concesiones mineras	Polígono	FEC_DENU CONCESION TIT_CONCES D_ESTADO PROVINCIA DISTRITO DEPA CUENCA FUENTE PROYECCION DATUM ZONA
	Monitoreo Ambiental	Monitoreo Ambiental	Punto	PUNTO DE M ETAPA DE M NOMB_CUENC ZONA_GEOGR CATEGORIA DESCRIPCIO COORD_ESTE COORD_NORTE ALTITUD pH CONDUCTIVI DBO_5 DQO

				SOLIDOS_SU BARIO MAGNESIO SODIO FOSFATOS NITRATOS ALUMNIO_T ARSENICO_T COBRE_TOTAL MERCURIO_T PLOMO_TOTA ZINC_TOTAL POTASIO_K ACEITES_Y COLIFORMES FUENTE PROYECCION DATUM ZONA
		Pasivos ambientales	Punto	CODIGO DEPARTAMEN PROVINCIA DISTRITO SECTOR DESCRIPCIO COORD_ESTE COORD_NORTE FUENTE PROYECCION DATUM ZONA
		Vertimientos	Punto	CODIGO DEPARTAMEN PROVINCIA DISTRITO TIPO_DE_VE EMPRESA SITUACION DESCRIPCIO COORD_ESTE COORD_NORT CUERPO_REC FUENTE PROYECCION DATUM ZONA

Fuente. Elaboración propia

Tabla 41. Definición de Feature class con atributos y descripción tabular

Feature class	Atributos (Campos)	Descripción tabular
Limite Internacional	NOMB_LIMIT	Nombre de los límites internacionales vecinos
	FUENTE	Procedencia de la información
	DATUM	Parámetro WGS84
	ZONA	Zona cartográfica UTM del ámbito de estudio
Limite Departamental	NOMB_DEPA	Nombre del Departamento
	AREA_KM2	Área departamental (km ²)
	FUENTE	Procedencia de la información
	PROYECCION	UTM
	DATUM	Parámetro WGS84
	ZONA	Zona cartográfica UTM del ámbito de estudio
Límite Provincial	NOMB_PROV	Nombre de Provincias
	NOMB_DEPA	Nombre del Departamento
	AREA_KM2	Área provincial (km ²)
	FUENTE	Procedencia de la información
	PROYECCION	UTM
	DATUM	Parámetro WGS84
	ZONA	Zona cartográfica UTM del ámbito de estudio
Límite Distrital	NOM_CAP	Nombre de capital distrital
	NOMB_DIST	Nombre de distritos
	NOMB_PROV	Nombre de provincias
	NOMB_DEPA	Nombre del departamento
	AREA_KM2	Área distrital (km ²)
	FUENTE	Procedencia de la información
	PROYECCION	UTM
	DATUM	Parámetro WGS84
	ZONA	Zona cartográfica UTM del ámbito de estudio
Límite Cuencas Hidrográficas	NOMB_UH_N1	Nombre de la Unidad Hidrográfica
	NOMB_CUENC	Nombre de la Cuenca Hidrográfica
	AREA_KM2	Área de cuencas hidrográficas (km ²)
	FUENTE	Procedencia de la información
	PROYECCION	UTM
	DATUM	Parámetro WGS84
	ZONA	Zona cartográfica UTM del ámbito de estudio
	NOMB_UH_N1	Nombre de la Unidad Hidrográfica

Limite Cuenca Chancay - Huaral	AREA_KM2	Área de la Cuenca Hidrográfica (km ²)
	NOMB_CUENC	Nombre de la Cuenca Hidrográfica
	FUENTE	Procedencia de la información
	PROYECCION	UTM
	DATUM	Parámetro WGS84
	ZONA	Zona cartográfica UTM del ámbito de estudio
Limite Subcuencas Chancay - Huaral	NOMB_UH_N1	Nombre de la Unidad Hidrográfica
	NOMB_CUENC	Nombre de la Cuenca Hidrográfica
	NOMB_SUBCU	Nombre de Subcuencas
	AREA_KM2	Área de subcuencas (km ²)
	FUENTE	Procedencia de la información
	PROYECCION	UTM
	DATUM	Parámetro WGS84
	ZONA	Zona cartográfica UTM del ámbito de estudio
	DEPA	Nombre del departamento
PROVINCIA	Nombre de provincias	
ALA – Autoridad Local del Agua	SEDE_ALA	Sede de la Autoridad Local del Agua
	CODE_ALA	Codificación de la Autoridad Local del Agua
	FUENTE	Procedencia de la información
	PROYECCION	UTM
	DATUM	Parámetro WGS84
	ZONA	Zona cartográfica UTM del ámbito de estudio
	NOMB_ALA	Nombre de la Autoridad Local del Agua (ALA)
NOMB_AAA	Nombre de la Autoridad Administrativa del Agua (AAA)	
Red Departamental Vial	TRAMOS	Puntos de que recorre la red vial departamental
	TIPO_VIA	Clasificación del tipo de vía
	NOMB_DEPA	Nombre del departamento
	NOMB_PROV	Nombre de provincias
	LONG_KM	Longitud de la red vial (Km)
	FUENTE	Procedencia de la información
	PROYECCION	UTM
	DATUM	Parámetro WGS84
ZONA	Zona cartográfica UTM del	

		ámbito de estudio
Red Vial Nacional	TIPO_VIA	Clasificación del tipo de vía
	TRAMO	Puntos que recorre la red vial nacional
	NOMB_DEPA	Nombre del departamento
	NOMB_PROV	Nombre de provincias
	LONG_KM	Longitud de la red vial (km)
	FUENTE	Procedencia de la información
	PROYECCION	UTM
	DATUM	Parámetro WGS84
	ZONA	Zona cartográfica UTM del ámbito de estudio
Red Vial Vecinal	TRAMO	Puntos que recorre la red vial vecinal
	TIPO_VIA	Clasificación del tipo de vía
	NOMB_DEPA	Nombre del departamento
	NOMB_PROV	Nombre de provincias
	ANCHO_VIA	Ancho de la vía (m)
	LONG_KM	Longitud de la vía (km)
	FUENTE	Procedencia de la información
	PROYECCION	UTM
	DATUM	Parámetro WGS84
ZONA	Zona cartográfica UTM del ámbito de estudio	
Curvas de Nivel	CUENCA	Nombre de la Cuenca Hidrográfica
	TIPO_CURVA	Clasificación de curvas de nivel
	ALTURA	Altitud
	FUENTE	Procedencia de la información
	PROYECCION	UTM
	DATUM	Parámetro WGS84
	ZONA	Zona cartográfica UTM del ámbito de estudio
Estaciones Hidrometeorológicas	NOM_ESTA	Nombre de la estación hidrometeorológica
	TIP_EST	Clasificación de la estación hidrometeorológica
	ESTADO	Estado actual
	ALTITUD	Altitud
	NOMB_DEPA	Nombre del departamento
	NOMB_PROV	Nombre de provincias
	NOMB_DIST	Nombre de distritos
	NOMB_CUENC	Nombre de la Cuenca Hidrográfica

	FUENTE	Procedencia de la información
	PROYECCION	UTM
	DATUM	Parámetro WGS84
	ZONA	Zona cartográfica UTM del ámbito de estudio
	COORD_ESTE	Coordenada Este
	COORD_NORTE	Coordenada Norte
Hidrología	AAA	Nombre de la Autoridad Administrativa del Agua
	TIPO_HIDRO	Clasificación de la red hídrica
	CUENCA	Nombre de la Cuenca Hidrográfica
	NOMB_HIDRO	Nombre del río y quebradas tributarias
	LONG_HIDRO	Longitud de la red hídrica (Km)
	FUENTE	Procedencia de la información
	PROYECCION	UTM
	DATUM	Parámetro WGS84
Lagunas	AAA	Nombre de la Autoridad Administrativa del Agua
	NOMBRE	Nombre de lagunas
	CUENCA	Nombre de la cuenca hidrográfica
	AREA_KM2	Área de las lagunas (Km ²)
	FUENTE	Procedencia de la información
	PROYECCION	UTM
	DATUM	Parámetro WGS84
	ZONA	Zona cartográfica UTM del ámbito de estudio
Geología	DESCRIPCIO	Información relevante de la unidad estratigráfica
	CODIGO	Simbología de la unidad estratigráfica
	NOMB_CUENC	Nombre de la cuenca hidrográfica
	FUENTE	Procedencia de la información
	PROYECCION	UTM
	DATUM	Parámetro WGS84
	ZONA	Zona cartográfica UTM del ámbito de estudio
	NOMB_CUENC	Nombre de la cuenca hidrográfica
	LONG	Longitud de la falla geológica

Fallas Geológicas		(km)
	FUENTE	Procedencia de la información
	PROYECCION	UTM
	DATUM	Parámetro WGS84
Geomorfología	ZONA	Zona cartográfica UTM del ámbito de estudio
	CODIGO	Simbología de la unidad geomorfológica
	DESCRIPCIO	Información relevante de la unidad geomorfológica
	NOMB_CUENC	Nombre de la cuenca hidrográfica
	FUENTE	Procedencia de la información
	PROYECCION	UTM
Zonas de Vida	DATUM	Parámetro WGS84
	ZONA	Zona cartográfica UTM del ámbito de estudio
	DESCRIPCIO	Información relevante de la unidad de zonas de vida
	CODIGO	Simbología de la unidad de zonas de vida
	NOMB_CUENC	Nombre de la cuenca hidrográfica
	PP_MIN	Precipitación mínima
	PP_MAX	Precipitación máxima
	TEM_MIN	Temperatura mínima
	TEM_MAX	Temperatura máxima
	FUENTE	Procedencia de la información
Cobertura Vegetal	PROYECCION	UTM
	DATUM	Parámetro WGS84
	ZONA	Zona cartográfica UTM del ámbito de estudio
	NOMB_CUENC	Nombre de la cuenca hidrográfica
	CODIGO	Simbología de la unidad de cobertura vegetal
	DESCRIPCIO	Información relevante de la unidad de cobertura vegetal
Climático	FUENTE	Procedencia de la información
	PROYECCION	UTM
Climático	DATUM	Parámetro WGS84
	ZONA	Zona cartográfica UTM del ámbito de estudio
Climático	NOMB_CUENC	Nombre de la cuenca hidrográfica
	CODIGO	Simbología de la unidad

		climática
	FUENTE	Procedencia de la información
	PROYECCION	UTM
	DATUM	Parámetro WGS84
	ZONA	Zona cartográfica UTM del ámbito de estudio
Población	NOMB_DIST	Nombre de distritos
	NOMB_POB	Nombre del centro poblado y comunidad campesina
	NOMB_DEPA	Nombre del departamento
	HABIT	Cantidad de habitantes
	FUENTE	Procedencia de la información
	PROYECCION	UTM
	DATUM	Parámetro WGS84
Centros educativos	ZONA	Zona cartográfica UTM del ámbito de estudio
	NOMB_CUENC	Nombre de la cuenca hidrográfica
	NOMB_EDU	Nombre del centro educativo
	FUENTE	Procedencia de la información
	PROYECCION	UTM
	DATUM	Parámetro WGS84
Puertos pesqueros	ZONA	Zona cartográfica UTM del ámbito de estudio
	CATEGORIA	Categorización de puertos pesqueros
	NOMB_DEPA	Nombre del departamento
	NOMB_PROV	Nombre de provincias
	NOMB_CUENC	Nombre de la cuenca hidrográfica
	NOMB_PUERT	Nombre de puertos pesqueros
	FUENTE	Procedencia de la información
	PROYECCION	UTM
Puestos de Salud	DATUM	Parámetro WGS84
	ZONA	Zona cartográfica UTM del ámbito de estudio
	NOMB_DEPA	Nombre del departamento
	NOMB_PROV	Nombre de provincias
	NOMB_DIST	Nombre de distritos
	NOMB_CUENC	Nombre de la cuenca hidrográfica
	NOMB_EESS	Nombre del Puesto de Salud
TIPO_EESS	Clasificación del puesto de salud	
	HORARIO	Horario de atención en el puesto de salud

	FUENTE	Procedencia de la información
	PROYECCION	UTM
	DATUM	Parámetro WGS84
	ZONA	Zona cartográfica UTM del ámbito de estudio
Concesiones mineras	FEC_DENU	Fecha de adquisición del denuncia minero
	CONCESION	Nombre de la concesión minera
	TIT_CONCES	Titular de la concesión minera
	D_ESTADO	Estado actual
	PROVINCIA	Nombre de provincias
	DISTRITO	Nombre de distritos
	DEPA	Nombre del departamento
	CUENCA	Nombre de la cuenca hidrográfica
	FUENTE	Procedencia de la información
	PROYECCION	UTM
	DATUM	Parámetro WGS84
	ZONA	Zona cartográfica UTM del ámbito de estudio
Monitoreo Ambiental	PUNTO DE M	Punto del monitoreo ambiental con su codificación
	ETAPA DE M	Etapa del desarrollo del monitoreo ambiental (I, II, III y IV monitoreo participativo ANA).
	NOMB_CUENC	Nombre de la cuenca hidrográfica
	ZONA_GEOGR	Área geográfica de localización del punto de monitoreo ambiental
	CATEGORIA	Categoría según ECA Calidad del agua superficial
	DESCRIPCIO	Descripción de toma del punto de monitoreo ambiental
	COORD_ESTE	Coordenada Este
	COORD_NORTE	Coordenada Norte
	ALTITUD	Altitud
	pH	Medición del pH (Unidad de pH)
	CONDUCTIVI	Conductividad eléctrica (us/cm)
	DBO_5	Demanda bioquímica de oxígeno (mg O ₂ /L)

	DQO	Demanda química de oxígeno
	SOLIDOS_SU	Sólidos totales Suspendidos (mg/L)
	BARIO	Bario (mg/L)
	MAGNESIO	Magnesio (mg/L)
	SODIO	Sodio (mg/L)
	FOSFATOS	Fosfatos (mg/L)
	NITRATOS (N-NO ₃)	Nitratos (mg N/L)
	ALUMINIO_T	Aluminio total (mg/L)
	ARSENICO_T	Arsénico total (mg/L)
	COBRE_TOTAL	Cobre total (mg/L)
	MERCURIO_T	Mercurio total (mg/L)
	PLOMO_TOTA	Plomo total (mg/L)
	ZINC_TOTAL	Zinc total (mg/L)
	POTASIO_K	Potasio (mg/L)
	ACEITES_Y	Aceites y grasas (mg/L)
	COLIFORMES	Coliformes Fecales (NMP/100 mL)
	FUENTE	Procedencia de la información
	PROYECCION	UTM
	DATUM	Parámetro WGS84
	ZONA	Zona cartográfica UTM del ámbito de estudio
Pasivos Ambientales	CODIGO	Codificación del punto del pasivo ambiental
	DEPARTAMEN	Nombre del departamento
	PROVINCIA	Nombre de provincias
	DISTRITO	Nombre de distritos
	SECTOR	Lugar de ubicación del pasivo ambiental
Pasivos Ambientales	DESCRIPCIO	Información relevante del pasivo ambiental
	COORD_ESTE	Coordenada Este
	COORD_NORTE	Coordenada Norte
	FUENTE	Procedencia de la información
	PROYECCION	UTM
	DATUM	Parámetro WGS84
	ZONA	Zona cartográfica UTM del ámbito de estudio
	CODIGO	Codificación del vertimiento
	DEPARTAMEN	Nombre del departamento
	PROVINCIA	Nombre de provincias
	DISTRITO	Nombre de distritos
	TIPO_DE_VE	Tipo de vertimiento
	EMPRESA	Nombre de la empresa

Vertimientos		responsable
	SITUACION	Situación actual del vertimiento
	DESCRIPCIO	Información relevante del vertimiento
	COORD_ESTE	Coordenada Este
	COORD_NORTE	Coordenada Norte
	CUERPO_REC	Cuerpo receptor
	FUENTE	Procedencia de la información
	PROYECCION	UTM
	DATUM	Parámetro WGS84
	ZONA	Zona cartográfica UTM del ámbito de estudio

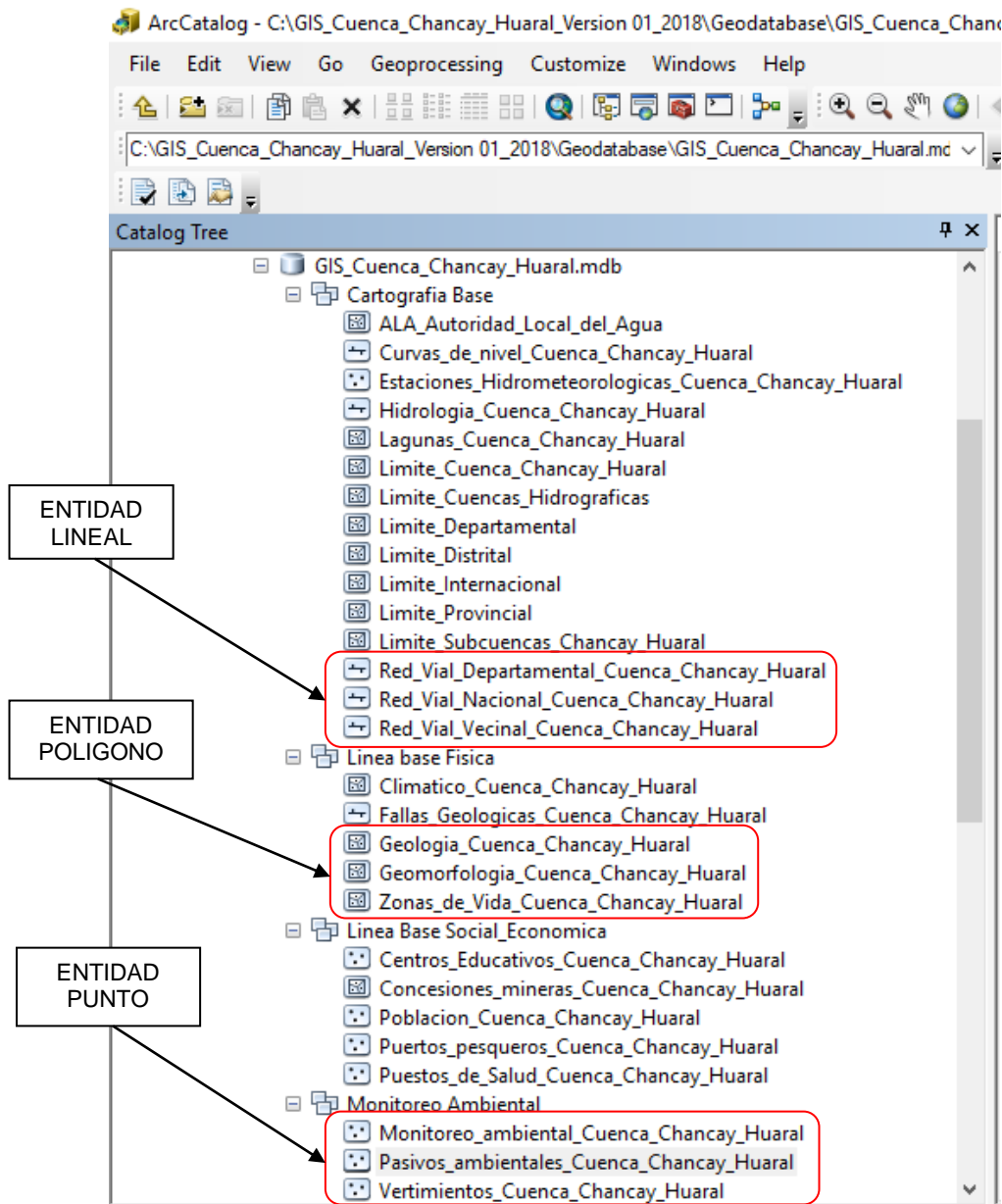
Fuente. Elaboración propia

6.4.2.2 Paso 02: Representación y geometría de entidades

La representación y geometría de las entidades se basan mediante el sgte esquema, tenemos:

- Punto: Ilustra la ubicación de un feature cuya forma es demasiado pequeña para ser definida como un área sobre un mapa de una escala determinada
- Línea: Ilustra la ubicación de un feature cuya forma es demasiado angosta o ancha para ser definida como área sobre un mapa de una escala determinada.
- Área: Ilustra la ubicación y la forma poligonal de un feature sobre un mapa a una escala determinada.
- Ráster: Representa un área que usa celdas rectangulares (ya sea una imagen satelital, ortoimagen, ortofoto, LIDAR, etc.).
- Imagen: Representa una imagen digital que puede ser utilizado para diversos análisis
- Objeto: Identifica un feature para el cual un punto, línea o área no es representado y para el cual no hay representación geométrica o gráfica.

Figura 37. Representación de entidades (FEATURE CLASS) de la Cuenca Hidrográfica Chancay – Huaral



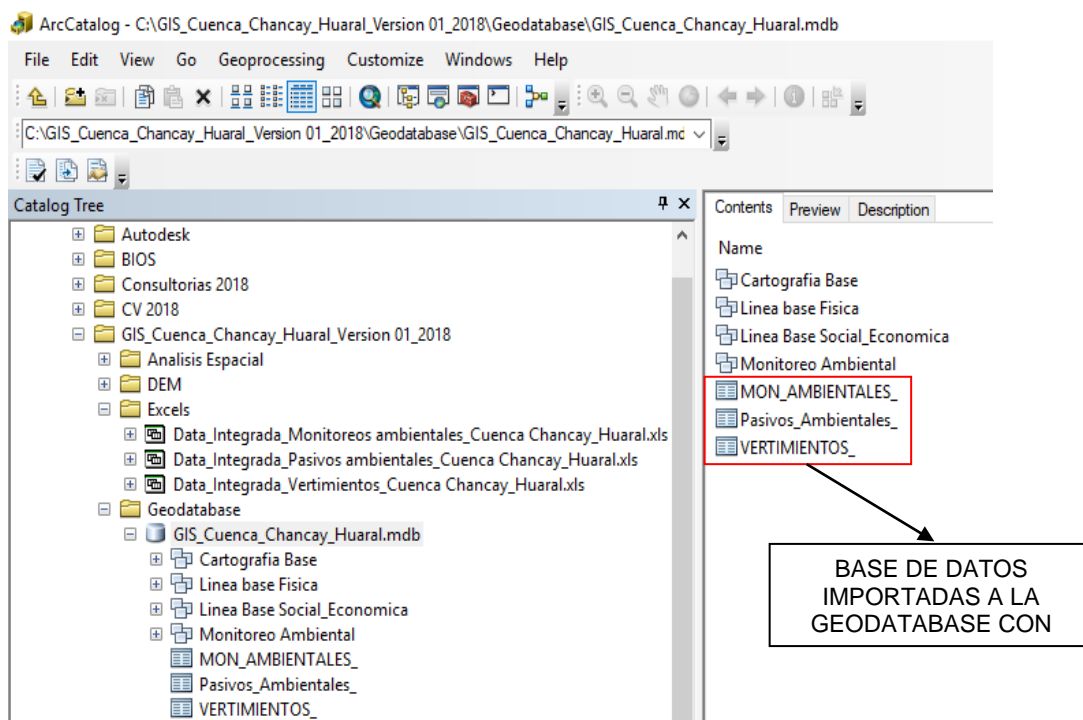
Fuente. Elaboración propia

6.4.2.3 Paso 03: Entidades y relaciones

Este paso es importante porque añade el detalle de la visualización de los datos para el trabajo del usuario. Aquí se utilizó un diagramador UML compatible con la versión ARCGIS 10.5 que permitió la interacción de la base de datos espacial de los monitoreos ambientales, vertimientos y pasivos ambientales y la relación que guardan entre ellos para el posterior análisis

geostadístico de sus parámetros ambientales dentro de la zona de incidencia de la presente investigación.

Figura 38. Tablas importadas a la geodatabase y vinculadas con el diagramador UML



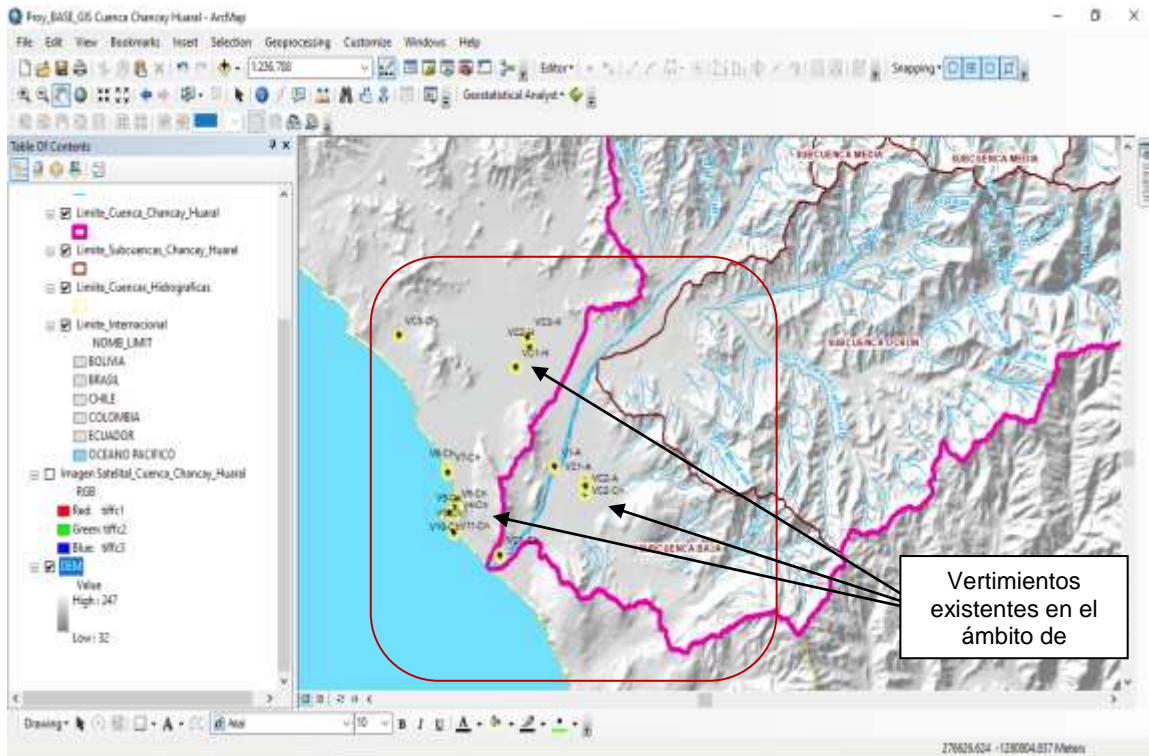
Fuente. Elaboración propia

La geodatabase creada e implementada en el diseño del SIG provee una plataforma para realizar un proceso de relacion explicitamente definiendo las relaciones entre los features y los objetos. La version ARCGIS 10.5 incluye la funcionalidad para dirigir estas relaciones y asegurar la integridad de los features dataset y class creados . Por ende, se debe respetar la cardinalidad de las relaciones entre los objetos (procedimiento conocido como relationship clases).

6.5 Presentación del diseño del SIG Cuenca Chancay – Huaral

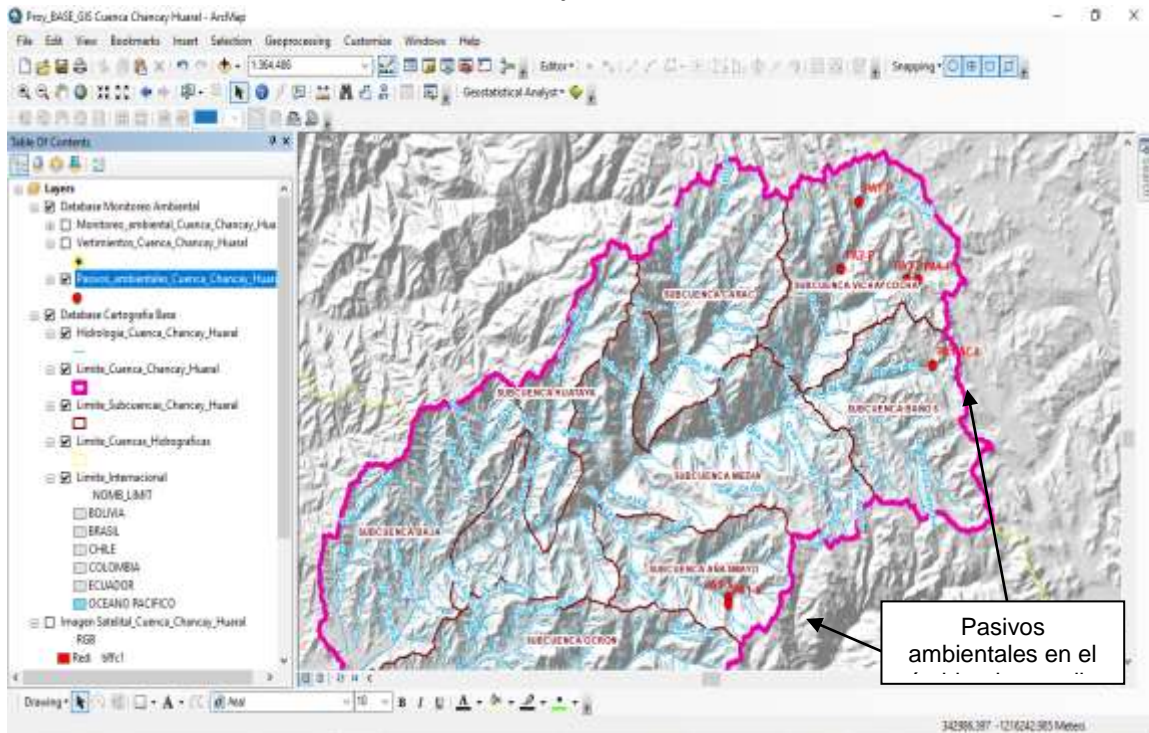
Terminado el diseño de las bases de dato espacial se integra toda la información ya explicada anteriormente obteniendo la geodatabase matrix del ámbito de estudio. De esta manera, se procedió a diseñar ya el SIG relacionado al tema tratado en la presente tesis; para ello se utilizó el componente denominado ARCMAP 10.5. A continuación se muestran figuras que explican el diseño SIG propuesto, tenemos:

Figura 41. Ubicación de vertimientos en la Subcuenca Baja



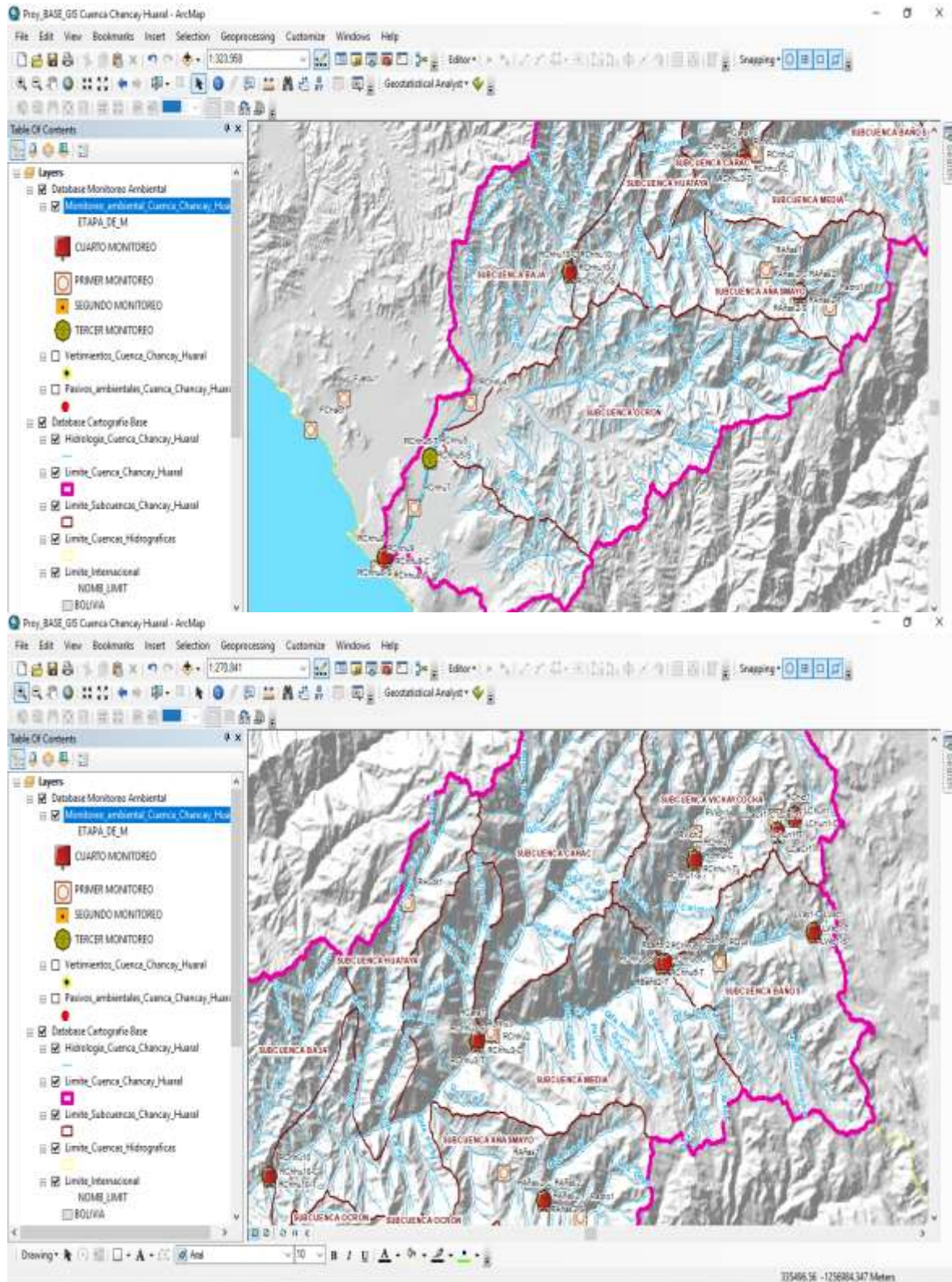
Fuente. Elaboración propia

Figura 42. Ubicación de Pasivos ambientales en las Subcuencas Añasmayo, Baños y Vichaycocha



Fuente. Elaboración propia

Figura 43. Ubicación de puntos de monitoreo ambiental (I, II, III y IV monitoreos participativos – ANA)



Fuente. Elaboración propia

6.6 Análisis geoestadístico de datos espaciales y alfanuméricos con el diseño del SIG

A partir de este punto de la presente investigación, se analizó los datos de los parámetros ambientales físico-químicos, microbiológicos, nutrientes, coliformes fecales, metales pesados y metaloides de la información de los diferentes monitoreos participativos ejecutados por el ANA durante los años 2014 y 2015. Para la representación espacial del comportamiento dimensional de cada parámetro se empleó un método geoestadístico denominado KRIGING que consiste en un modelo estadístico – espacial que incluye la autocorrelación de datos y de esta manera genera una superficie estimada (predicción) a partir de un conjunto de puntos dispersados con valores de parámetros determinados; permitiendo, de esta manera la capacidad de producir una predicción del comportamiento de un parámetro determinado en una área geográfica determinada.

El método geoestadístico Kriging presupone que la distancia o la dirección entre los puntos de muestra reflejan una correlación espacial que puede utilizarse para explicar la variación en la superficie. La herramienta Kriging ajusta una función matemática a un número específico de puntos o a todos los puntos dentro de un radio especificado, para determinar el valor de salida para cada ubicación. Kriging es un proceso que tiene varios pasos, entre los que se incluyen, el análisis estadístico exploratorio de los datos, el modelado de variogramas, la creación de la superficie y (opcionalmente) la exploración de la superficie de varianza. (ESRI 2015).

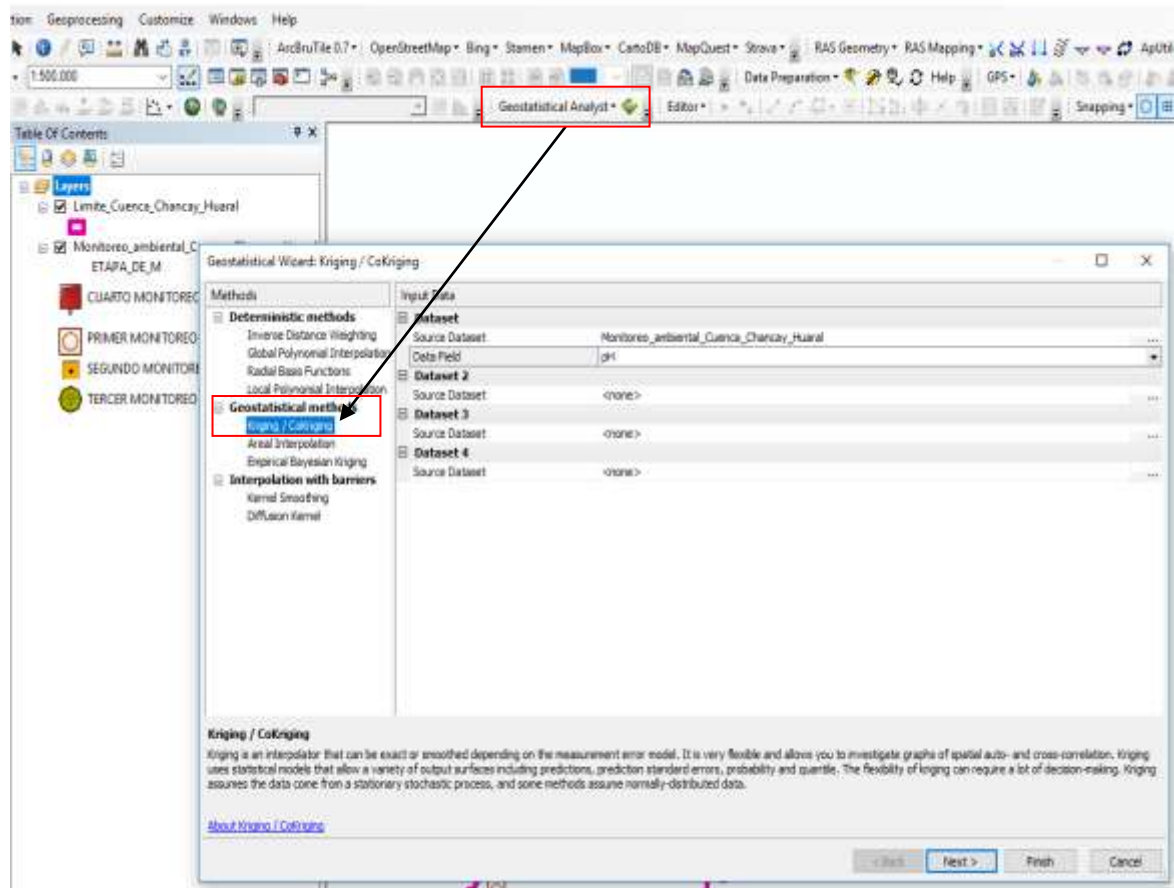
Existen diversos métodos geoestadísticos aplicados a diferentes ramas de la ingeniería, pero en esta ocasión, para la evaluación de los parámetros ambientales asociados a la calidad del agua superficial de la Cuenca Hidrográfica Chancay – Huaral se empleó el método KRIGING por el nivel de predicción que ofrece con respecto al análisis del comportamiento de parámetros ambientales. Los resultados obtenidos refuerzan la estructura del diseño del SIG propuesto en la presente tesis.

Con el empleo del SIG a través de la plataforma ARCGIS DESKTOP 10.5 el procedimiento para ejecutar el análisis geoestadístico es a través de la herramienta operacional GEOSTATISTICAL ANALYST.

Esta herramienta denominada GEOSTATISTICAL ANALYST lo encontramos en el componente ARCMAP 10.5. La secuencia del proceso de esta herramienta geoestadística se detalla a continuación, tenemos:

- Una vez seleccionado Geostatistical Analyst, se selecciona la opción KRIGING/COKRIGING como método geoestadístico para su aplicación en el parámetro ambiental a evaluar.

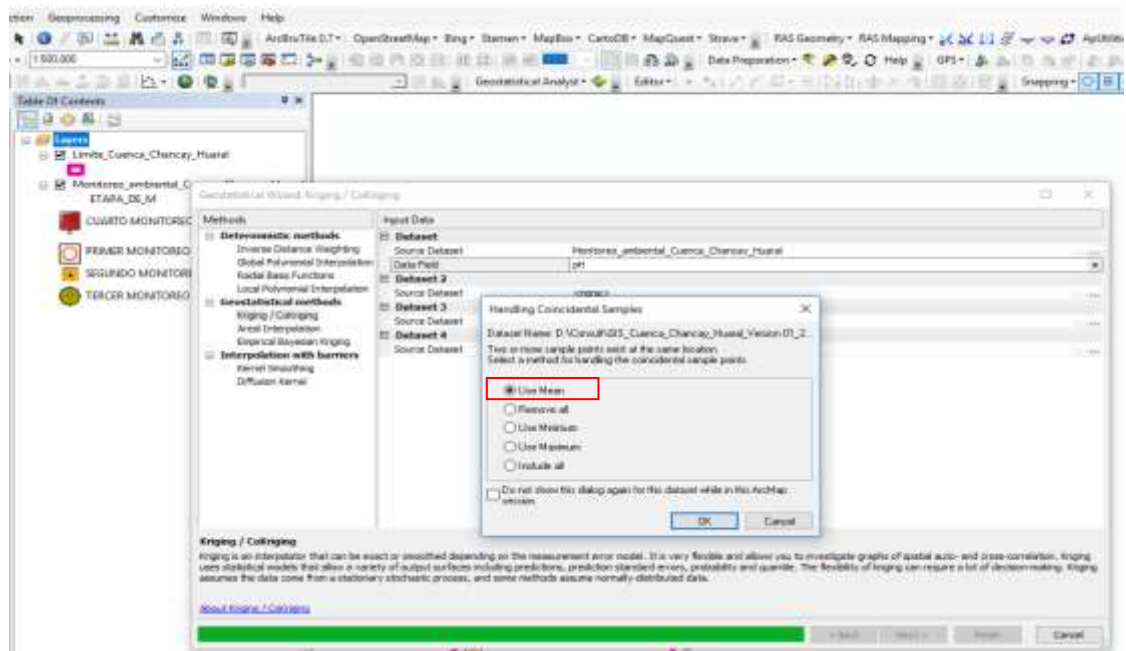
Figura 44. Selección del método geoestadístico KRIGING



Fuente. Elaboración propia

- Se selecciona la su propiedad denominada USE MEAN que significa un rango promedio en función a la cantidad total de datos que se tiene del parámetro a evaluar para la elaboración del modelo predictivo.

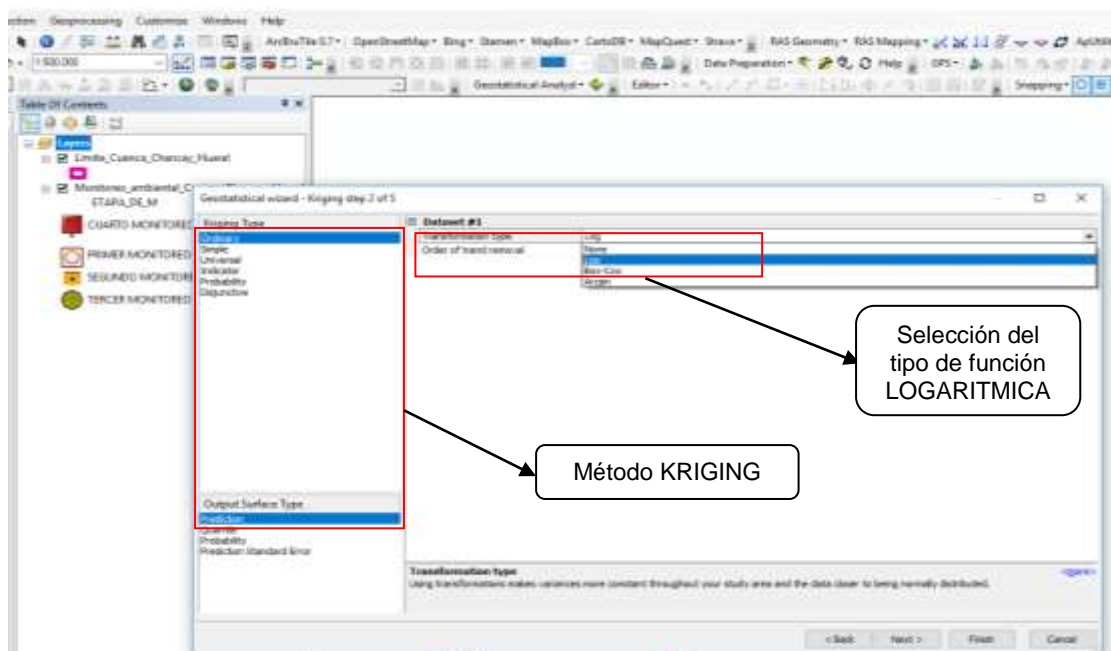
Figura 45. Selección de la subpropiedad Use mean para el análisis geoestadístico



Fuente. Elaboración propia

- Para la evaluación espacial de parámetros ambientales se acondiciona a una función logarítmica de segundo orden por el comportamiento de dispersión que presenta el parámetro a través de la opción KRIGING ORDINARIO tipo predictivo.

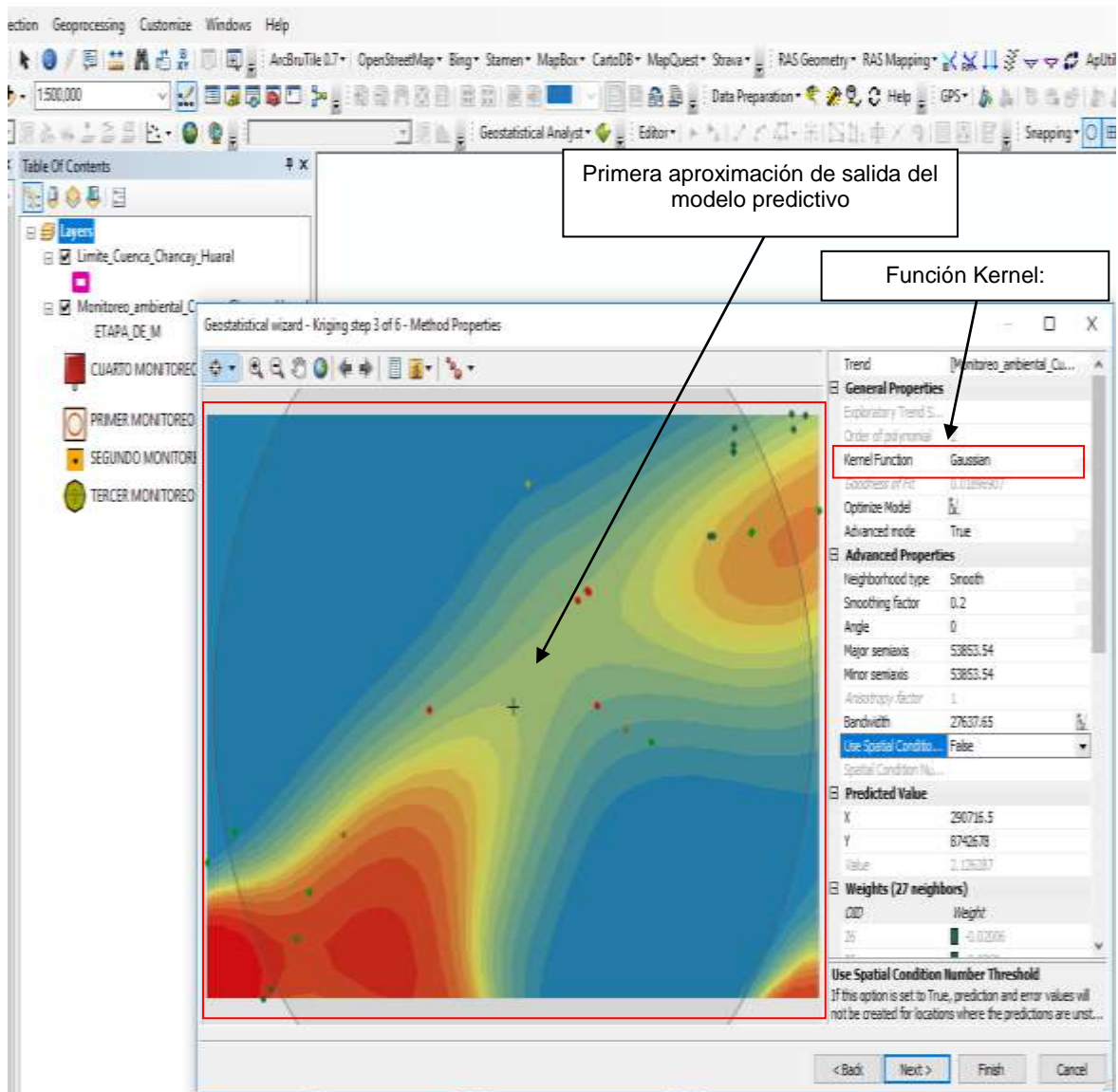
Figura 46. Selección de la función logarítmica de segundo orden en el método geoestadístico



Fuente. Elaboración propia

- Se realiza las primeras configuraciones del modelo predictivo, en este caso se selecciona la función kernel Gaussiano

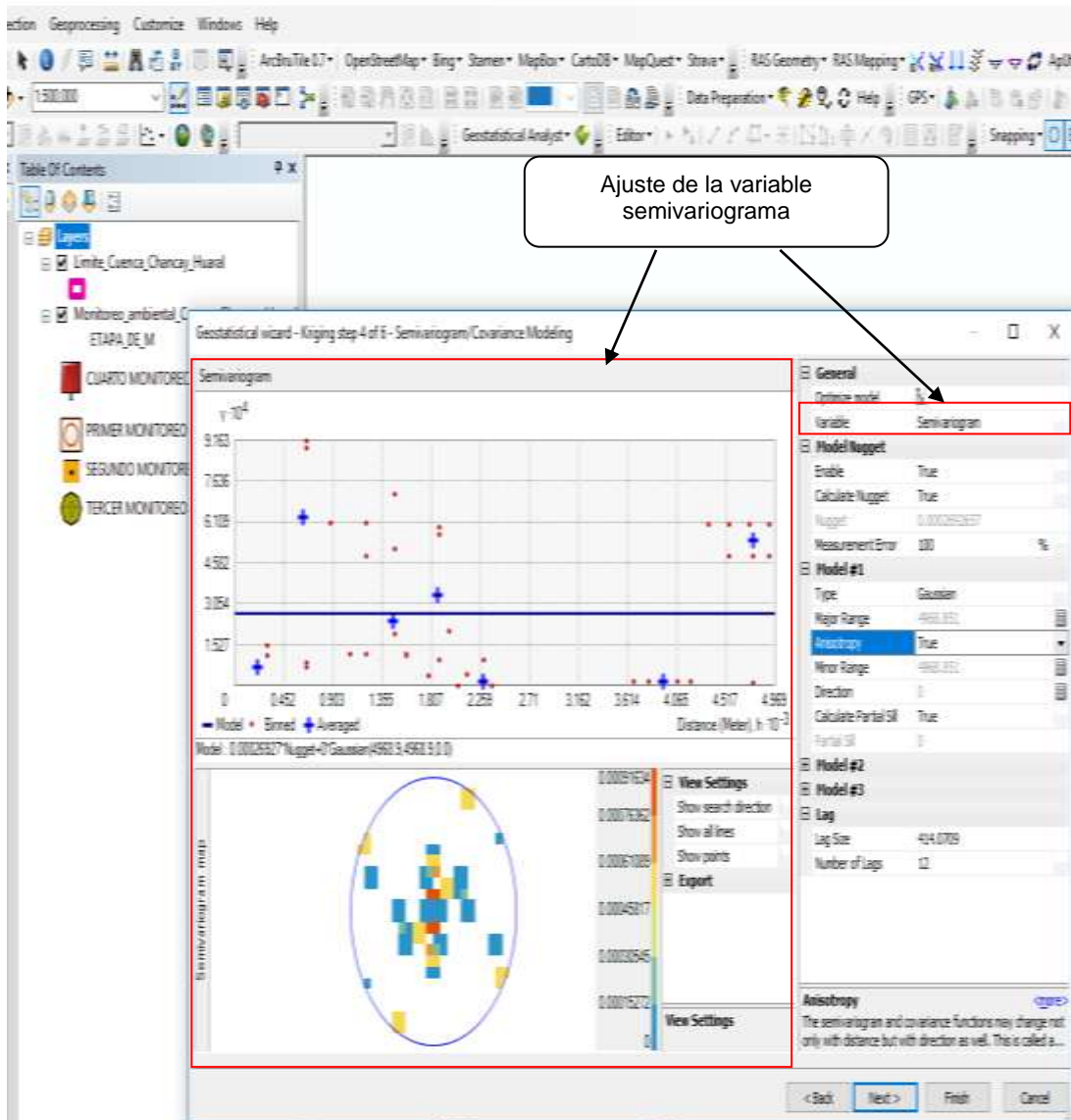
Figura 47. Selección de la función Kernel Gaussiano



Fuente. Elaboración propia

- Se ajusta la variable semivariograma para la salida del modelo predictivo

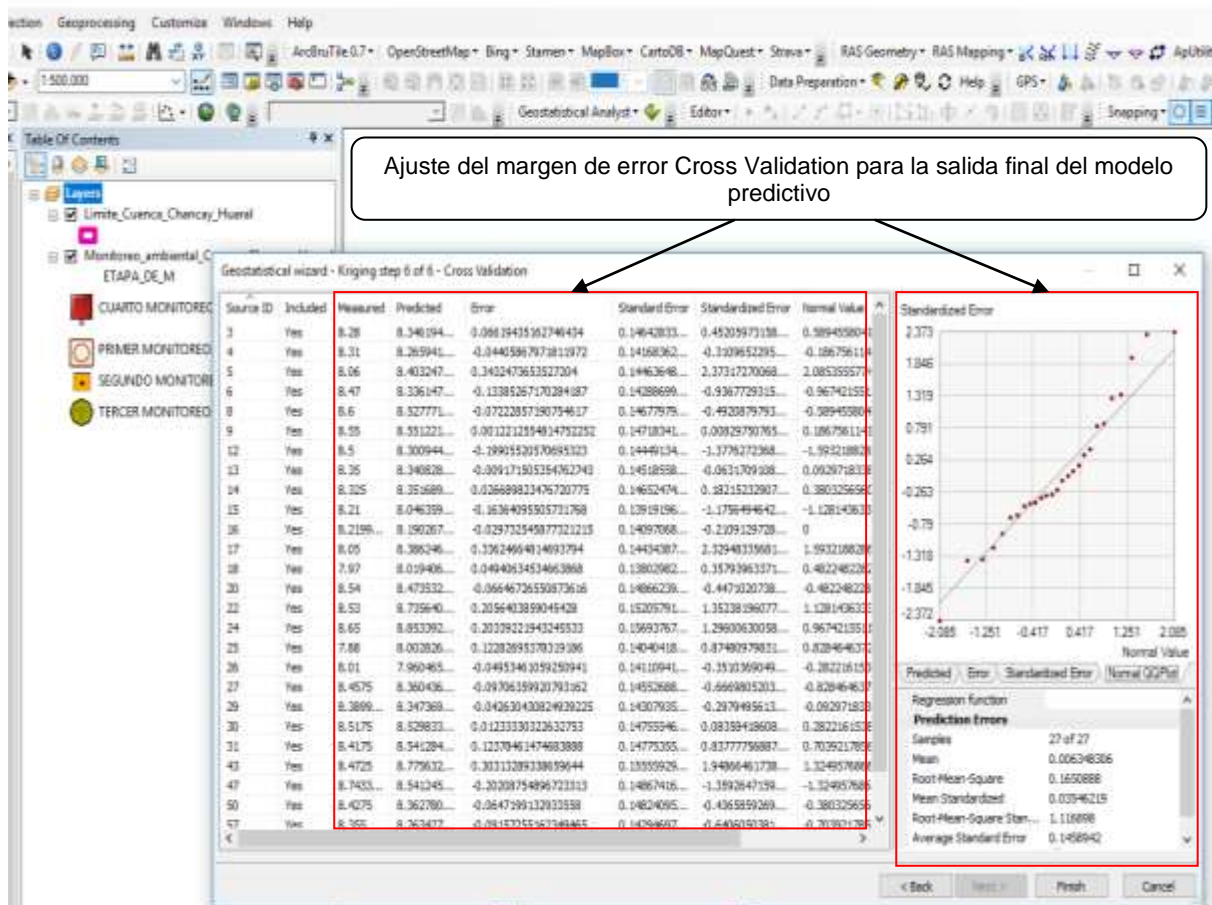
Figura 48. Ajuste de la variable semivariograma para el modelo predictivo



Fuente. Elaboración propia

- Finalmente se ajusta la Cross Validación (Ajuste del Margen de error del modelo predictivo) para la salida final modelo predictivo.

Figura 49. Ajuste del margen de error Cross Validation para la salida final del modelo



Fuente. Elaboración propia

En este punto del análisis se observa que el margen de error promedio es de 0.0063 cuyo valor es menor a 1, es decir, el resultado del modelo predictivo será válido y aceptable. De esta manera es que se obtiene el modelo predictivo según sea el parámetro ambiental considerado a evaluar.

En base a estos procesos realizados es que se aplica el procedimiento para todos los parámetros ambientales a considerar en la presente tesis para la obtención de los modelos predictivos correspondientes.

A continuación, se presenta los modelos predictivos obtenidos de los parámetros ambientales considerados en la presente investigación a través del diseño SIG del ámbito de estudio, tenemos:

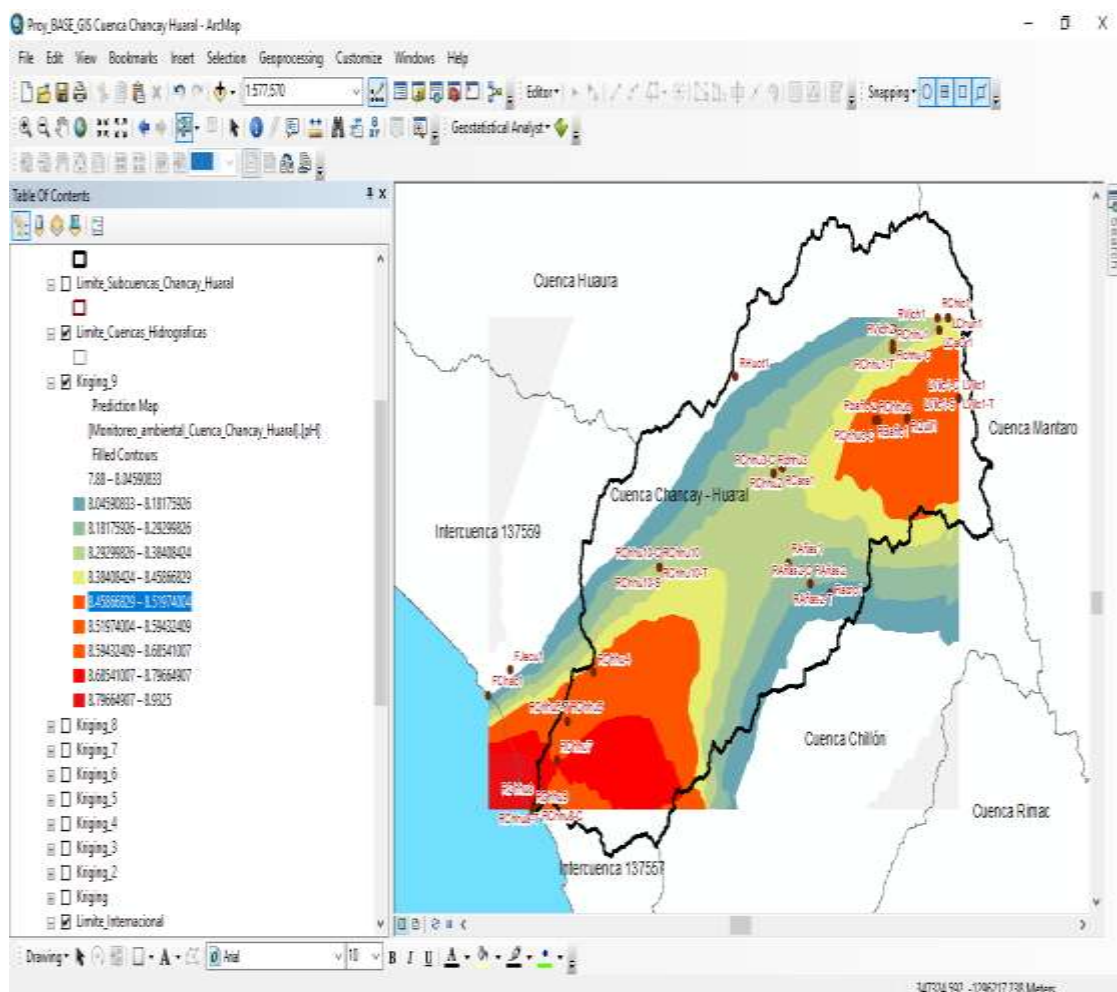
6.6.1 Análisis geoestadístico de parámetros físico – químicos

Los parámetros físicos – químicos considerados para el análisis geoestadístico fueron las sgtes, tenemos:

A. pH

El modelo predictivo obtenido a través del procesamiento con el diseño del SIG fue el sgte:

Figura 50. Resultado obtenido del pH a través del análisis geoestadístico

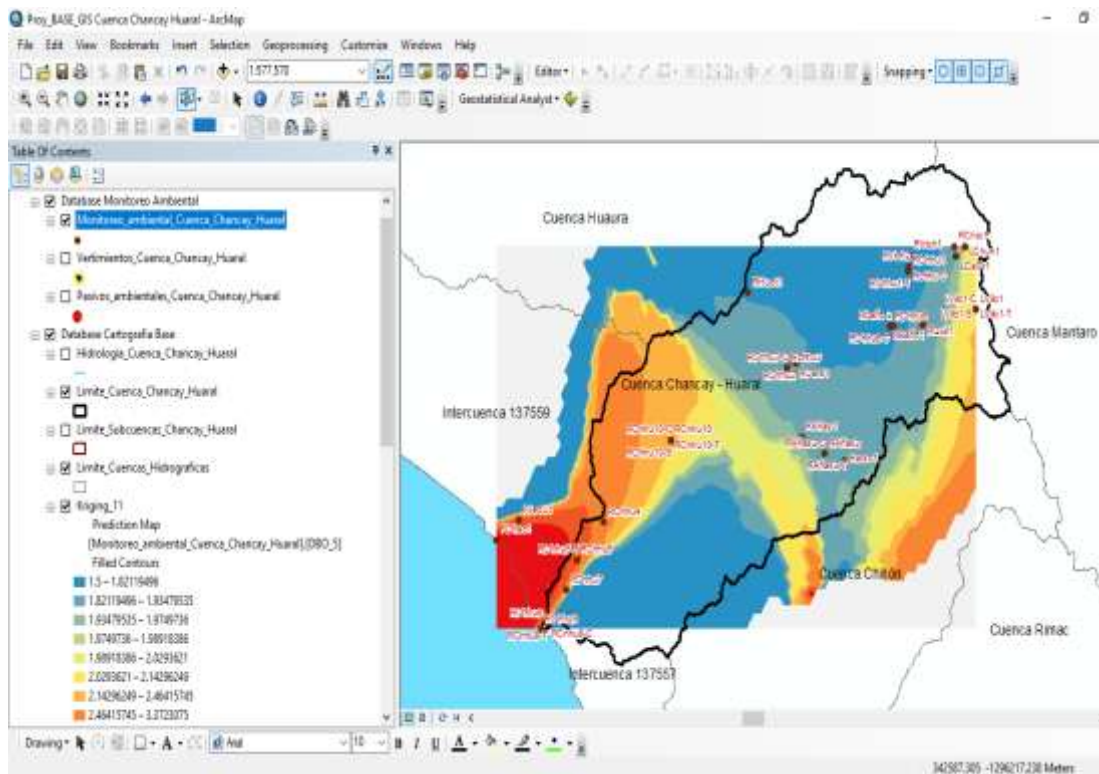


Fuente. Elaboración propia

B. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)

El resultado obtenido fue el sgte, tenemos:

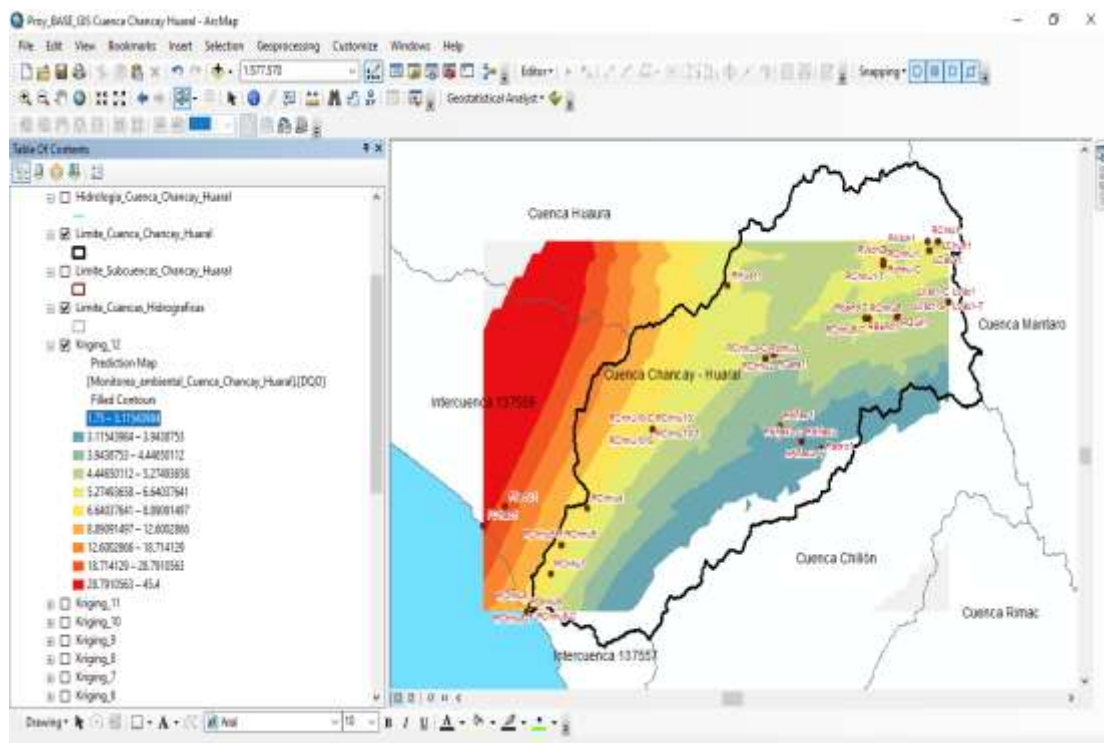
Figura 51. Resultado obtenido del DBO₅ a través del análisis geostatístico



Fuente. Elaboración propia

C. Demanda Química de Oxígeno (DQO)

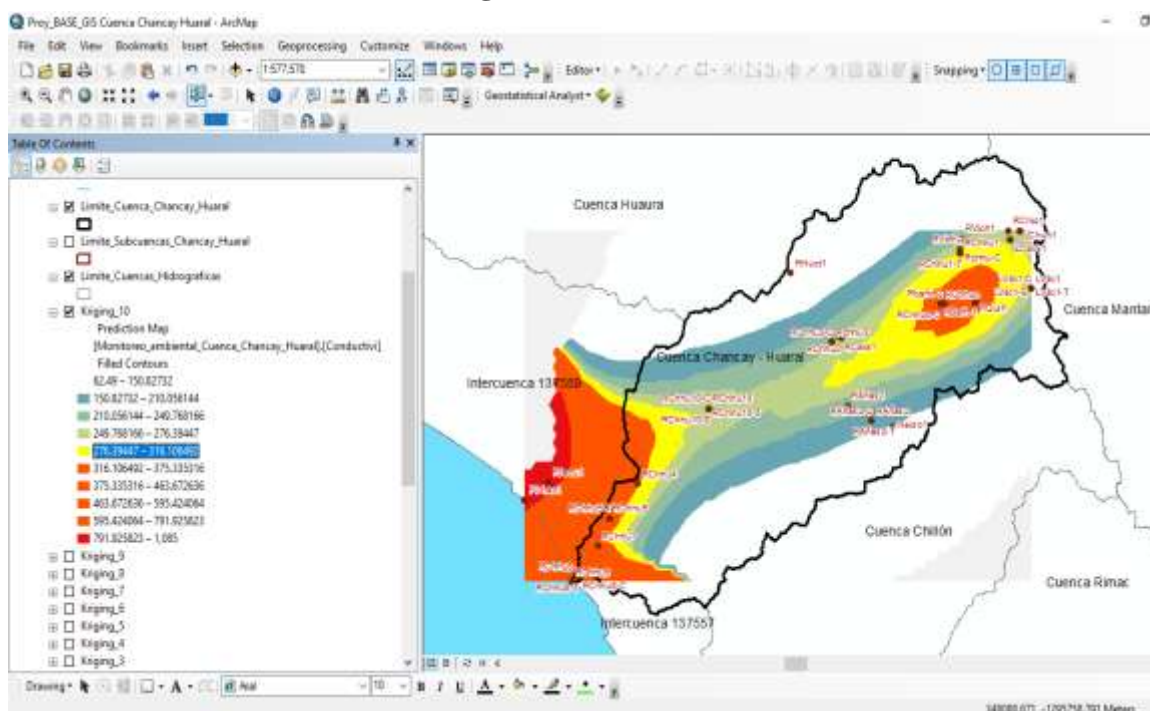
Figura 52. Resultado obtenido del DQO a través del análisis geostatístico



Fuente. Elaboración propia

D. Conductividad Eléctrica

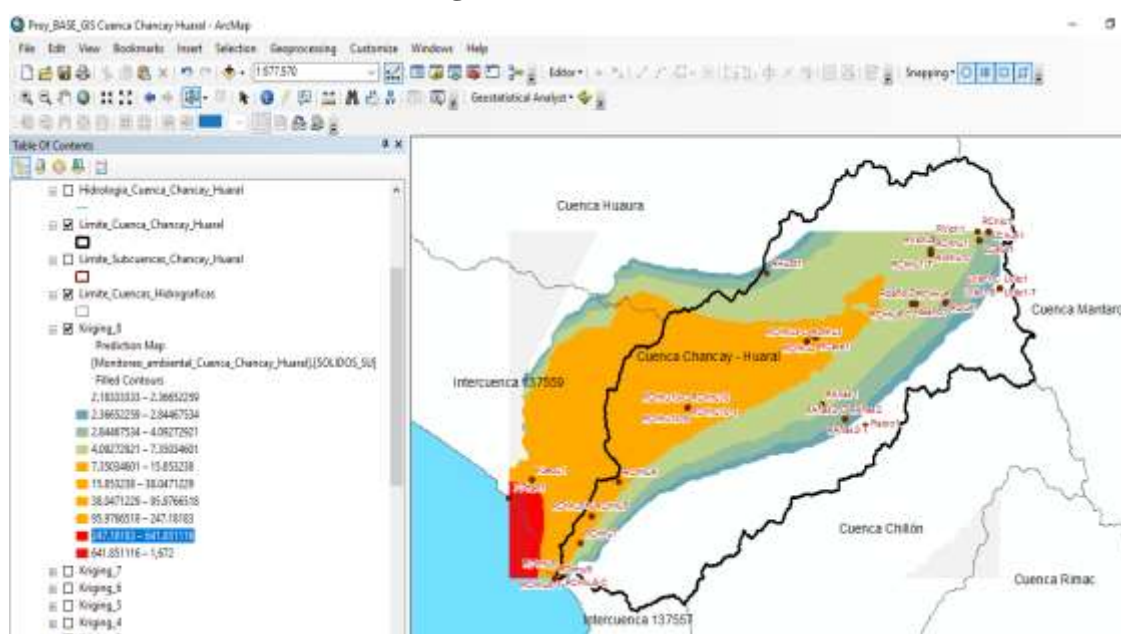
Figura 53. Resultado obtenido de la Conductividad Eléctrica a través del análisis geoestadístico



Fuente. Elaboración propia

E. Sólidos Suspendedos totales

Figura 54. Resultado obtenido de Sólidos Suspendedos totales a través del análisis geoestadístico

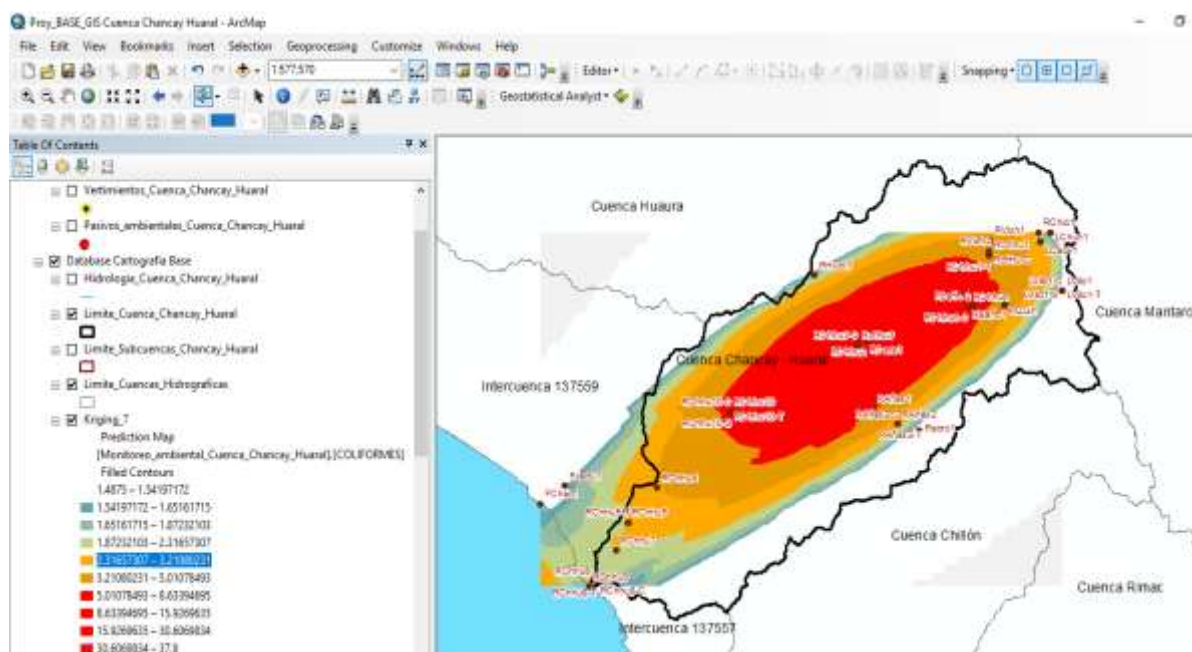


Fuente. Elaboración propia

6.6.2 Análisis geoestadístico de parámetros microbiológicos

El parámetro relevante son los coliformes fecales. A continuación de muestra el resultado geoestadístico, tenemos:

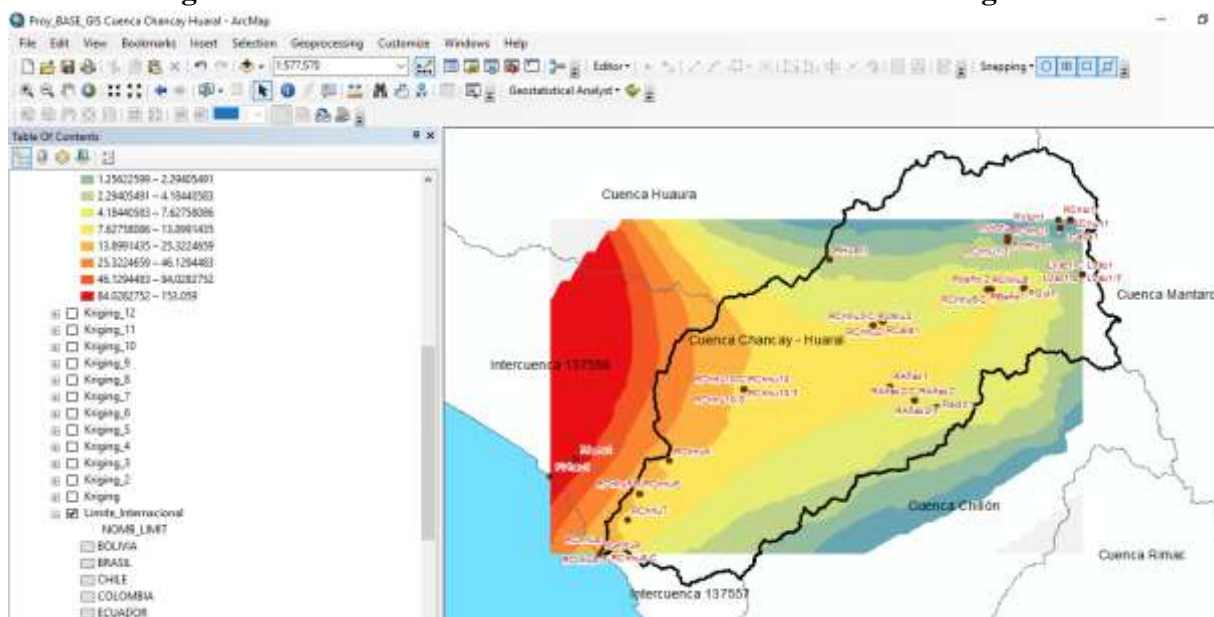
Figura 55. Resultado obtenido de Coliformes Fecales a través del análisis geoestadístico



Fuente. Elaboración propia

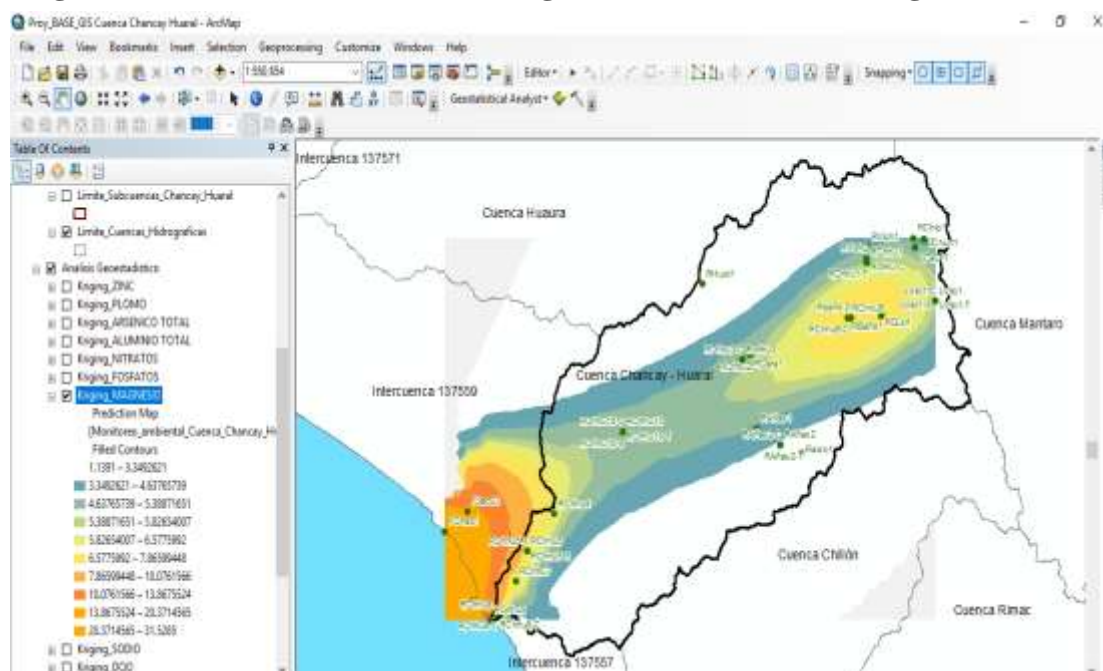
6.6.3 Análisis geoestadístico de parámetros inorgánicos

Figura 56. Resultado obtenido del Sodio a través del análisis geoestadístico



Fuente. Elaboración propia

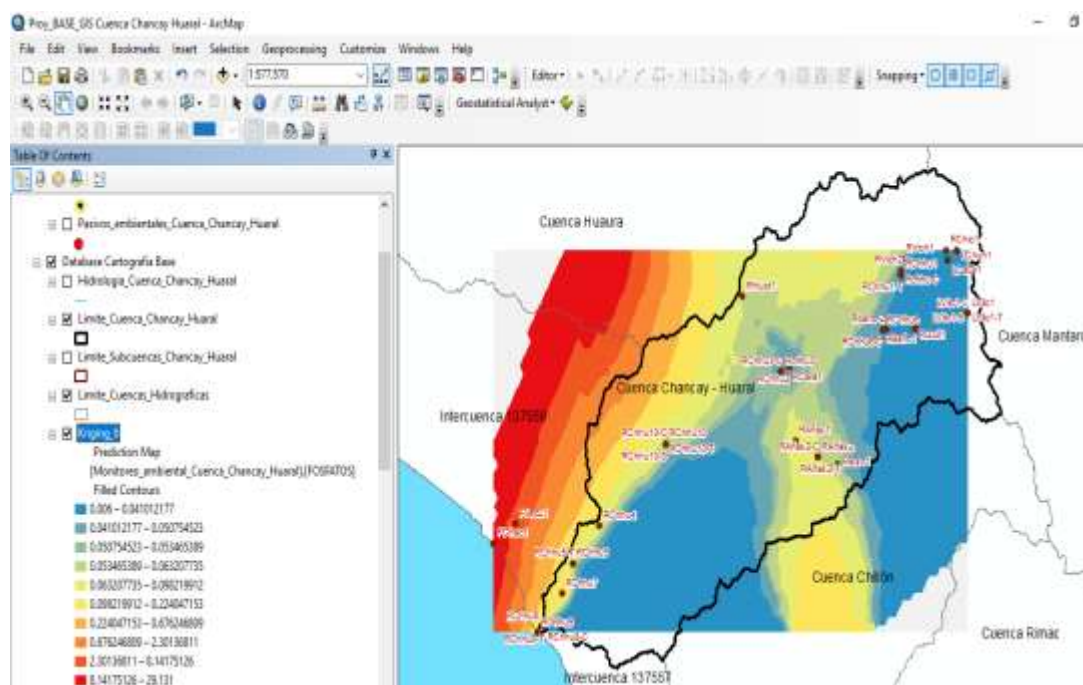
Figura 57. Resultado obtenido del Magnesio a través del análisis geoestadístico



Fuente. Elaboración propia

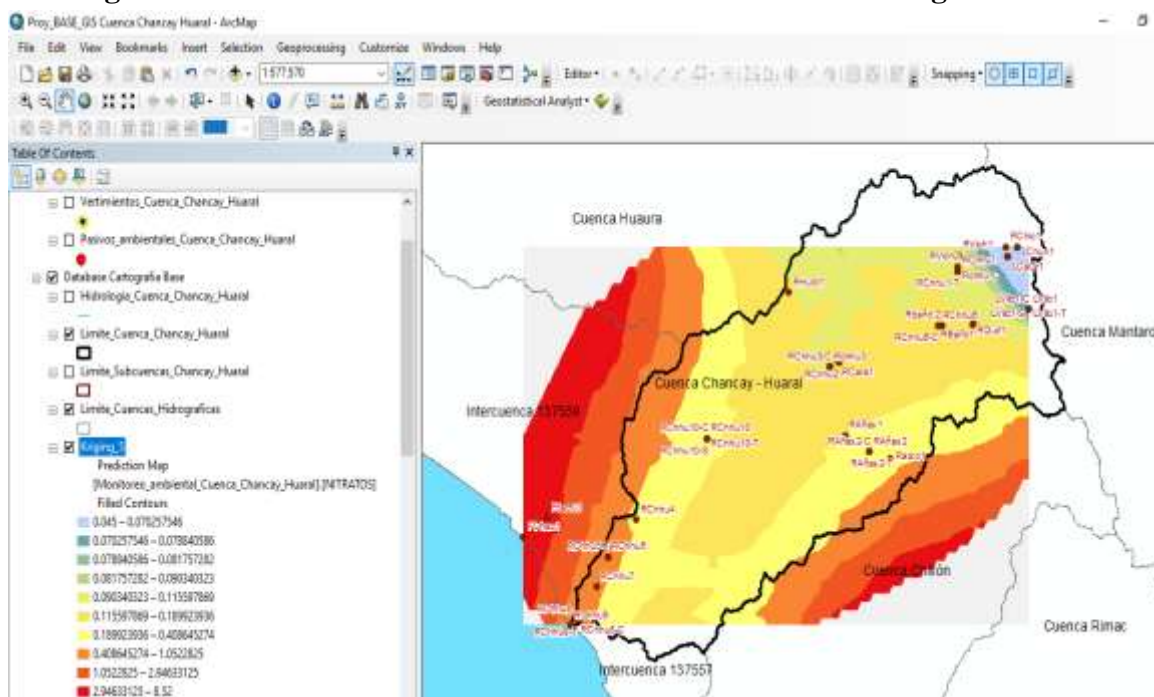
6.6.4 Análisis geoestadístico de nutrientes

Figura 58. Resultado obtenido de Fosfatos a través del análisis geoestadístico



Fuente. Elaboración propia

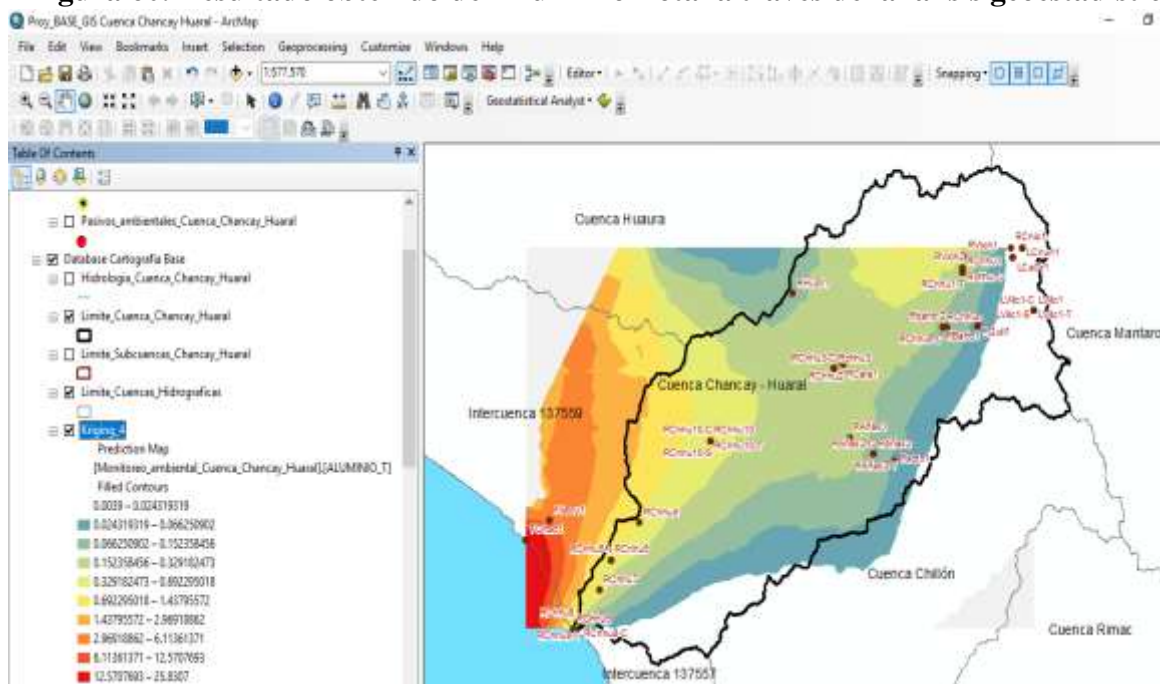
Figura 59. Resultado obtenido de Nitratos a través del análisis geoestadístico



Fuente. Elaboración propia

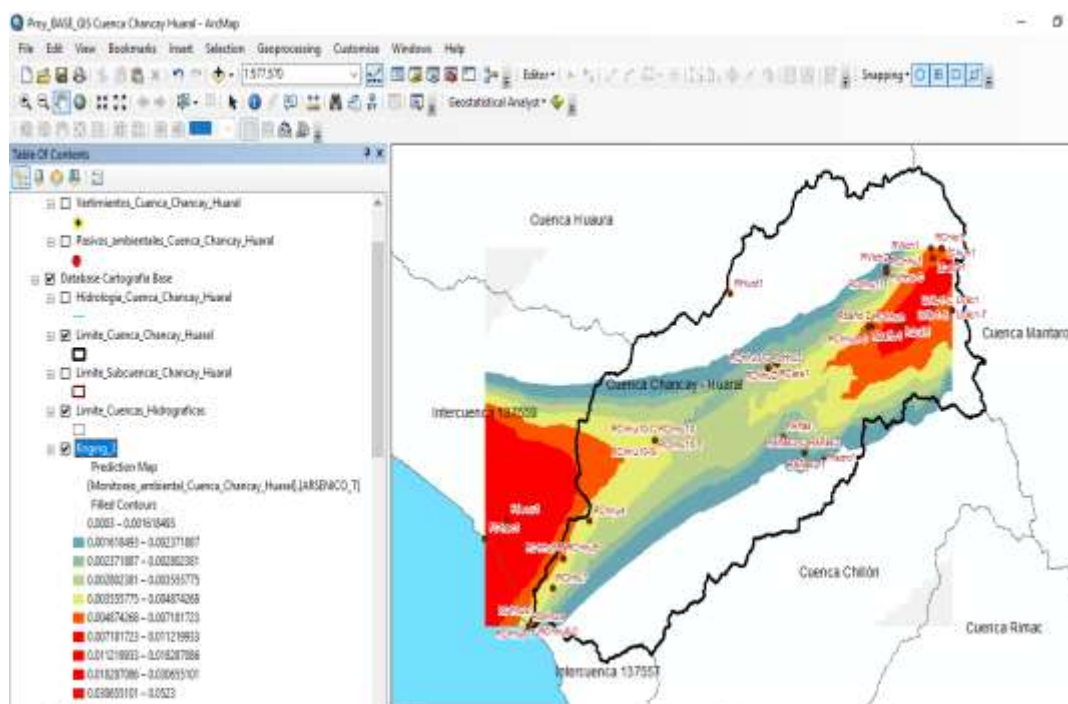
6.6.5 Análisis geoestadístico de metales y metaloides

Figura 60. Resultado obtenido del Aluminio Total a través del análisis geoestadístico



Fuente. Elaboración propia

Figura 61. Resultado obtenido del Arsénico Total a través del análisis geoestadístico



Fuente. Elaboración propia

Figura 62. Resultado obtenido del Plomo a través del análisis geoestadístico

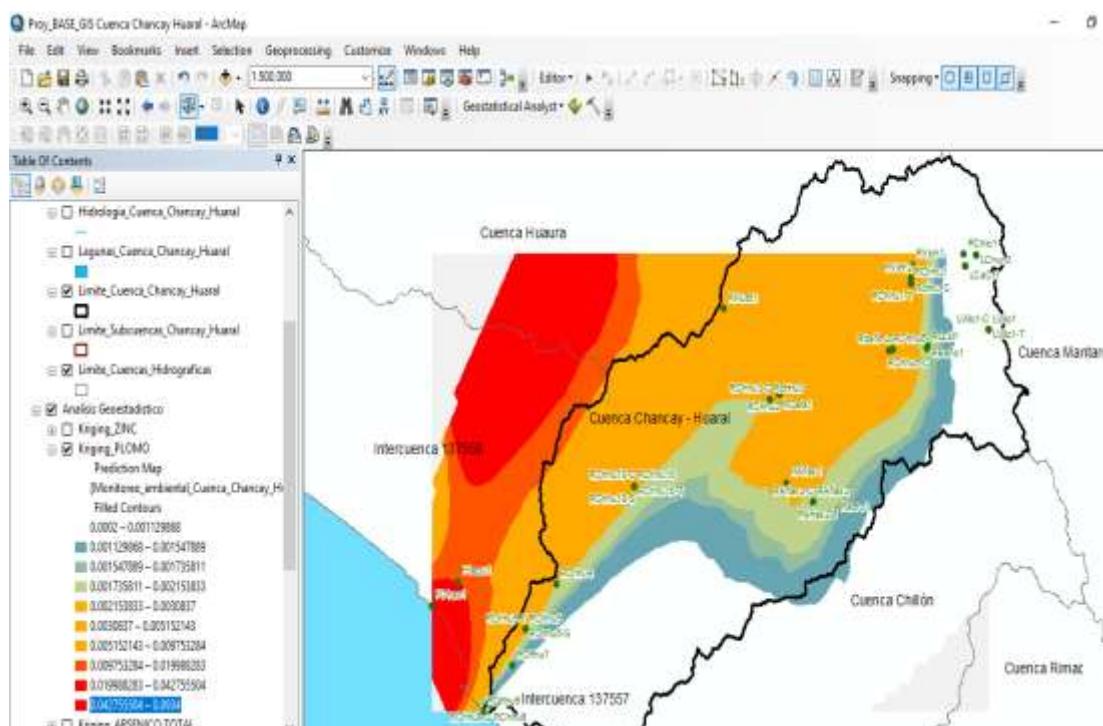
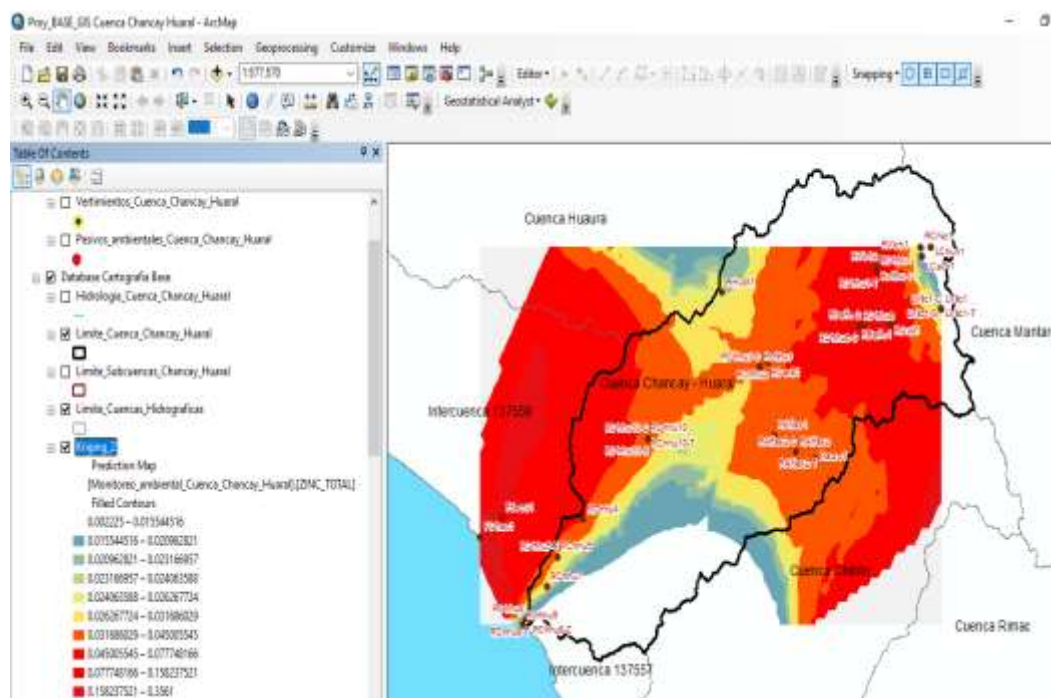


Figura 63. Resultado obtenido del Zinc a través de análisis geoestadístico



Fuente. Elaboración propia

6.6.6 Análisis geoestadístico integrado de calidad de agua superficial del área de estudio

En base a los modelos predictivos obtenidos de cada uno de los parámetros ambientales citados anteriormente, se integró la información de tal manera que se obtuvo un análisis geoestadístico integrado del ámbito de estudio.

En este punto se ha empleado la técnica SIG denominada “Método de Suma Ponderada” o más conocida como WEIGHTED SUM, que ofrece la posibilidad de ponderar y combinar varios datos (en este caso los modelos predictivos de los parámetros elaborados anteriormente) cuya suma total es igual a 1 que representa al 100% de validez de los datos para obtener, de esta manera, un análisis integrado de predicción de un evento o caso de interés en un área geográfica determinada

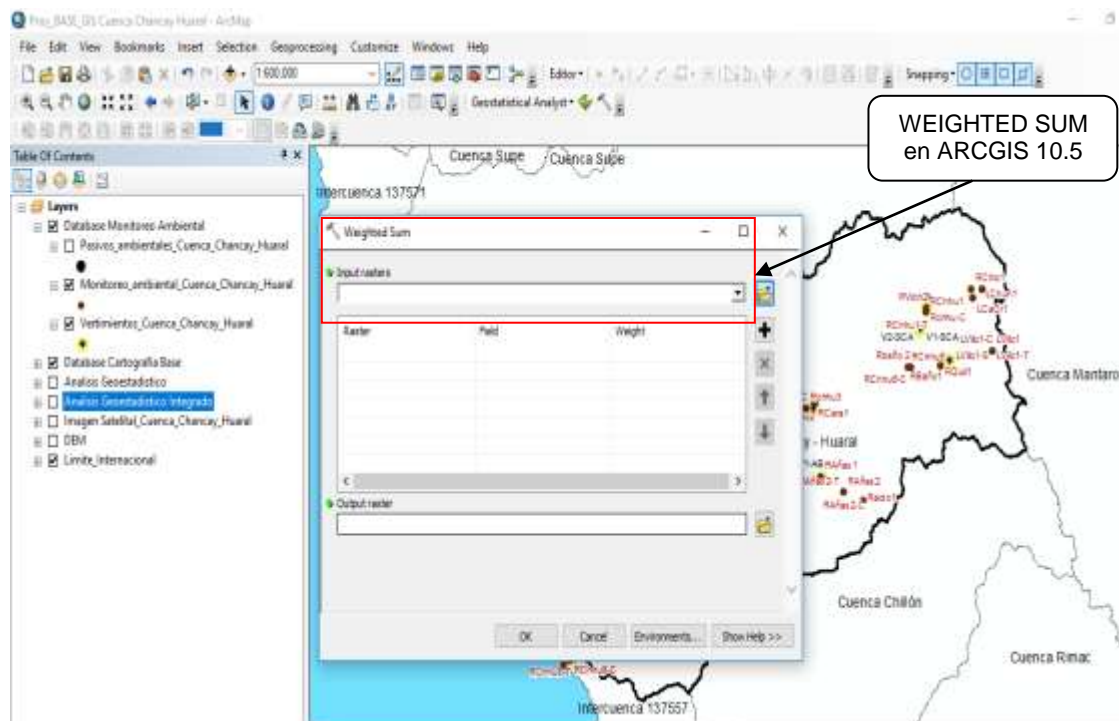
Los modelos predictivos de los parámetros ambientales tratados en el presente trabajo de investigación se han ponderado de la siguiente manera, tenemos:

Tabla 42. Ponderación de modelos predictivos de parámetros ambientales para la suma ponderada en el ámbito de estudio

Modelo predictivo elaborado	Ponderación
Kriging pH	0.20
Kriging Conductividad Eléctrica	0.10
Kriging DBO ₅	0.12
Kriging DQO	0.12
Kriging Solidos Suspendidos Totales	0.04
Kriging Solidos Coliformes Fecales	0.20
Kriging Fosfatos	0.08
Kriging Nitratos	0.08
Kriging Sodio	0.01
Kriging Magnesio	0.01
Kriging Aluminio Total	0.01
Kriging Arsénico Total	0.01
Kriging Plomo	0.01
Kriging Zinc	0.01
TOTAL PONDERACIÓN	1.00

Fuente. Elaboración propia

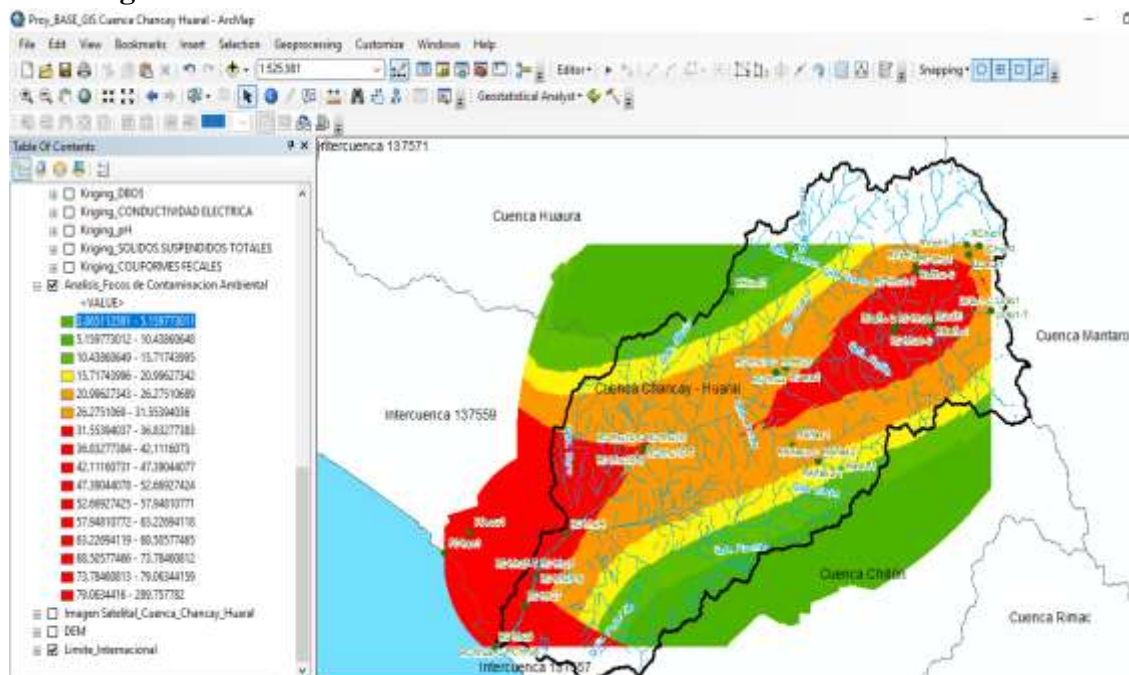
Figura 64. Herramienta WEIGHTED SUM de ARCGIS 10.5 para la obtención del análisis geoestadístico integrado



Fuente. Elaboración propia

Este análisis geoestadístico integrado ha permitido la identificación de los focos de contaminación ambiental relacionados a la calidad del agua superficial de la cuenca en estudio que se explicará en el capítulo de organización, presentación y análisis de resultados.

Figura 65. Focos de contaminación ambiental del ámbito de estudio



Fuente. Elaboración propia

6.7 Mejoras técnicas para el mantenimiento del SIG a futuro

En los ítems desarrollados anteriormente, así como los resultados preliminares obtenidos del comportamiento de los parámetros ambientales en el área de estudio a través del análisis geoestadístico permiten evidenciar la eficacia y eficiencia del diseño del SIG aplicado a la gestión de la calidad del agua superficial en la cuenca en estudio.

Se tiene los focos de contaminación identificados y a través de esta información se puede establecer acciones preventivas en términos de mitigación ambiental. Se observa que el SIG permite la toma de decisiones de la manera mas oportuna para el tema tratado.

Por otra parte, para el mantenimiento a futuro del presente diseño SIG se requiere seguir las sgtes acciones con los actores involucrados. Estas acciones se mencionan a continuación, tenemos:

- Coordinar con otras entidades del estado involucrados en el tema para el suministro de más información geoespacial actualizada del ámbito de estudio.
- El SIG debe ser administrado por la autoridad competente y ello involucra implementar un área responsable de la coordinación del SIG el cual deberá contar con un equipo multidisciplinario, software y hardware para el mantenimiento de las funcionalidades del SIG.
- Definir nuevas metas y objetivos para solución de las necesidades de los usuarios y entidades involucradas en el tema.
- Contar con un servidor apropiado, así como licencias originales de la plataforma ARCGIS DESKTOP y ARCGIS SERVER ENTERPRISE para que se puede publicar un servidor de mapas web que permita la visualización, consulta de información mas no la modificación y edición de los datos espaciales. Este punto es importante para que los usuarios y clientes que deseen proponer y desarrollar proyectos de inversión a futura en el ámbito de estudio conozcan de las condiciones ambientales de la calidad del agua superficial del área in situ.
- El tema de la adquisición de licencias originales del software involucra contar con presupuesto que debe ser consultado y coordinado por la autoridad competente.
- Se deberán definir nuevos requerimientos y necesidades para el mantenimiento del SIG a futuro.
- Ampliar la red de monitoreo ambiental en el área de estudio para la obtención de nuevos datos de parámetros ambientales que complementen a la información que ya se tiene disponible en el diseño del SIG elaborado y de esta manera poder elaborar nuevas predicciones que permitan un mejor análisis de la evaluación ambiental para la toma de decisiones en términos de sostenibilidad ambiental en el área de estudio.
- Se considera oportuna emplear imágenes satelitales como parte de insumo de información geoespacial para el mantenimiento del SIG a futuro, tema propuesto en el presente trabajo de investigación. El requerimiento de imágenes satelitales podría darse a través de un convenio interinstitucional con la Agencia Espacial del Perú – CONIDA quien administra el satélite peruano PERU SAT en el país. Las imágenes de satélite hoy en día permiten evaluar mucho aspectos y problemas ambientales de diversa índole y para el caso de la cuenca en estudio seria de gran importancia para la evaluación de las condiciones ambientales de la calidad del agua superficial.

CAPITULO VII

7. ORGANIZACION, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

7.1 Resultados

A través del análisis realizado con el diseño del SIG propuesto, se ha identificado y obtenido los siguientes resultados que se detallan a continuación.

- Se ha identificado 13 vertimientos de situación no autorizado por el nivel de contaminación que genera y su incidencia directa en la calidad del agua superficial de la cuenca en estudio, cuyo tipo de vertimiento obedece al tipo aguas residuales domésticas, municipales y de actividad turística. Estos vertimientos no autorizados se están situando dentro de las jurisdicciones de los distritos de Chancay, Pacaraos, Atavillos Alto, Atavillos Bajo, Acos y Santa Cruz de Andamarca.
- A nivel de subcuencas, estos vertimientos no autorizados se sitúan en la subcuenca Vichaycocha, Baños, Añasmayo y en la subcuenca media del ámbito de estudio.
- Se ha identificado 05 vertimientos no autorizados del tipo industrial provenientes de la planta de producción de harina y pescado de las empresas Austral Group S.A., CFG Investment S.A.C., Pesquera Caral S.A. y Pesquera Centinela S.A.C. También se tiene 05 vertimientos municipales no autorizados que provienen del distrito de Chancay hacia el cuerpo receptor mar de chancay conllevándose, de esta manera, a la contaminación de a la calidad del agua superficial.
- Dentro de la Subcuenca Vichaycocha, se tiene identificado 04 pasivos ambientales (PA1-P, PA2P, PA3P y PA4P) que en base a informaciones recopiladas se afirma que antes existía una planta chancadora de minerales por parte de la empresa minera Santander y restos de carbón de piedra que en época de avenidas arrastra los sólidos al Rio Vichaycocha.
- En la Subcuenca Añasmayo, se tiene identificado un pasivo ambiental de codificación PA1-S situada en la quebrada Agoracra que alimenta al Rio Añasmayo.

- En base a la normativa vigente de los ECAs para agua, se tiene los sptes resultados obtenidos en base a los modelos predictivos elaborados mediante el análisis geoestadístico, tenemos:
- El modelo predictivo KRIGING pH nos indica que se presenta una mayor concentración del pH por encima del límite máximo permisible (6.5 – 8.5 – Categoría 3 y 4) en las subcuencas Ocrón, Baños, Carac y subcuenca media del ámbito de estudio, afectando la calidad del agua superficial de los ríos Baños, Chancay principalmente. Mediante el análisis geoespacial del pH, se registra 99 poblados inmersos en esta clasificación de nivel alto de concentración de pH
- El modelo predictivo KRIGING Conductividad eléctrica nos indica que la mayor concentración de este parámetro se esta dando en la subcuenca baja del ámbito de estudio, así como en ciertas proporciones en las subcuencas Baños, Vichaycocha y parte media de la Cuenca Hidrográfica Chancay – Huaral afectando la calidad del agua superficial de los ríos Baños, Chancay y quebradas tributarias. El análisis geoespacial nos indica que se registra 108 poblados inmersos en la clasificación de nivel de concentración alto de la conductividad eléctrica.
- El modelo predictivo KRIGING DBO₅ (Demanda Bioquímica de Oxígeno) nos indica que las mayores concentraciones de DBO₅ que sobrepasa el estándar normado (< 5 – Categoría 4) se están dando en la subcuenca baja del ámbito de estudio, así como en la intercuenca 137559, área geográfica donde también se ubican vertimientos industriales no autorizados. El análisis geoespacial nos indica que se registra un total de 26 poblados inmersos en la clasificación de nivel de concentración alto de DBO₅.
- El modelo predictivo KRIGING DQO (Demanda Química de Oxígeno) nos indica que las mayores concentraciones de DQO que sobrepasa el estándar normado (40 – Categoría 3) se están dando en las inmediaciones de la intercuenca 137559, colindante con la cuenca en estudio. En esta zona de alta concentración de DQO se encuentra un vertimiento de aguas residuales domesticas no autorizado de codificación VC3-Ch.
- El modelo predictivo KRIGING SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES nos indica que las mayores concentraciones de este parámetro que sobrepasa los LMP (≤ 25 – Categoría 4) se están dando en la subcuencas baja, media y parte de las subcuencas Huataya y Carac y cercanos también a los vertimientos no

autorizados V1-A y V8-Ch. El análisis geoespacial nos indica que se registra un total de 101 poblados inmersos en la clasificación de nivel alto de concentración de sólidos suspendidos totales.

- El modelo predictivo KRIGING COLIFORMES FECALES nos indica que las mayores concentraciones de este parámetro que sobrepasa el LMP establecido se está dando en la subcuenca media y parte de las subcuencas Ocron, Carac, Vichaycocha y Baños; afectando directamente a la calidad del agua superficial del río Chancay. El análisis geoespacial nos indica que se registra un total de 144 poblados inmersos en este nivel de concentración alto de coliformes fecales.
- El modelo predictivo KRIGING FOSFATOS (PO_4) nos indica que la mayor concentración que sobrepasa el LMP permitido (1 mg/L – Categoría 3 y 0.4 mg/L – Categoría 4), se está dando en la Intercuenca 137559 colindante al área de estudio y cercana a 04 vertimientos no autorizados de aguas residuales en canales (VC3-Ch, VC1-H, VC2-H, VC3-H) que no presentan tratamiento previo alguno. Este aspecto también se debe a la acumulación de residuos sólidos domésticos por parte de la población de Huaral, entre otros aspectos.
- El modelo predictivo KRIGING NITRATOS nos indica que la mayor concentración que sobrepasa el LMP (5 mg/L – Categoría 4) se da en una parte de la subcuenca baja y en la intercuenca 137559 abarcando el área donde se sitúan 10 vertimientos de aguas residuales municipales en canales no autorizados (V6-Ch, V7-Ch, V9-Ch, V10-Ch, V11-Ch, VC3-Ch, VC1-H, VC2-H, VC3-H, VC1-ch), afectando al mar y río Chancay propiamente dicho.
- El modelo predictivo KRIGING SODIO nos indica que la mayor concentración que sobrepasa el LMP (200 mg/L – Categoría 3) se está dando específicamente en la Intercuenca 137559 y no directamente en la cuenca en estudio pero que podría tener una repercusión directa en el tiempo si sigue en aumento vertimientos no autorizados, así como los residuos sólidos por parte de los pobladores de la zona de estudio.
- El modelo predictivo KRIGING MAGNESIO nos indica que no excede el LMP según ECA Agua (150 mg/L – Categoría 3) y no tiene mayor incidencia ambiental.
- El modelo predictivo KRIGING ALUMINIO TOTAL nos indica que en función al LMP establecido (5 mg/L – Categoría 3), la mayor concentración se presenta en la Intercuenca 137559 y no dentro de la jurisdicción de la cuenca en estudio, pero se

debe considerar que, si aumenta con el tiempo la presencia de vertimientos no autorizados, puede darse concentración de este parámetro en la cuenca en estudio.

- El modelo predictivo KRIGING ARSÉNICO TOTAL no indica que según el LMP establecido en el ECA Agua para este parámetro (0.05 mg/L – Categoría 3 y 0.01 mg/L – Categoría 4), la mayor concentración se da en la subcuenca baja del ámbito de estudio, así como en la subcuenca media, subcuenca Vichaycocha y parte de la Intercuenca 137559. El análisis geoespacial también nos indica que se encuentran inmersos un total de 32 poblados en esta categoría alta de concentración de arsénico total. La calidad del agua superficial afectada corresponde a los ríos Chancay, Baños, Ragrampi y quebradas tributarias.
- El modelo predictivo KRIGING PLOMO TOTAL nos indica que en función al LMP establecido según ECA Agua para este parámetro (0.05 mg/L – Categoría 3 y 0.001 mg/L – Categoría 4), la mayor incidencia de concentración alta de plomo se da en la subcuenca baja, subcuencas Huataya, Carac, parte de la subcuenca media, Vichaycocha y la Intercuenca 137559. Es uno de los parámetros ambientales que tiene gran incidencia en el ámbito de estudio debido a las diferentes actividades que se desarrollan hay, así como la presencia de vertimientos y pasivos ambientales afectando a la calidad del agua superficial del río Chancay. Se registra un total de 206 poblados inmersos en estas concentraciones altas de plomo total.
- El modelo predictivo KRIGING ZINC TOTAL nos indica que según el LMP establecido en el ECA Agua (0.03 mg/L – Categoría 4), los niveles máximos de concentración de zinc total se observan en la subcuenca baja, media, subcuenca Añasmayo, Carac, Vichaycocha e Intercuenca 137559 colindante al ámbito de estudio. Por otra parte, el análisis geoespacial nos indica que se registra un total de 191 poblados inmersos dentro del nivel de concentraciones altas de este parámetro.
- El análisis geoestadístico integrado ha permitido la determinación de los principales focos de contaminación ambiental relacionado a la calidad del agua superficial en el ámbito de estudio. A continuación, se presenta la Tabla 42 en donde se explica el resultado final obtenido.

Tabla 43. Determinación de los focos de contaminación ambiental relacionados a la calidad del agua superficial en la Cuenca Hidrográfica Chancay - Huaral

COLOR	CODIGO	CATEGORIA	DESCRIPCION
	FOC - MA	Muy Alto	Zona de foco de contaminación muy alto que comprende parte de la Subcuenca Baja. Se presenta rangos considerables altos de parámetros ambientales asociados a la calidad del agua superficial de la cuenca de estudio. En ella se sitúan vertimientos industriales y municipales no autorizados ni reciben ningún tipo de tratamiento de saneamiento ambiental adecuado.
	FOC - A	Alto	Zona de foco de contaminación alto que abarca gran parte de las subcuencas que conforman a la Cuenca Hidrográfica Chancay – Huaral (Subcuenca Media, Huataya, Añasmayo, Carac, Baños y Vichaycocha. Los parámetros ambientales en esta clasificación presentan rangos moderadamente altos afectando al río Chancay como a las quebradas tributarias.
	FOC - M	Medio	Zona de foco de contaminación medio en donde los rangos de los parámetros ambientales son intermedias o leves no sobrepasando el LMP establecido. Su área de incidencia abarca parte pequeñas de las subcuencas Ocron, Media, Añasmayo, Huataya y Carac
	FOC - B	Bajo	Zona de foco de contaminación bajo en donde no se presenta ningún tipo de contaminación referente a la calidad de agua superficial del ámbito de estudio. Cabe precisar que en estas zonas no se han realizado monitoreos previos.

Fuente. Elaboración propia

7.2 Discusión de resultados

- Para evaluar la calidad del agua superficial de la Cuenca Hidrográfica Chancay – Huaral se tomo en cuenta elaborar modelos predictivos a través de un método geoestadístico que se acondicione a cada uno de los parámetros ambientales considerados en base a la información proporcionada por los diferentes monitoreos participativos realizados por el ANA durante los años 2014 y 2015 en la cuenca en estudio.
- El método geoestadístico seleccionado fue el KRIGING y a través de los diferentes modelos obtenidos se identificó que este método es el mas apropiado en lo que

concierno a la evaluación geoespacial de parámetros ambientales de calidad de agua superficial.

- Cada modelo de predicción obtenido nos muestra que cada parámetro enlazado con su LMP según ECA agua cumple un comportamiento dimensional uno distinto de otro, tal es el caso que por ejemplo la concentración de pH ha sido alta tanto en la subcuenca baja como en la subcuenca Ocron y subcuenca Baños. En cambio, el parámetro de conductividad ambiental presenta un comportamiento más crítico en la subcuenca Baños y parte de la subcuenca baja de la cuenca hidrográfica, debido a que en la parte baja se sitúan mas vertimientos industriales y municipales que no reciben tratamiento alguno hasta la fecha y por ende no están autorizado su presencia en esa zona.
- El DQO presenta una concentración alta en la Intercuenca 137559 a comparación de la DBO₅, cuya concentración alta se da en la subcuenca media y tiene mucha más incidencia en el área con respecto a la DQO en el tema relacionado a la calidad del agua superficial.
- Con respecto al modelo de predicción de coliformes fecales (parámetro microbiológico) se afirma que la tendencia más alta de concentración se da en la subcuenca media viéndose afectado constantemente los ríos chancay y carac.
- Los modelos predictivos del fosfato y magnesio no tienen mucha incidencia en la cuenca en estudio, más se materializa la concentración alta en la Intercuenca 137559 por la presencia de los vertimientos industriales no tratados.
- El aluminio total tiene un compartimiento de concentración alta mas central en la Intercuenca 137559 a comparación del arsénico total, cuya concentración alta se da tanto en la parte baja de la cuenca como en las subcuencas Media, Baños y Vichaycocha.
- Los modelos predictivos del plomo y el zinc son considerados importantes porque las incidencias críticas de concentración se están dando dentro del entorno de la

subcuenca Baja, subcuenca media, Huataya, Carac y Añasmayo. Se observa que esa incidencia va en aumento.

7.3 Contratación de hipótesis

El diseño del SIG propuesto en el presente trabajo de investigación concerniente a la gestión de la calidad del agua superficial en la cuenca hidrográfica Chancay – Huaral es viable en términos ambientales y de sostenibilidad ambiental para su próxima implementación y aplicación.

La geodatabase matrix elaborado en conjunto con la base de datos espacial han permitido un análisis ambiental espacial – ambiental más a detalle del comportamiento y caracterización de los parámetros ambientales ya indicados anteriormente a través del análisis geoestadístico. De esta manera, los resultados obtenidos determinan la presencia de focos ambientales presentes en el área de estudio y su correlación espacial con la contaminación ambiental.

Por ende, se cumple la hipótesis planteada ya que el diseño del SIG permitirá priorizar para la toma de decisiones en alternativas y estrategias desde la perspectiva de prevención/mitigación de impactos ambientales a presentarse en el corto, mediano y largo plazo debido a las diferentes actividades productivas, así como la presencia de vertimientos y pasivos ambientales en el entorno de la cuenca en estudio.

CONCLUSIONES

- ✓ El diseño SIG se constituye como una herramienta vital y fundamental de análisis para la gestión de la calidad del agua superficial de la Cuenca Chancay – Huaral.
- ✓ El método geoestadístico KRIGING se constituye como el método SIG más apropiado, técnicamente, para la evaluación espacial de los diferentes parámetros ambientales ya tratados en los capítulos anteriores de la presente investigación; permitiendo elaborar modelos predictivos del comportamiento geoespacial de cada parámetro ambiental considerado y de esta manera optar por acciones y medidas preventivas más adecuadas contra la contaminación de la calidad del agua superficial de la cuenca en estudio bajo términos de sostenibilidad ambiental.
- ✓ El diseño SIG propuesto se constituye como una plataforma geoespacial innovadora a nivel multidisciplinario que refleja las condiciones ambientales actuales de la cuenca en estudio para futuros proyectos de inversión.
- ✓ Los resultados obtenidos de los diferentes modelos predictivos elaborados determinan que se debe priorizar también un mayor análisis de la calidad del agua superficial no sólo a nivel de cuencas sino también a nivel de subcuencas para un mayor alcance de conocimiento de la situación de la calidad del agua superficial. Los resultados demuestran que las subcuencas bajas, media, Carac, Baños y Vichaycocha presentan moderadas concentraciones altas de parámetros ambientales según lo estipulado en el ECA agua que pueden aumentar si se presentan con el tiempo más vertimientos no autorizados, así como pasivos ambientales.
- ✓ Todos los actores involucrados dentro la jurisdicción de la cuenca en estudio deben conocer de esta propuesta de diseño SIG planteada para la cuenca en estudio, porque se ha demostrado la veracidad de la hipótesis planteada y a la vez la aplicación que puede brindar este SIG en la gestión de la calidad del agua superficial de la Cuenca Hidrográfica Chancay – Huaral.

- ✓ El diseño SIG planteado en el presente trabajo de investigación, así como todos los detalles explicados de las estructuras de las bases de datos espaciales que la conforman, servirán de guía nuevos estudios posteriores a desarrollarse en otras cuencas hidrográficas a nivel nacional dentro de los términos de la gestión de cuencas hidrográficas.

RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda ampliar la red de monitoreo ambiental en el ámbito de estudio con la finalidad de contar con información actualizada de parámetros ambientales asociados a la calidad del agua superficial en la Cuenca Hidrográfica Chancay – Huaral.
- ✓ Se recomienda establecer convenios institucionales con la finalidad de que el diseño del SIG propuesto sea actualizado continuamente con el suministro de nueva información geoespacial proveniente de las diferentes entidades del estado involucrados en el tema.
- ✓ Se recomienda coordinar con los actores locales involucrados para que tengan en cuenta actualizar e implementar el diseño SIG propuesto en la presente tesis para la correcta gestión de la calidad del agua superficial de la cuenca en estudio en el corto, mediano y largo plazo.
- ✓ Se recomienda implementar este diseño SIG en el corto plazo en la entidad competente, para que se constituya como una herramienta primordial de gestión tanto a nivel multidisciplinario e interdisciplinario en la Cuenca Hidrográfica Chancay – Huaral.
- ✓ Para la implementación del SIG, se recomienda contar con personal especializado en el tema, así como un grupo de trabajo multidisciplinario que integre el equipo SIG. Ello involucra contar con equipos de hardware y software necesarios, así como capacitación al personal SIG y la ejecución actividades programadas en base a los requerimientos solicitados en el corto y mediano plazo.
- ✓ Una vez implementado el SIG en el corto y mediano plazo, se recomienda contar con un servidor de mapas web para que la información geoespacial concerniente a la gestión de la calidad del agua superficial de la Cuenca Hidrográfica Chancay – Huaral pueda ser visualizada mediante la web y consultada por diferentes usuarios, actores involucrados, empresas privadas, etc. para el conocimiento actual de la situación ambiental del área de estudio y de esta manera proponer medidas preventivas de conservación ambiental del recurso en el transcurso del tiempo.

- ✓ Finalmente, se recomienda actualizar el SIG propuesto utilizando también insumos satelitales. En este caso la información satelital puede ser proporcionada por el satélite peruano

BIBLIOGRAFÍA

TESIS Y TESINAS

- ✓ CASTILLO OSORIO, Ever (2010).” Diseño de la Infraestructura de Datos Espaciales aplicada en la Gestión del Riesgo Hidrometeorológico”- Universidad Nacional de Ingeniería. Lima – Perú.
- ✓ VASSALLO, Carmen (2006): Tesina “Consideraciones del empleo de Software Libre en el establecimiento de un Sistema de Información Geográfica – SIG”, Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú.
- ✓ MEDINA VIVANCO, Vanessa (2014) Tesina: “Evaluación espacio temporal de la calidad del agua del rio Rímac, de enero a agosto del 2011 en tres puntos de monitoreo”, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- ✓ PALOMINO ZAMORA, Henry (2015) Tesis: “Efecto del cambio climático en la hidrología de la Cuenca Chancay – Huaral”, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- ✓ CALDERON MENDOZA, Jonathan (2017) Tesis: “Modelamiento geoespacial para la identificación de zonas críticas vulnerables a peligros múltiples, Cuenca Hidrográfica Camaná, Majes, Colca - Arequipa”, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- ✓ RIVAS MEZA, Niell (2017) Tesis: “Identificación de zonas vulnerables aplicando el sistema de información geográfica- Unidad Hidrográfica Chira-Piura”, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- ✓ ROJAS MACARLUPU, Paola (2016) Tesis: “Vulnerabilidad biofísica y socioeconómica mediante modelamiento geoespacial de la Unidad Hidrográfica Chancay - Huaral”, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- ✓ CORDOVA AHUANARI, Diana (2015) Tesis: “Análisis de la precipitación futura en la cuenca Chancay-Huaral mediante el modelo GCM-MRI”, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

- ✓ LAURA VIGO, Martha (2014) Tesis: “Propuesta de mejoramiento de diseño del vertimiento de un efluente minero en la Quebrada Chonta mediante la aplicación de un modelo de dispersión de contaminantes y los índices de calidad de agua”, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

ESTUDIOS TECNICOS

- ✓ PMGRH – ANA. Informes Técnicos del I, II, III y IV Monitoreo Participativo de Calidad de Agua Superficial de la Cuenca Chancay – Huaral. 2014-2015
- ✓ MAGUIRE, D.J., 1991. Una sobrevista de la definición del SIG. En:
- ✓ Sistemas de Información Geográfica: Principios y aplicaciones. Volumen 1: Principios. Maguire, D.J., Goodchild, M.F. y Rhind, D., 1991. Longman Scientific & Technical, pp. 9-20.
- ✓ INGEMMET (1994) Estudio Geodinámico de la Cuenca del Río Huaral Chancay
- ✓ EMAPA CHANCAY. (2006). Red de Agua Potable y Alcantarillado de la Ciudad de Chancay. Dir. Sistemas. Empresas Industriales de Chancay, Entrevistas con representantes. Consumo de sustancias y materiales peligrosos. Chancay.
- ✓ SENAMHI. (2006) Red Digital de Estaciones Meteorológicas de la Cuenca Huaral-Chancay.
- ✓ CABRERA, C. (2003). Plan de recuperación ambiental de la Bahía de Chancay". Rev. Inst. Investig. Fac. Minas Metal Ciencias geográficas 6(11):51-63.
- ✓ Título: Guía para la construcción y almacenamiento de la información georeferencial de los Estudios de diagnóstico y zonificación territorial.
- ✓ Autor: CÉSAR ENRIQUE LEÓN PEREIRA
- ✓ Esp. Demarcación Territorial y Sistemas de Información Geográfica y Teledetección Dirección Nacional Técnica de Demarcación Territorial, Lima. Fecha: Enero del 2010.

- ✓ Título: Diseño e implementación de una aplicación SIG para administración del sistema hídrico en la unidad del plan de ordenamiento territorial rural de la Municipalidad de Cuenca, utilizando ArcGIS Desktop y ArcGIS Server Enterprise.
- ✓ Autor: Liliana Elizabeth Chaglla Rodríguez. Fecha: Octubre del 2010

- ✓ Título: Plan de Gestión de Recursos Hídricos Cuenca Chancay – Huaral – ANA- diciembre 2013-Lima.

- ✓ Título: Diagnostico base de la Cuenca del rio Chancay – Huaral – Ministerio de Agricultura- diciembre 1994-Lima.

- ✓ Título: Estudio Hidrogeológico del Valle Chancay – Huaral Tomo I y II – ANA- diciembre 2001-Lima.
- ✓ Título: Informe Técnico del primer, segundo, tercero y cuarto monitoreo participativo de la calidad del agua superficial de la Cuenca Chancay – Huaral – ANA – 2014 – Lima.

ANEXOS

A. PARTES DIARIO DE DISTRIBUCION DE AGUA DEL RIO CHANCAY – HUARAL



JUNTA DE USUARIOS DEL SECTOR HIDRAULICO
CHANCAY-HUARAL

Parte N° 1

PORTE DIARIO DE DISTRIBUCION DE AGUA DE RIO

FECHA: 08/01/2018 HORA: 06:00 a.m.
 CAUDAL DEL RIO EN ESTACION SANTO DOMINGO (l/s): 3,000 l/s
 PERDIDAS DEL SISTEMA 12%: 1,080 l/s
 CAUDAL A DISTRIBUIR (l/s): 7,320 l/s
 ALTURAMIA: 8.25

BOCATOMA Y TOMAS DIRECTAS	FUENTE	FACTORES	CAUDAL L/S		OBSERVACIONES	OBSERVACIONES
			Por Factor	Distribuido		
AGUAS ABAJO DEL PUENTE HUATAYA						
CHALA ALTO	RO			40	Riego de Levea	Aforo puntual
CHALA BAJO	RO			40	Riego de Medio	Aforo puntual
VALLECITO	RO			30		Aforo puntual
PACARAOS ALTO 1	RO			30		Aforo puntual
QUISQUE ALTO	RO			50		Aforo puntual
QUISQUE BAJO	RO			50		Aforo puntual
CASCAJAL	RO			118		Aforo puntual
PACARAOS BAJO	RO			40		Aforo puntual
HUAMACHO	RO			100		Aforo puntual
SANTO DOMINGO CHICO	RO			40		Aforo puntual
SANTO DOMINGO GRANDE	RO			90		Aforo puntual
PASABRONCANO BAJO	RO			50		Aforo puntual
LUMBRA	RO			100		Aforo puntual
ESTACION HIDROMETRICA SANTO DOMINGO						
QUIPULLIN	RO	0.0104	82	80		
CUYO	RO	0.0890	277	270		
SALME	RO	0.0149	118	90		
HUAYAN - HORNILLOS	RO	0.0159	128	120		
PALPA	RO	0.1060	855	650		CD Palpa Alto 1000 l/s - CD Palpa Bajo 1000 l/s
LA ESPERANZA	RO	0.3000	2,378	1,900		Máximo 800 l/s
CAQUI	RO	0.0308	245	250		
HUANDO	RO	0.0854	756	500		incluye 90 l/s Polivalente
CHANCAY - HUARAL	RO	0.3567	2,883	1,900		MAX 800 l/s
CHANCAY BAJO	RO	0.3070	810	500		incluye 90 l/s Polivalente
CHANCAY ALTO	RO	0.1101	303	250		
JESUS DEL VALLE - ESQUIVEL	RO	0.2810	751	500		
RETES - NATURALES	RO	0.3051	818	600		
PERDIDAS CANAL	RO		50	50		
AGUAS ABAJO DE LA BOCATOMA			300	300		
SAN JOSE - AUCALLAMA(9.874)	RO + FB	0.0582	461	300		MAX 400 San José, 400 Aucallama y 300 Bnos
BOZA Alta (Parceleros, Yatazones, San Luis)	RO + FILTRACIONES			100		
BOZA Baja	FILTRACIONES			180		
MIRAFLORES (Filtraciones)	FILTRACIONES			250		
PASAMAYO Alto	FILTRA + RECP.			200		
PASAMAYO Bajo	FILTRA + RECP.			220		
PASAMAYO Manglar	FILTRA + RECP.			100		
LAS SALINAS Alto	FILTRA + RECP.			180		
LAS SALINAS Media 1 y 2	FILTRA + RECP.			120		
LAS SALINAS Baja	FILTRA + RECP.			120		
AGUAS DE FILTRACIONES + RIO HACIA LA MAR	DELTA DE RIO			100		

Caudal Distribuido Puente Huataya aguas abajo: 770 l/s
 Caudal Distribuido Santo Domingo aguas abajo: 5,970 l/s
 Caudal Distribuido Filtraciones / Recuperaciones: 1,470 l/s
 Caudal Total Distribuido por Día: 8,210 l/s
 Se consideran las filtraciones de Palpa y Cuyo

FUENTE: PLAN DE OPERACION Y MANTENIMIENTO - SERVICIO TECNICO

JUNTA DE USUARIOS DEL SECTOR
HIDRAULICO CHANCAY - HUARAL

Ing. Manuel A. Olivera Guerrero
JEFE DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO
CD. N° 8573



JUNTA DE USUARIOS DEL SECTOR HIDRAULICO
CHANCAY-HUARAL

Parte N°:

PARTE DIARIO DE DISTRIBUCION DE AGUA DE RIO

FECHA: 34/01/2018 HORA: 09:00 a.m.
 CAUDAL DEL RIO EN ESTACION SANTO DOMINGO (l/s): 27,400 l/s
 PERDIDAS DEL SISTEMA 12%: 3,288 l/s
 CAUDAL A DISTRIBUIR (l/s): 24,112 l/s
 ALTURA MREA: 8.33

BOGATOMA Y TOMAS DIRECTAS	FUENTE	FACILIDAD	CUBR. L/R		OBSERVACIONES	OBSERVACIONES
			Por Fuente	Dist. Reducl		
AGUAS ABAJO DEL PUENTE HUATAYA						
CHALA ALTO	RO			40	Rega de Loma	Aforo puntual
CHALA BAJO	RO			40	Rega de Macho	Aforo puntual
VALLECITO	RO			30		Aforo puntual
PACARAOS ALTO 1	RO			30		Aforo puntual
QUE ALTO	RO			50		Aforo puntual
LAQUE BAJO	RO			50		Aforo puntual
CASCAJAL	RO			110		Aforo puntual
PACARAOS BAJO	RO			40		Aforo puntual
HUAMACHO	RO			100		Aforo puntual
SANTO DOMINGO CHICO	RO			40		Aforo puntual
SANTO DOMINGO GRANDE	RO			90		Aforo puntual
PASABRONCANO BAJO	RO			50		Aforo puntual
LUMBRA	RO			0	CHAMPERIA	Aforo puntual
ESTACION HIDROMETRICA SANTO DOMINGO						
QUIPULLIN	RO	0.0104	251	120		
CUYO	RO	0.0256	644	500		
SALME	RO	0.0149	389	120		
HUAYAN - HORNILLOS	RO	0.0159	383	0	CHAMPERIA	
PALPA	RO	0.1090	2,604	1,000		CD Palpa Alto 1000 l/s - CD Palpa Bajo 1000 l/s
LA ESPERANZA	RO	0.3000	7,234	4,000		Máximo: 4000 l/s, incluyendo 70 l/s a CCLH
CAQUI	RO	0.0309	745	500		
HUANDO	RO	0.0954	2,300	1,200		Incluye 90 l/s Poblacional
CHANCAY - HUARAL	RO	0.3367	8,187	3,650		MAX 5000 l/s
CHANCAY BAJO	RO	0.3000	2,466	1,000		Incluye 90 l/s Poblacional
CHANCAY ALTO	RO	0.1130	923	400		
JESUS DEL VALLE - ESQUIVEL	RO	0.2603	2,287	1,200		
RETES - NATURALES	RO	0.3050	2,491	1,000		
PERDIDAS CANAL	RO		50	30		
AGUAS ABAJO DE LA BOGATOMA			13,023	13,023		
SAN JOSE - AUCALLAMA(8.074)	RO + FR	0.0582	1,403	800		MAX 400 San José, 400 Aucallama y 200 Bicos
BOZA						
BOZA Alta (Parceleros, Yanacones, San Luis)	RO + FILTRACIONES			300		
BOZA Baja	FILTRACIONES			200		
MIRAFLORES (Filtraciones)	FILTRACIONES			300		
PASAMAYO Alto	FILTRA + RECP.			100		
PASAMAYO Bajo	FILTRA + RECP.			500		
PASAMAYO Manglar	FILTRA + RECP.			250		
LAS SALINAS Alto	FILTRA + RECP.			200		
LAS SALINAS Media 1 y 2	FILTRA + RECP.			200		
LAS SALINAS Baja	FILTRA + RECP.			200		
AGUAS DE FILTRACIONES + RIO HACIA LA MAR	DELTA DE RIO			10,192		

Caudal Distribuido Fuente Huataya aguas abajo: 670 l/s
 Caudal Distribuido Santo Domingo aguas abajo: 11,390 l/s
 Caudal Distribuido Filtraciones / Recuperaciones: 2,300 l/s
 Caudal Total Distribuido por Día: 14,360 l/s

Se consideran las filtraciones de Palpa y Caqui

FUENTE: UNIDAD DE OPERACION Y MANTENIMIENTO - GERENCIA TÉCNICA

JUNTA DE USUARIOS DEL SECTOR
HIDRAULICO CHANCAY - HUARAL
 Ing. Manuel A. Olivera Guerrero
 JEFE DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO
 CIP N° 50754



JUNTA DE USUARIOS DEL SECTOR HIDRAULICO
CHANCAY-HUARAL

Parte N° :

PARTE DIARIO DE DISTRIBUCION DE AGUA DE RIO

FECHA:

16/03/2018

HORA:

06:00 a.m.

CAUDAL DEL RIO EN ESTACION SANTO DOMINGO (l/s):

35,300 l/s

PERDIDAS DEL SISTEMA 12%:

4,236 l/s

CAUDAL A DISTRIBUIR (l/s):

31,064 l/s

ALTURA MIRA

0.66

BOCATOMA Y TOMAS DIRECTAS	FUENTE	FACTORA	CAUDAL L/S		OBSERVACIONES	OBSERVACIONES
			Por Factor	Distribuido		
AGUAS ABAJO DEL PUENTE HUATAYA						
CHALA ALTO	RIO			40	Boza de Lomas	Aforo puntual
CHALA BAJO	RIO			40	Boza de Huerto	Aforo puntual
VALLECITO	RIO			30		Aforo puntual
PACARAOS ALTO 1	RIO			30		Aforo puntual
QUISQUE ALTO	RIO			50		Aforo puntual
QUISQUE BAJO	RIO			50		Aforo puntual
CASCAJAL	RIO			130		Aforo puntual
PACARAOS BAJO	RIO			40		Aforo puntual
HUAMACHO	RIO			120		Aforo puntual
SANTO DOMINGO CHICO	RIO			40		Aforo puntual
SANTO DOMINGO GRANDE	RIO			130		Aforo puntual
PASABRONCANO BAJO	RIO			50		Aforo puntual
LUMBRA	RIO			120		Aforo puntual
ESTACION HIDROMETRICA SANTO DOMINGO						
QUIPULLIN	RIO	0.0104	323	130		
CUYO	RIO	0.0350	1,087	600		Maximo 750 l/s
SAUME	RIO	0.0149	463	130		
HUAYAN - HORNILLOS	RIO	0.0159	494	300		
PALPA	RIO	0.1090	3,355	900		CD Palpa Alto 1000 l/s - CD Palpa Bajo 1000 l/s
LA ESPERANZA	RIO	0.3000	9,319	4,000		Maximo 4800 l/s. Incluyendo 70 l/s A CCL-41
CAQUI	RIO	0.0309	960	400		
HUANDO	RIO	0.0954	2,964	1,100		Incluye 90 l/s Poblacional
CHANCAY - HUARAL	RIO	0.3387	10,521	3,650		MAX 6000 l/s
CHANCAY BAJO	RIO	0.3020	3,177	800		Incluye 90 l/s Poblacional
CHANCAY ALTO	RIO	0.1120	1,189	600		
JESUS DEL VALLE - ESQUIVEL	RIO	0.2300	2,946	1,200		
RETES - NATURALES	RIO	0.3000	3,209	1,000		
PERDIDAS CANAL	RIO		50	50		
AGUAS ABAJO DE LA BOCATOMA			19,854	10,000		
SAN JOSE - AUCALLAMA(0.074)	RIO + FIL.	0.0582	1,808	900		MAX 400 San José, 400 Aucallama y 200 Boza
BOZA Alta (Parceleros, Yanacones, San Luis)	RIO + FILTRACIONES			400		
BOZA Baja	FILTRACIONES			250		
MIRAFLORES (Filtraciones)	FILTRACIONES			350		
PASAMAYO Alto	FILTRA + RECP.			200		
PASAMAYO Bajo	FILTRA + RECP.			400		
PASAMAYO Manglar	FILTRA + RECP.			150		
LAS SALINAS Alta	FILTRA + RECP.			200		
LAS SALINAS Media 1 y 2	FILTRA + RECP.			200		
LAS SALINAS Baja	FILTRA + RECP.			200		
AGUAS DE FILTRACIONES + RIO HACIA LA MAR	DELTA DE RIO			7,050		

Caudal Distribuido Puente Huataya aguas abajo

870 l/s

Caudal Distribuido Santo Domingo aguas abajo

12,110 l/s

Se consideran las filtraciones de Palpa y Caqui

Caudal Distribuido Filtraciones / Recuperaciones

2,400 l/s

Caudal Total Distribuido por Día

15,380 l/s

FUENTE: UNIDAD DE OPERACION Y MANTENIMIENTO / GERENCIA TECNICA

JUNTA DE USUARIOS DEL SECTOR
HIDRAULICO CHANCAY - HUARAL

Ing. Manuel A. Olivera Guerrero
JEFC DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO
CIP N° 90734



JUNTA DE USUARIOS DEL SECTOR HIDRAULICO
CHANCAY-HUARAL

Parte N° :

PARTE DIARIO DE DISTRIBUCION DE AGUA DE RIO

FECHA: 23/03/2018 HORA: 06:00 a.m.
 CAUDAL DEL RIO EN ESTACION SANTO DOMINGO (l/s): 83,055 l/s
 PERDIDAS DEL SISTEMA 12%: 7,567 l/s
 CAUDAL A DISTRIBUIR (l/s): 55,488 l/s

ALTURA MRA
1.08

BOCATOMA Y TOMAS DIRECTAS	FUENTE	FACTORES	CAUDAL (l/s)		OBSERVACIONES	OBSERVACIONES
			Por Factor	Distribuido		
AGUAS ABAJO DEL PUENTE HUATAYA						
CHALA ALTO	RIO			40	Riego de Lomas	Aforo puntual
CHALA BAJO	RIO			40	Riego de Marles	Aforo puntual
VALLECITO	RIO			30		Aforo puntual
PACARAOS ALTO 1	RIO			30		Aforo puntual
QUISQUE ALTO	RIO			50		Aforo puntual
QUISQUE BAJO	RIO			50		Aforo puntual
CASCAJAL	RIO			130		Aforo puntual
PACARAOS BAJO	RIO			40		Aforo puntual
HUAMACHO	RIO			120		Aforo puntual
SANTO DOMINGO CHICO	RIO			40		Aforo puntual
SANTO DOMINGO GRANDE	RIO			130		Aforo puntual
PASABRONCANO BAJO	RIO			50		Aforo puntual
LUMBRA	RIO			120		Aforo puntual
ESTACION HIDROMETRICA SANTO DOMINGO						
QUIPULLIN	RIO	0.0104	577	130		
GUYO	RIO	0.0350	1,942	600		Maximo 750 l/s
SAUME	RIO	0.0149	827	130		
HUAYAN - HORNILLOS	RIO	0.0159	882	300		
PALPA	RIO	0.1080	5,993	1,800		CD Palpa Alto 1000 l/s - CD Palpa Bajo 1000 l/s
LA ESPERANZA	RIO	0.3000	16,547	0		Maximo 4800 l/s. Incluyendo 70 l/s A CCL-H
CAQUI	RIO	0.0309	1,715	400		
HUANDO	RIO	0.0954	5,294	1,100		Incluye 90 l/s Poblacional
CHANCAY - HUARAL	RIO	0.3387	18,794	3,550		MAX 6000 l/s
CHANCAY BAJO	RIO	0.3020	5,676	700		Incluye 90 l/s Poblacional
CHANCAY ALTO	RIO	0.1130	2,124	600		
JESUS DEL VALLE - ESQUIVEL	RIO	0.2800	5,282	1,200		
RETES - NATURALES	RIO	0.3000	5,732	1,000		
PERDIDAS CANAL	RIO		50	50		
AGUAS ABAJO DE LA BOCATOMA			47,478	35,000		
SAN JOSE - AUCALLAMA(0.074)	RIO + FIL.	0.0582	3,229	1,000		MAX 400 San José, 400 Aucallama y 200 Boza
BOZA						
BOZA Alta (Parceleros, Yanacones, San Luis)	RIO + FILTRACIONES			400		
BOZA Baja	FILTRACIONES			250		
MIRAFLORES (Filtraciones)	FILTRACIONES			400		
PASAMAYO Alto	FILTRA + RECP.			200		
PASAMAYO Bajo	FILTRA + RECP.			300		
PASAMAYO Manglar	FILTRA + RECP.			150		
LAS SALINAS Alta	FILTRA + RECP.			150		
LAS SALINAS Media 1 y 2	FILTRA + RECP.			200		
LAS SALINAS Baja	FILTRA + RECP.			150		
AGUAS DE FILTRACIONES + RIO HACIA LA MAR	DELTA DE RIO			32,200		

Caudal Distribuido Puente Huataya aguas abajo: 870 l/s
 Caudal Distribuido Santo Domingo aguas abajo: 9,910 l/s
 Caudal Distribuido Filtraciones / Recuperaciones: 2,200 l/s
 Caudal Total Distribuido por Día: 12,080 l/s

Se consideran las filtraciones de Palpa y Caqui

FUENTE: UNIDAD DE OPERACION Y MANTENIMIENTO / GERENCIA TÉCNICA

JUNTA DE USUARIOS DEL SECTOR
HIDRAULICO CHANCAY - HUARAL

Ing. Manuel A. Olivera Guerrero
JEFE DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO
CSP N° 96734

B. RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL PRIMER MONITOREO PARTICIPATIVO DE LA CUENCA CHANCAY – HUARAL (AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA)

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL No. 20502L/14-MA-MB

Cliente : Proyecto de Modernización de la Gestión de los Recursos Hídricos
 Dirección : Calle Diecisiete 355 Urb El Palomar - San Isidro
 Producto : Agua
 Cantidad de muestra : 16
 Presentación : Frascos de plástico y vidrio proporcionados por Inspectorate Servicios Perú S.A.C.
 Instrucciones de Ensayo : Enviadas por el Cliente
 Procedencia de la muestra : Muestras enviadas por el cliente indicando fecha de muestreo: 2014-02-04 Hora:09:15-10:30 S/S 000131-14-LMA
 Referencia del Cliente : Monitoreo de Calidad de Agua Superficial - Cuenca Chancay Huaral - Agua Superficial
 Fecha Ingreso de Muestra(s) : 2014-02-04; Hora: 20:38 (Microbiológico)
 Fecha de Inicio de Análisis : 2014-02-04; Hora: 21:00 (Microbiológico)
 Fecha de Término de Análisis : 2014-02-17
 Solicitud de Análisis : 00494/14

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Aceltes y Grasas (*) mg/L	Nitrógeno Nitrato mg/L N-NO ₃	Nitrógeno Amoniacal mg/L N-NH ₃	Nitrógeno Total (*) mg/L	Fosfato mg/L PO ₄ ⁻³
00494-01912	L Cacr 1	<0,20	<0,06	0,01	<0,10	<0,008
00494-01913	L Chum 1	<0,20	<0,06	0,02	<0,10	<0,008
	Límite de Cuantificación	0,20	0,06	0,01	0,10	0,008

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L O ₂	Sólidos Totales Suspendedos mg/L	Coliformes Fecales NMP/100ml	Demanda Química de Oxígeno mg/L O ₂
00494-01912	L Cacr 1	<2,0	<5,0	<1,8	<2,0
00494-01913	L Chum 1	<2,0	<5,0	<1,8	5,7
	Límite de Cuantificación	2,0	5,0	1,8	2,0

Metales Totales ICP-MS

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Li (Tot) mg/L	B (Tot) mg/L	Be (Tot) mg/L	Al (Tot) mg/L	P (Tot) mg/L	Ti (Tot) mg/L	V (Tot) mg/L	Cr (Tot) mg/L	Mn (Tot) mg/L	Co (Tot) mg/L
00494-01912	L Cacr 1	<0,0012	0,0046	<0,0006	0,0023	<0,0033	0,0004	<0,0003	<0,0005	0,0029	<0,0002
00494-01913	L Chum 1	<0,0012	0,0550	<0,0006	0,0176	<0,0033	0,0012	<0,0003	0,0005	0,0035	<0,0002
	Límite de Cuantificación	0,0012	0,0012	0,0006	0,0019	0,0033	0,0004	0,0003	0,0005	0,0003	0,0002

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Ni (Tot) mg/L	Cu (Tot) mg/L	Zn (Tot) mg/L	As (Tot) mg/L	Se (Tot) mg/L	Sr (Tot) mg/L	Mo (Tot) mg/L	Ag (Tot) mg/L	Cd (Tot) mg/L	Sn (Tot) mg/L
00494-01912	L Cacr 1	0,0011	0,0004	0,0027	0,0021	<0,0002	0,1736	0,0028	<0,0002	<0,0002	<0,0004
00494-01913	L Chum 1	0,0015	0,0007	0,0015	0,0095	<0,0002	0,5692	0,0070	<0,0002	<0,0002	<0,0004
	Límite de Cuantificación	0,0004	0,0001	0,0002	0,0004	0,0002	0,0020	0,0002	0,0002	0,0002	0,0004

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Sb (Tot) mg/L	Ba (Tot) mg/L	Ce (Tot) mg/L	Hg (Tot) mg/L	Tl (Tot) mg/L	Pb (Tot) mg/L	Bi (Tot) mg/L	Th (Tot) mg/L	U (Tot) mg/L	Na (Tot) mg/L
00494-01912	L Cacr 1	0,0003	0,0165	<0,0003	<0,0001	<0,0003	<0,0002	<0,0003	<0,0010	<0,0003	0,2928
00494-01913	L Chum 1	0,0010	0,0146	<0,0003	<0,0001	<0,0003	<0,0002	<0,0003	<0,0010	<0,0003	1,3635
	Límite de Cuantificación	0,0002	0,0004	0,0003	0,0001	0,0003	0,0002	0,0003	0,0010	0,0003	0,0100

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Mg (Tot) mg/L	K (Tot) mg/L	Ca (Tot) mg/L	Fe (Tot) mg/L	Si (Tot) (*) mg/L
00494-01912	L Cacr 1	3,5114	0,3829	31,1179	0,0074	1,1664
00494-01913	L Chum 1	4,5763	0,3422	43,1099	0,0150	2,9382
	Límite de Cuantificación	0,0356	0,0237	0,0303	0,0031	0,1000

Métodos:

(*)Aceltes y Grasas : D 7066-04 Standard Test Method for dimethylmer of chlorotrifluoroethylene (S-316) Recoverable Oil and Grease and Nonpolar Material by Infrared Determination; ASTM 2004.
 Nitrógeno Nitrato : EPA 352.1 1989 Nitrogen Nitrate (Colorimetric Brouina)
 Nitrógeno Amoniacal : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3-F, 22nd Ed 2012 Nitrogen (Ammonia), Phenate Method
 (*)Nitrógeno Total : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-N C, 22nd Ed. 2012. Persulfate Method.
 Fosfato : EPA 365.3 1989 Phosphorus all forms (Colorimetric, Ascorbic Acid Two Reagent)



INSPECTORATE

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI-SNA
CON REGISTRO No LE - 031**



Registro N° LE-031

Pág. 01/2

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL No. 20503L/14-MA-MB

Cliente : Proyecto de Modernización de la Gestión de los Recursos Hídricos
 Dirección : Calle, Las Gardenias N° 258 - Huaral
 Producto : Agua
 Cantidad de muestra : 16
 Presentación : Frascos de plástico y vidrio proporcionados por Inspectorate Services Perú S.A.C.
 Instrucciones de Ensayo : Enviadas por el Cliente
 Procedencia de la muestra : Muestras enviadas por el cliente indicando fecha de muestreo: 2014-02-04 Hora:13:15-13:40 S/S 00132-14-LMA
 Referencia del Cliente : Monitores de Calidad de Agua Superficial - Cuenca Chancay Huaral - Agua Superficial
 Fecha Ingreso de Muestra(s) : 2014-02-04; Hora: 20:38 (Microbiológico)
 Fecha de Inicio de Análisis : 2014-02-04; Hora: 21:00 (Microbiológico)
 Fecha de Término de Análisis : 2014-02-17
 Solicitud de Análisis : 00495/14

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Acetatos y Grasas (*) mg/L	Nitrógeno Nitrato mg/L N-NO ₃	Nitrógeno Amomiacal mg/L N-NH ₃	Nitrógeno Total (*) mg/L	Fosfato mg/L PO ₄ ³⁻
00495-01914	R Vich 2	<0,20	0,11	0,02	0,54	0,059
00495-01915	R Chhu 1	<0,20	0,11	0,01	1,09	0,035
	Limite de Cuantificación	0,20	0,06	0,01	0,10	0,008

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L O ₂	Sólidos Totales Suspensidos mg/L	Coliformes Fecales NMP/100ml	Demanda Química de Oxígeno mg/L O ₂
00495-01914	R Vich 2	<2,0	3,2	23	4,5
00495-01915	R Chhu 1	<2,0	6,0	33x10	<2,0
	Limite de Cuantificación	2,0	5,0	1,8	2,0

Metales Totales ICP-MS

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Li (Tot) mg/L	B (Tot) mg/L	Be (Tot) mg/L	Al (Tot) mg/L	P (Tot) mg/L	Ti (Tot) mg/L	V (Tot) mg/L	Cr (Tot) mg/L	Mn (Tot) mg/L	Co (Tot) mg/L
00495-01914	R Vich 2	0,2019	0,0130	<0,0006	0,4376	0,0408	0,0059	<0,0003	0,0013	0,0306	0,0005
00495-01915	R Chhu 1	0,2018	0,0218	<0,0006	0,3026	0,0379	0,0036	<0,0003	0,0014	0,0272	0,0005
	Limite de Cuantificación	0,2012	0,0012	0,0006	0,0019	0,0033	0,0004	0,0003	0,0005	0,0003	0,0002

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Ni (Tot) mg/L	Cu (Tot) mg/L	Zn (Tot) mg/L	As (Tot) mg/L	Se (Tot) mg/L	Sr (Tot) mg/L	Mo (Tot) mg/L	Ag (Tot) mg/L	Cd (Tot) mg/L	Sn (Tot) mg/L
00495-01914	R Vich 2	0,3025	0,0052	0,1025	<0,0004	<0,0002	0,3181	0,0033	<0,0002	0,0006	<0,0004
00495-01915	R Chhu 1	0,3024	0,0050	0,0556	0,0020	<0,0002	0,4409	0,0040	<0,0002	0,0005	0,0004
	Limite de Cuantificación	0,3004	0,0001	0,0002	0,0004	0,0002	0,0020	0,0002	0,0002	0,0002	0,0004

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Sb (Tot) mg/L	Ba (Tot) mg/L	Ce (Tot) mg/L	Hg (Tot) mg/L	Tl (Tot) mg/L	Pb (Tot) mg/L	Bi (Tot) mg/L	Th (Tot) mg/L	U (Tot) mg/L	Na (Tot) mg/L
00495-01914	R Vich 2	0,3008	0,0301	0,0004	<0,0001	<0,0003	0,0058	<0,0003	<0,0010	0,0003	1,9999
00495-01915	R Chhu 1	0,3010	0,0299	<0,0003	<0,0001	<0,0003	0,0107	<0,0003	<0,0010	0,0003	1,3175
	Limite de Cuantificación	0,3002	0,0004	0,0003	0,0001	0,0003	0,0002	0,0003	0,0010	0,0003	0,1004

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Mg (Tot) mg/L	K (Tot) mg/L	Ca (Tot) mg/L	Fe (Tot) mg/L	Si (Tot) (*) mg/L
00495-01914	R Vich 2	4,4633	0,6932	38,9015	0,4658	2,8784
00495-01915	R Chhu 1	5,3352	0,5491	44,4940	0,3886	3,9283
	Limite de Cuantificación	0,0356	0,0237	0,0303	0,0031	0,1000

Métodos:

(*)Acetatos y Grasas

D 7066-04 Standard Test Método for dimethylmer of chlorotrifluoroethylene (S-316) Recoverable Oil and Grease and Nonpolar Material by Interred Determination; ASTM 2004.

Nitrógeno Nitrato

EPA 352.1 1999 Nitrogen Nitrate (Colorimetric Brucine)

Nitrógeno Amomiacal

SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH₃-F, 2nd Ed 2012 Nitrogen (Ammonia), Phenate Method

(*)Nitrógeno Total

SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-N C, 2nd Ed. 2012. Persulfate Method.

Fosfato

EPA 365.3 1999 Phosphorus all forms (Colorimetric, Ascorbic Acid Two Reagent)



INSPECTORATE

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INDECOPI-SNA CON REGISTRO No LE - 031



Registro N° LE-031

Pág. 01/2

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL No. 20504L/14-MA-MB

Cliete : Proyecto de Modernización de la Gestión de los Recursos Hídricos
Dirección : Calle Diecisiete 355 Urb El Palomar - San Isidro
 Lima
Producto : Agua
Cantidad de muestra : 16
Presentación : Frascos de plástico y vidrio proporcionados por Inspectorate Services Perú S.A.C.
Instrucciones de Ensayo : Enviadas por el Cliente
Procedencia de la muestra : Muestras enviadas por el cliente indicando fecha de muestreo: 2014-02-04 Hora:11:30-12:40
 S/S 000133-14-LMA
Referencia del Cliente : Monitoreo de Calidad de Agua Superficial - Cuenca Chancay Huaral - Agua Superficial
Fecha Ingreso de Muestra(s) : 2014-02-04; Hora: 20:30 (Microbiológico)
Fecha de Inicio de Análisis : 2014-02-04; Hora: 20:50 (Microbiológico)
Fecha de Término de Análisis : 2014-02-17
Solicitud de Análisis : 00495/14

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Acetatos y Grasas (*) mg/L	Nitrógeno Nitrato mg/L N-NO ₃	Nitrógeno Amomiacal mg/L N-NH ₃	Nitrógeno Total (*) mg/L	Fosfato mg/L PO ₄ ³⁻
00495-01916	R Chc1	<0,20	<0,06	0,04	<0,10	<0,008
00495-01917	R Vich 1	<0,20	0,11	0,02	0,39	0,074
	Limite de Cuantificación	0,20	0,06	0,01	0,10	0,008

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Demanda Quimica de Oxigeno mg/L O ₂	Solidos Totales Suspendidos mg/L	Coliformes Fecales NMP/100ml	Demanda Quimica de Oxigeno mg/L O ₂
00495-01916	R Chc1	<2,0	<5,0	<1,8	<2,0
00495-01917	R Vich 1	<2,0	14,4	23	7,0
	Limite de Cuantificación	2,0	5,0	1,8	2,0

Metales Totales ICP-MS

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Li (Tot) mg/L	B (Tot) mg/L	Sr (Tot) mg/L	Al (Tot) mg/L	P (Tot) mg/L	Ti (Tot) mg/L	V (Tot) mg/L	Cr (Tot) mg/L	Mn (Tot) mg/L	Co (Tot) mg/L
00495-01916	R Chc1	0,0019	0,0094	<0,0006	0,0068	<0,0033	0,0010	<0,0003	<0,0005	0,0275	0,0002
00495-01917	R Vich 1	0,0019	0,0119	<0,0006	0,4518	0,0374	0,0052	<0,0003	0,0012	0,0230	0,0006
	Limite de Cuantificación	0,0012	0,0012	0,0005	0,0019	0,0033	0,0004	0,0003	0,0005	0,0003	0,0002

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Hf (Tot) mg/L	Cu (Tot) mg/L	Zn (Tot) mg/L	As (Tot) mg/L	Se (Tot) mg/L	Sr (Tot) mg/L	Mo (Tot) mg/L	Ag (Tot) mg/L	Cd (Tot) mg/L	Sn (Tot) mg/L
00495-01916	R Chc1	0,0020	0,0018	0,0400	0,0198	<0,0002	0,8335	0,0093	<0,0002	0,0002	<0,0004
00495-01917	R Vich 1	0,0027	0,0048	0,0214	0,0019	<0,0002	0,3549	0,0039	<0,0002	0,0002	<0,0004
	Limite de Cuantificación	0,0004	0,0001	0,0002	0,0004	0,0002	0,0020	0,0002	0,0002	0,0002	0,0004

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Sb (Tot) mg/L	Ba (Tot) mg/L	Ca (Tot) mg/L	Hg (Tot) mg/L	Tl (Tot) mg/L	Pb (Tot) mg/L	Bi (Tot) mg/L	Th (Tot) mg/L	U (Tot) mg/L	Na (Tot) mg/L
00495-01916	R Chc1	0,0032	0,0147	<0,0003	<0,0001	<0,0003	0,0002	<0,0003	<0,0010	0,0003	2,4059
00495-01917	R Vich 1	0,0005	0,0227	0,0004	<0,0001	<0,0003	0,0063	<0,0003	<0,0010	0,0003	0,0903
	Limite de Cuantificación	0,0002	0,0004	0,0003	0,0001	0,0003	0,0002	0,0003	0,0010	0,0003	0,0100

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Mg (Tot) mg/L	K (Tot) mg/L	Ca (Tot) mg/L	Fe (Tot) mg/L	Si (Tot) (*) mg/L
00495-01916	R Chc1	4,6510	0,4302	57,9229	0,9808	2,8576
00495-01917	R Vich 1	4,6295	0,8067	43,8785	0,5583	3,2051
	Limite de Cuantificación	0,0356	0,0237	0,0303	0,0031	0,1000

Métodos:

(*)Acetatos y Grasas

D 7095-04 Standard Test Method for dimethyltrimethylchlorotrifluoroethylene (S-316) Recoverable Oil and Grease and Nonpolar Material by Infrared Determination; ASTM 2004.

Nitrógeno Nitrato

EPA 352.1 1999 Nitrogen Nitrate (Colorimetric Brucine)

Nitrógeno Amomiacal

SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH₃-F, 22nd Ed 2012 Nitrogen (Ammonia). Phenate Method

(*)Nitrógeno Total

SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-N C, 22nd Ed. 2012. Persulfate Method.

Fosfato

EPA 365.3 1999 Phosphorus all forms (Colorimetric, Ascorbic Acid Two Reagent)



INSPECTORATE

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI-SNA
CON REGISTRO No LE - 031**



Registro N° LE-031

Pág. 01/2

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL No. 20699L/14-MA-MB

Cliente : Proyecto de Modernización de la Gestión de los Recursos Hídricos
 Dirección : Calle Las Gardonias N° 258 - Huaral
 Producto : Agua
 Cantidad de muestra : 32
 Presentación : Frescos de plástico y vidrio proporcionados por Inspectorate Servicios Perú S.A.C.
 Instrucciones de Ensayo : Enviadas por el Cliente
 Procedencia de la muestra : Muestras enviadas por el cliente indicando fecha de muestreo: 2014-02-10 Hora:10:30-13:40
 S/S 000199-14-LMA
 Referencia del Cliente : Monitoreo de Calidad de Agua Superficial - Cuenca Chancay Huaral - Agua Superficial
 Fecha Ingreso de Muestra(s) : 2014-02-10; Hora: 19:55 (Microbiológico)
 Fecha de Inicio de Análisis : 2014-02-10; Hora: 20:20 (Microbiológico)
 Fecha de Término de Análisis : 2014-02-22
 Solicitud de Análisis : 00665/14

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Aceites y Grasas (*) mg/L	Nitrógeno Nitrato mg/L N-NO ₃	Nitrógeno Amoniacal mg/L N-NH ₃	Nitrogeno Total (*) mg/L	Fosfatos mg/L PO ₄ ⁻³
00666-02636	RChhu 8	<0,20	1,37	<0,01	1,62	0,153
00666-02637	RChhu 9	<0,20	0,18	<0,01	1,24	0,102
00666-02638	FJEcu 1	<0,20	3,74	<0,01	16,34	3,757
00666-02639	FChac 1	<0,20	8,52	0,62	20,33	29,131
Límite de Cuantificación		0,20	0,06	0,01	0,10	0,008

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L O ₂	Sólidos Totales Suspensidos mg/L	Celulinas Fecales NMP/100ml	Demanda Química de Oxígeno mg/L O ₂
00666-02636	RChhu 8	<2,0	20,8	78x10 ⁴	8,4
00666-02637	RChhu 9	2,1	18,8	17x10 ⁴	13,6
00666-02638	FJEcu 1	3,7	138,0	54x10 ⁴	18,8
00666-02639	FChac 1	13,2	1 672,0	>16x10 ⁴	45,4
Límite de Cuantificación		2,0	3,0	1,8	2,0

Metales Totales ICP-MS

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Li (Tot) mg/L	B (Tot) mg/L	Ba (Tot) mg/L	Al (Tot) mg/L	P (Tot) mg/L	Ti (Tot) mg/L	V (Tot) mg/L	Cr (Tot) mg/L	Mn (Tot) mg/L	Co (Tot) mg/L
00666-02636	RChhu 8	0,3453	0,1656	<0,0006	0,5274	0,0899	0,0204	<0,0003	0,0010	0,0291	0,0004
00666-02637	RChhu 9	0,2450	0,1091	<0,0006	0,4037	0,0757	0,0151	0,0008	0,0008	0,0222	0,0004
00666-02638	FJEcu 1	0,3528	0,4502	<0,0006	4,0073	0,7816	0,1805	0,0195	0,0055	0,1810	0,0024
00666-02639	FChac 1	0,2904	0,5503	0,0007	25,8307	10,5735	1,0313	0,0846	0,0226	1,3726	0,0164
Límite de Cuantificación		0,0012	0,0012	0,0006	0,0019	0,0033	0,0004	0,0003	0,0005	0,0003	0,0002

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Ni (Tot) mg/L	Cu (Tot) mg/L	Zn (Tot) mg/L	As (Tot) mg/L	Se (Tot) mg/L	Sr (Tot) mg/L	Mo (Tot) mg/L	Ag (Tot) mg/L	Cd (Tot) mg/L	Sb (Tot) mg/L
00666-02636	RChhu 8	0,3023	0,0030	0,0140	0,0034	<0,0002	0,4773	0,0041	<0,0002	<0,0002	0,0004
00666-02637	RChhu 9	0,3019	0,0030	0,0095	0,0039	<0,0002	0,4726	0,0038	<0,0002	<0,0002	<0,0004
00666-02638	FJEcu 1	0,3048	0,0149	0,0467	0,0129	<0,0002	0,7488	0,0119	<0,0002	0,0003	<0,0004
00666-02639	FChac 1	0,3226	0,1218	0,3591	0,0523	0,0030	1,2541	0,0156	<0,0002	0,0026	0,0012
Límite de Cuantificación		0,0004	0,0001	0,0002	0,0004	0,0002	0,0020	0,0002	0,0002	0,0002	0,0004

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Sb (Tot) mg/L	Ba (Tot) mg/L	Ce (Tot) mg/L	Hg (Tot) mg/L	Tl (Tot) mg/L	Pb (Tot) mg/L	Bi (Tot) mg/L	Th (Tot) mg/L	U (Tot) mg/L	Na (Tot) mg/L
00666-02636	RChhu 8	0,3025	0,0546	0,0007	<0,0001	<0,0003	0,0021	<0,0003	0,0010	0,0010	14,1451
00666-02637	RChhu 9	0,3019	0,0528	0,0004	<0,0001	<0,0003	0,0012	<0,0003	<0,0010	0,0009	15,3449
00666-02638	FJEcu 1	0,3015	0,1084	0,0040	<0,0001	<0,0003	0,0120	<0,0003	<0,0010	0,0034	130,0999
00666-02639	FChac 1	0,3035	0,4256	0,0314	<0,0001	0,0005	0,0934	0,0006	0,0015	0,0071	153,0590
Límite de Cuantificación		0,0002	0,0004	0,0003	0,0001	0,0003	0,0002	0,0003	0,0010	0,0003	0,0100

C. RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL SEGUNDO MONITOREO PARTICIPATIVO DE LA CUENCA CHANCAY – HUARAL (AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA)



INSPECTORATE

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI-SNA CON REGISTRO No LE - 031



Registro N° LE-031

Pág. 01-2

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL No. 42256/14-MA-MB

Cliente : Proyecto de Modernización de la Gestión de los Recursos Hídricos
Dirección : Calle. Las Gardenas N° 258 - Huaral
Producto : Agua
Cantidad de muestra : 2l
Presentación : Frascos de plástico y vidrio proporcionados por Inspectorate Services Peru S.A.C.
Instrucciones de Ensayo : Enviadas por el Cliente
Precedencia de la muestra : Muestras enviadas por el cliente indicando fecha de muestreo: 2014-04-09; Hora 09:45:16.10 S/S 000857-14-LMA
Referencia del Cliente : Monitoreo de Calidad de Agua Superficial - Cuenca Chancay Huaral - Agua Superficial
Fecha Ingreso de Muestra(s) : 2014-04-09; Hora: 21:30 (Microbiológico)
Fecha de Inicio de Análisis : 2014-04-09; Hora: 21:40 (Microbiológico)
Fecha de Término de Análisis : 2014-04-10
Solitud de Análisis : 02250/14

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Nitrógeno Nitrato mg/L N-NO ₃	Nitrógeno Amomacal mg/L N-NH ₄	Nitrogeno Total (*) mg/L	Fosforo Total mg/L P Total	Fosfato mg/L PO ₄ ⁻³
02250-08481	L Vici1	0.08	0.01	0.10	0.01	0.009
02250-08482	R Anas2	0.12	0.01	0.14	0.04	0.129
02250-08483	R Chnu3	0.24	0.01	0.26	0.04	0.123
Límite de Cuantificación		0.05	0.01	0.10	0.01	0.008

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L O ₂	Sólidos Totales Suspendedos mg/L	Coliformes Fecales NUP/100ml	Demanda Química de Oxígeno mg/L O ₂
02250-08481	L Vici1	<2.0	<3.0	<1.5	3.0
02250-08482	R Anas2	<2.0	4.0	<1.5	11.2
02250-08483	R Chnu3	<2.0	20.8	73x10	18.4
Límite de Cuantificación		2.0	3.0	1.8	2.9

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Li (Tot) mg/L	B (Tot) mg/L	Be (Tot) mg/L	Al (Tot) mg/L	P (Tot) mg/L	Ti (Tot) mg/L	V (Tot) mg/L	Cr (Tot) mg/L	Mn (Tot) mg/L	Co (Tot) mg/L
02250-08481	L Vici1	0.0018	0.0100	<0.0006	0.0028	<0.0033	<0.0004	0.0007	<0.0005	0.0046	<0.0002
02250-08482	R Anas2	<0.0012	0.0204	<0.0006	0.2734	0.0403	0.0099	<0.0003	0.0014	0.0133	0.0003
02250-08483	R Chnu3	0.0402	0.1452	<0.0006	0.2450	0.0440	0.0077	<0.0003	0.0014	0.0226	0.0003
Límite de Cuantificación		0.0012	0.0012	0.0006	0.0019	0.0033	0.0004	0.0003	0.0005	0.0003	0.0002

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Ni (Tot) mg/L	Cu (Tot) mg/L	Zn (Tot) mg/L	As (Tot) mg/L	Se (Tot) mg/L	Sr (Tot) mg/L	Mo (Tot) mg/L	Ag (Tot) mg/L	Ca (Tot) mg/L	Sr (Tot) mg/L
02250-08481	L Vici1	0.0018	0.0005	0.0248	0.0019	<0.0002	0.2302	0.0023	<0.0002	<0.0002	<0.0004
02250-08482	R Anas2	0.0011	0.0016	0.0135	0.0019	<0.0002	0.2628	0.0010	<0.0002	<0.0002	<0.0004
02250-08483	R Chnu3	0.0023	0.0014	0.0919	0.0054	<0.0002	0.4133	0.0031	<0.0002	0.0002	<0.0004
Límite de Cuantificación		0.0004	0.0001	0.0002	0.0004	0.0002	0.0020	0.0002	0.0002	0.0002	0.0004

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Sb (Tot) mg/L	Ba (Tot) mg/L	Ce (Tot) mg/L	Hg (Tot) mg/L	Tl (Tot) mg/L	Pb (Tot) mg/L	Bi (Tot) mg/L	Tb (Tot) mg/L	U (Tot) mg/L	Nd (Tot) mg/L
02250-08481	L Vici1	0.0005	0.0153	<0.0003	<0.0001	<0.0003	0.0003	<0.0003	<0.0010	0.0004	0.7247
02250-08482	R Anas2	0.0007	0.0076	0.0004	<0.0001	<0.0003	0.0018	<0.0003	<0.0010	<0.0003	0.0003
02250-08483	R Chnu3	0.0014	0.0491	0.0003	<0.0001	<0.0003	0.0015	<0.0003	<0.0010	0.0005	5.5867
Límite de Cuantificación		0.0002	0.0004	0.0003	0.0001	0.0003	0.0002	0.0003	0.0010	0.0003	0.0100

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Mg (Tot) mg/L	K (Tot) mg/L	Ca (Tot) mg/L	Fe (Tot) mg/L	Si (Tot) (%)
02250-08481	L Vici1	5.6942	0.3006	39.6133	<0.0031	0.9877
02250-08482	R Anas2	1.7770	0.3897	11.9418	0.2514	5.7797
02250-08483	R Chnu3	6.0019	1.0844	43.6364	0.3220	3.6166
Límite de Cuantificación		0.0256	0.0237	0.0203	0.0031	0.1000



INSPECTORATE

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI-SNA CON REGISTRO No LE -031



Registro N° LE-031

Pág 01/2

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL No. 42406L/14-MA-MB

Cliente : Proyecto de Modernización de la Gestión de los Recursos Hídricos
 Dirección : Calle, Las Gardenias N° 258 - Huaral
 Producto : Agua
 Cantidad de muestra : 2l
 Presentación : Frascos de plástico y vidrio proporcionados por Inspectorate Servicios Perú S.A.C
 Instrucciones de Ensayo : Enviadas por el Cliente
 Procedencia de la muestra : Muestras enviadas por el cliente indicando fecha de muestreo: 2014-04-10, Hora: 10:00:12:45 S/S 000915-14-LMA
 Referencia del Cliente : Monitoreo de Calidad de Agua Superficial - Cuenta Chancay Huaral
 Fecha Ingreso de Muestra(s) : 2014-04-10; Hora: 16:05 (Microbiológico)
 Fecha de Inicio de Análisis : 2014-04-10; Hora: 16:05 (Microbiológico)
 Fecha de Término de Análisis : 2014-04-29
 Solicitud de Análisis : 02397/14

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Nitrogeno Nitrato mg/L N NO ₃	Nitrogeno Amoniacal mg/L N NH ₄	Nitrogeno Total (*) mg/L	Fósforo Total mg/L P Total	Fósforo mg/L PO ₄ ³⁻
02397-09021	R Chhu 10	0.17	<0.01	0.21	0.02	0.047
02397-09022	R Chhu 5	0.25	<0.01	0.65	0.02	0.027
02397-09023	R Chhu 8	0.53	<0.01	1.71	0.01	<0.005
Límite de Cuantificación		0.06	0.01	0.10	0.01	0.008

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Demanda Quimica de Oxigeno mg/L O ₂	Sólidos Totales Suspendidos mg/L	Coliformes Fecales NMP/100ml	Demanda Quimica de Oxigeno mg/L O ₂
02397-09021	R Chhu 10	<2.0	10.8	35x10 ⁶	5.8
02397-09022	R Chhu 5	10.4	6.2	23x10 ⁶	11.5
02397-09023	R Chhu 8	<2.0	<3.0	4.5	7.1
Límite de Cuantificación		2.0	3.0	1.8	2.0

Metales Totales ICP-MS:

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Li (Tot) mg/L	B (Tot) mg/L	Be (Tot) mg/L	Al (Tot) mg/L	P (Tot) mg/L	Si (Tot) mg/L	V (Tot) mg/L	Cr (Tot) mg/L	Mn (Tot) mg/L	Cd (Tot) mg/L
02397-09021	R Chhu 10	0.0455	0.1660	<0.0006	0.4878	0.0331	0.0130	0.0025	0.0096	0.0279	0.0003
02397-09022	R Chhu 5	0.0457	0.1741	<0.0006	0.2384	0.0143	0.0089	0.0025	<0.0005	0.0134	0.0002
02397-09023	R Chhu 8	0.0494	0.1800	<0.0006	0.6414	0.0109	0.0013	0.0015	<0.0005	0.0040	<0.0002
Límite de Cuantificación		0.0012	0.0012	0.0006	0.0019	0.0023	0.0004	0.0003	0.0005	0.0003	0.0002

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	N (Tot) mg/L	Cu (Tot) mg/L	Zn (Tot) mg/L	As (Tot) mg/L	Se (Tot) mg/L	Sr (Tot) mg/L	Mo (Tot) mg/L	Ag (Tot) mg/L	Cd (Tot) mg/L	Sr (Tot) mg/L
02397-09021	R Chhu 10	0.0009	0.0031	0.0259	0.0059	<0.0001	0.3891	0.0023	<0.0002	0.0002	<0.0004
02397-09022	R Chhu 5	0.0006	0.0029	0.0112	0.0054	<0.0002	0.3932	0.0021	<0.0002	<0.0002	<0.0004
02397-09023	R Chhu 8	<0.0004	0.0010	0.0055	0.0041	<0.0002	0.3630	0.0032	<0.0002	<0.0002	<0.0004
Límite de Cuantificación		0.0004	0.0001	0.0002	0.0004	0.0002	0.0020	0.0002	0.0002	0.0002	0.0004

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Sr (Tot) mg/L	Ba (Tot) mg/L	Ce (Tot) mg/L	Hg (Tot) mg/L	Ti (Tot) mg/L	Pb (Tot) mg/L	Bi (Tot) mg/L	Th (Tot) mg/L	U (Tot) mg/L	Na (Tot) mg/L
02397-09021	R Chhu 10	0.0012	0.0494	0.0005	<0.0001	<0.0003	0.0020	<0.0003	<0.0010	0.0006	8.6916
02397-09022	R Chhu 5	0.0012	0.0484	<0.0003	<0.0001	<0.0003	0.0011	<0.0003	<0.0010	0.0006	9.2515
02397-09023	R Chhu 8	0.0009	0.0376	<0.0003	<0.0001	<0.0003	0.0004	<0.0003	<0.0010	0.0008	12.7314
Límite de Cuantificación		0.0002	0.0004	0.0003	0.0001	0.0002	0.0002	0.0003	0.0010	0.0003	0.0100

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Mg (Tot) mg/L	K (Tot) mg/L	Ca (Tot) mg/L	Fe (Tot) mg/L	Si (Tot) (*) mg/L
02397-09021	R Chhu 10	7.0639	1.4179	50.9883	0.5194	5.4692
02397-09022	R Chhu 5	7.0751	1.3941	49.8797	0.2813	4.9397
02397-09023	R Chhu 8	7.1906	1.5375	41.0832	0.6394	4.5841
Límite de Cuantificación		0.0356	0.0237	0.0303	0.6031	0.1000

D. RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL TERCER MONITOREO PARTICIPATIVO DE LA CUENCA CHANCAY – HUARAL (AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA)



INSPECTORATE

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE - 031



Registro N° LE-031

Pág. 01/2

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL No. 53495L/14-MA-MB

Cliente	: Proyecto de Modernización de la Gestión de los Recursos Hídricos
Dirección	: Av. Pablo Carrizosa N° 272, San Isidro - Lima
Producto	: Agua
Cantidad de muestra	: 2 l
Presentación	: Frascos de plástico y vidrio proporcionados por Inspectorate Services Peru S.A.C.
Instrucciones de Ensayo	: Enviadas por el Cliente
Procedencia de la muestra	: Muestras enviadas por el cliente indicando fecha de muestreo: 2014-05-21; Hora: 10:00:15:30 S-S 001231-14-LMA
Referencia del Cliente	: Agua Superficial
Fecha Ingreso de Muestra(s)	: 2014-05-21; Hora: 20:45 (Microbiológico)
Fecha de Inicio de Análisis	: 2014-05-21; Hora: 21:30 (Microbiológico)
Fecha de Término de Análisis	: 2014-05-29
Solicitud de Análisis	: 03460-14

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Nitrógeno Nitrato mg/L N-NO ₃	Nitrógeno Amomiacal mg/L N-NH ₃	Nitrógeno Total (*) mg/L	Fósforo Total mg/L P Total	Fósforo mg/L PO ₄ ³⁻
03460-12754	L Vici 1	0.07	<0.01	0.00	<0.01	0.008
03460-12755	R Chhu3	0.60	0.05	0.70	0.03	0.025
03460-12756	R Añas 2	0.18	<0.01	0.52	0.01	0.015
Límite de Cuantificación		0.06	0.01	0.10	0.01	0.008

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Demanda Química de Oxígeno mg/L O ₂	Sólidos Totales Suspendedos mg/L	Coliformes Fecales NMP/100ml	Demanda Química de Oxígeno mg/L O ₂
03460-12754	L Vici 1	<2.0	<3.0	<1.3	<2.0
03460-12755	R Chhu3	<2.0	<3.0	21X10 ⁶	<2.0
03460-12756	R Añas 2	<2.0	<3.0	4.5	<2.0
Límite de Cuantificación		2.0	3.0	1.8	2.0

Metales Totales (CP MS)

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Li (Tot) mg/L	B (Tot) mg/L	Be (Tot) mg/L	Al (Tot) mg/L	P (Tot) mg/L	Tr (Tot) mg/L	V (Tot) mg/L	Cr (Tot) mg/L	Mn (Tot) mg/L	Co (Tot) mg/L
03460-12754	L Vici 1	0.0015	0.0097	<0.0006	0.0027	<0.0033	<0.0004	0.0003	<0.0005	0.0040	<0.0002
03460-12755	R Chhu3	0.0660	0.2184	<0.0006	0.1217	0.0302	0.0041	0.0051	<0.0005	0.0115	<0.0002
03460-12756	R Añas 2	0.0033	0.0256	<0.0006	0.0470	0.0076	0.0005	0.0017	<0.0005	0.0039	<0.0002
Límite de Cuantificación		0.0012	0.0012	0.0006	0.0019	0.0033	0.0004	0.0003	0.0005	0.0003	0.0002

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Ni (Tot) mg/L	Cu (Tot) mg/L	Zn (Tot) mg/L	As (Tot) mg/L	Se (Tot) mg/L	Gr (Tot) mg/L	Mo (Tot) mg/L	Ag (Tot) mg/L	Cd (Tot) mg/L	Sr (Tot) mg/L
03460-12754	L Vici 1	<0.0004	0.0003	0.0173	0.0011	<0.0002	0.2830	0.0016	<0.0002	<0.0002	<0.0004
03460-12755	R Chhu3	0.0008	0.0013	0.0302	0.0067	<0.0002	0.4719	0.0030	<0.0002	<0.0002	<0.0004
03460-12756	R Añas 2	<0.0004	0.0006	0.0054	0.0016	<0.0002	0.0926	0.0012	<0.0002	<0.0002	<0.0004
Límite de Cuantificación		0.0004	0.0001	0.0002	0.0004	0.0002	0.0020	0.0002	0.0002	0.0002	0.0004

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Sb (Tot) mg/L	Ba (Tot) mg/L	Ce (Tot) mg/L	Hg (Tot) mg/L	Ti (Tot) mg/L	Pb (Tot) mg/L	B (Tot) mg/L	Ta (Tot) mg/L	U (Tot) mg/L	Na (Tot) mg/L
03460-12754	L Vici 1	0.0002	0.0126	<0.0003	<0.0001	<0.0003	0.0002	<0.0003	<0.0010	<0.0003	1.0517
03460-12755	R Chhu3	0.0010	0.0395	<0.0003	<0.0001	<0.0003	0.0008	<0.0003	<0.0010	0.0003	9.4036
03460-12756	R Añas 2	0.0002	0.0047	<0.0003	<0.0001	<0.0003	0.0004	<0.0003	<0.0010	<0.0003	5.4232
Límite de Cuantificación		0.0002	0.0004	0.0003	0.0001	0.0003	0.0002	0.0003	0.0010	0.0003	0.0100

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Mg (Tot) mg/L	K (Tot) mg/L	Ca (Tot) mg/L	Fe (Tot) mg/L	Si (Tot) (*) mg/L
03460-12754	L Vici 1	5.7605	0.4362	43.2275	0.0008	1.1810
03460-12755	R Chhu3	7.5598	1.4723	54.1723	0.1445	3.9623
03460-12756	R Añas 2	2.6157	0.4292	17.8179	0.0253	6.9468
Límite de Cuantificación		0.0056	0.0037	0.0303	0.0031	0.1000



INSPECTORATE

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI-SNA
CON REGISTRO N° LE - 031**



Registro N° LE-031

Pág. 01/2

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL No. 53520L/14-MA-MB

Cliete : Proyecto de Modernización de la Gestión de los Recursos Hídricos
Dirección : Av. Pablo Carrizosa N° 278, San Isidro - Lima
Producto : Agua
Cantidad de muestra : 24
Presentación : Frascos de plástico y vidrio proporcionados por Inspectorate Services Perú S.A.C.
Instrucciones de Ensayo : Enviadas por el Cliente
Procedencia de la muestra : Muestras enviadas por el cliente indicando fecha de muestreo: 2014-05-22; Hora: 10:00/13:20
 S/S 001232-14-LMA
Referencia del Cliente : PMGRH - Huaral - Lima - Agua Superficial
Fecha ingreso de Muestra(s) : 2014-05-22; Hora: 19:19 (Microbiológica)
Fecha de Inicio de Análisis : 2014-05-22; Hora: 20:00 (Microbiológica)
Fecha de Término de Análisis : 2014-05-29
Solicitud de Análisis : 03483/14

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Nitrógeno Nitrito mg/L N-NO ₂	Nitrógeno Amoniacal mg/L N-NH ₄	Nitrógeno Total (*) mg/L	Fósforo Total mg/L P Total	Fósforo mg/L PO ₄ ³⁻
03483-12918	R Chhufo	0.51	0.02	0.71	0.02	0.030
03483-12919	R Chhufo	2.58	0.01	3.09	0.02	0.028
03483-12920	R Chhufo	2.17	0.02	3.25	0.02	0.040
Límite de Cuantificación		0.06	0.01	0.10	0.01	0.008

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L O ₂	Sólidos Totales Suspensidos mg/L	Coliformes Fecales NMP/100ml	Demanda Química de Oxígeno mg/L O ₂
03483-12918	R Chhufo	<2.0	<3.0	17	<2.0
03483-12919	R Chhufo	<2.0	3.2	95*10 ⁶	2.6
03483-12920	R Chhufo	<2.0	<3.0	40	2.6
Límite de Cuantificación		2.0	3.0	1.8	7.0

Metales Totales ICP-MS

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Li (Tot) mg/L	B (Tot) mg/L	Be (Tot) mg/L	Al (Tot) mg/L	P (Tot) mg/L	Tr (Tot) mg/L	V (Tot) mg/L	Cr (Tot) mg/L	Mn (Tot) mg/L	Co (Tot) mg/L
03483-12918	R Chhufo	0.0096	0.2296	<0.0006	0.1157	0.0000	0.0054	0.0018	<0.0005	0.0031	<0.0002
03483-12919	R Chhufo	0.0643	0.2373	<0.0006	0.1893	0.0003	0.0098	0.0030	<0.0005	0.0053	<0.0002
03483-12920	R Chhufo	0.0526	0.2500	<0.0006	0.0337	0.0123	0.0017	0.0016	<0.0005	0.0017	<0.0002
Límite de Cuantificación		0.0012	0.0012	0.0008	0.0019	0.0033	0.0004	0.0003	0.0005	0.0003	0.0002

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Ni (Tot) mg/L	Cu (Tot) mg/L	Zn (Tot) mg/L	As (Tot) mg/L	Sa (Tot) mg/L	Sr (Tot) mg/L	Mo (Tot) mg/L	Ag (Tot) mg/L	Cs (Tot) mg/L	Sr (Tot) mg/L
03483-12918	R Chhufo	0.0005	0.0008	0.0106	0.0056	<0.0002	0.4547	0.0027	<0.0002	<0.0002	<0.0004
03483-12919	R Chhufo	0.0006	0.0011	0.0089	0.0050	<0.0002	0.4267	0.0029	<0.0002	<0.0002	<0.0004
03483-12920	R Chhufo	<0.0004	0.0005	0.0073	0.0034	<0.0002	0.4520	0.0029	<0.0002	<0.0002	<0.0004
Límite de Cuantificación		0.0004	0.0001	0.0002	0.0004	0.0002	0.0020	0.0002	0.0002	0.0002	0.0004

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	So (Tot) mg/L	Ba (Tot) mg/L	Ce (Tot) mg/L	Hg (Tot) mg/L	Ti (Tot) mg/L	Pb (Tot) mg/L	B (Tot) mg/L	Th (Tot) mg/L	U (Tot) mg/L	Na (Tot) mg/L
03483-12918	R Chhufo	0.0009	0.0009	<0.0003	<0.0001	<0.0003	0.0005	<0.0003	<0.0010	0.0005	10.0953
03483-12919	R Chhufo	0.0009	0.0030	<0.0003	<0.0001	<0.0003	0.0007	<0.0003	<0.0010	0.0006	11.3879
03483-12920	R Chhufo	0.0006	0.0038	<0.0003	<0.0001	<0.0003	0.0002	<0.0003	<0.0010	0.0008	19.4661
Límite de Cuantificación		0.0002	0.0004	0.0003	0.0001	0.0003	0.0002	0.0003	0.0010	0.0003	0.0100

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Mg (Tot) mg/L	K (Tot) mg/L	Ca (Tot) mg/L	Fe (Tot) mg/L	Si (Tot) (*) mg/L
03483-12918	R Chhufo	7.3302	1.3371	31.3144	0.1239	4.1568
03483-12919	R Chhufo	7.5428	1.5570	40.0056	0.1812	4.3558
03483-12920	R Chhufo	8.9214	2.1740	42.9801	0.0198	5.1899
Límite de Cuantificación		0.0156	0.0237	0.0303	0.0031	0.1000

E. RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL CUARTO MONITOREO PARTICIPATIVO DE LA CUENCA CHANCAY – HUARAL (AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA)



Inassa
ENVIROLAB



Información General

Matriz: Agua

Boheda de Análisis: CP N° 009-2014-ANA-PMORH-BM (Nov-110)

Muestreado por: Cliente

Procedencia: Cuenca Chancay - Huaral

Referencia: Proyecto de Modernización de Gestión de Recursos Hídricos

Identificación de Laboratorio: S-0001098802
 Tipo de Muestra: Agua Superficial
 Identificación de Muestra: RAAtas2
 Fecha de Recepción/Inicio de Análisis: 2014-11-05
 Fecha y hora de Muestreo: 2014-11-05 10:00

Análisis	Fecha de Fin de Análisis	Resultado	Unidad
N.D. Significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado en el paréntesis ().			
Microbiología			
* Coliformes Termotolerantes (N° 5MFWW-APHA-RWWA-WEF Part 9221 E-1 22nd Ed)	2014-11-11		
Coliformes Termotolerantes		4.5	NMP/100 mL
Química			
* Metales Totales en Agua: EPA Method 200.8, Revised 5.4, May 1994	2014-11-10		
Cobre Total		0.0620	mg/L
Cromo Total		24.935	mg/L
Cerio Total		ND(<0.0001)	mg/L
Estroncio Total		0.1247	mg/L
Estaño Total		ND(<0.0004)	mg/L
Hierro Total		0.03317	mg/L
Litio Total		0.0075	mg/L
Magnesio Total		3.6303	mg/L
Potasio Total		0.570	mg/L
Sodio Total		8.7518	mg/L
Titanio Total		ND(<0.001)	mg/L
* Nitrógeno Total: SM 4500-Norg-B EPA Method 352.1 / EPA Method 354.1	2014-11-13		
Nitrógeno Total		0.22	mg/L
DBO5 en Agua: EPA Method 405.1, Revised March 1983	2014-11-10		
DBO5		ND(<3)	mg/L
DQO en Agua: EPA Method 410.1, Revised March 1983	2014-11-10		
DQO		ND(<6)	mg/L
Fosfato en Agua: EPA Method 365.3, March 1983	2014-11-05		
P - Fosfato		0.010	mg/L
Fósforo Total en Agua: EPA Method 365.3, March 1983	2014-11-17		
Fósforo Total		0.014	mg/L
Mercurio Total en Agua: EPA Method 245.7 (val), Febrero 2005	2014-11-10		
Mercurio Total		ND(<0.0001)	mg/L
Metales Totales en Agua: EPA Method 200.8, Revised 5.4, May 1994	2014-11-10		
Aluminio Total		0.0157	mg/L
Antimonio Total		0.00042	mg/L
Arsénico Total		0.0021	mg/L
Bario Total		0.0090	mg/L
Berilio Total		ND(<0.0005)	mg/L
Cadmio Total		ND(<0.00018)	mg/L
Cobalto Total		ND(<0.0001)	mg/L
Cromo Total		ND(<0.00015)	mg/L

FG20141105131058

J-00158829

pág 2 de 6

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito de NSF Envirolab. Solamente los documentos originales son válidos y NSF Envirolab no se responsabiliza por la validez de las copias. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca NSF. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.



Análisis	Fecha de Fin de Análisis	Resultado	Unidad
N.D. Significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado en el paréntesis ()			
Química (Continúa...)			
Cobre Total		0.002 37	mg/L
Manganeso Total		0.004 0	mg/L
Mercurio Total		0.003 1	mg/L
Níquel Total		ND(<0.000 2)	mg/L
Plata Total		ND(<0.000 3)	mg/L
Pomo Total		0.000 34	mg/L
Selenio Total		ND(<0.000 4)	mg/L
Talio Total		ND(<0.000 15)	mg/L
Terbio Total		ND(<0.000 6)	mg/L
Uranio Total		0.000 26	mg/L
Vanadio Total		0.000 33	mg/L
Zinc Total		0.020	mg/L
N-Amónico en Agua SMEWW Part 4500-NH3-F, 22nd Ed 2012	2014-11-11		
N - Amónico		ND(<0.01)	mg/L
N-Nitrato en Agua EPA Method 352.1, Revised March 1983	2014-11-10		
N - Nitrato		0.21	mg/L
Sólidos Totales en Suspensión en Agua SMEWW Part 2540-D, 22nd Ed 2012	2014-11-10		
Sólidos Totales en Suspensión		ND(<1)	mg/L

Identificación de Laboratorio: S-0001006854
 Tipo de Muestra: Agua Superficial
 Identificación de Muestra: RCMu10
 Fecha de Recepción/Inicio de Análisis: 2014-11-05
 Fecha y hora de Muestreo: 2014-11-05 12:00

Análisis	Fecha de Fin de Análisis	Resultado	Unidad
N.D. Significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado en el paréntesis ()			
Microbiología			
Coliformes Termotolerantes (N) SMEWW-APHA-JWWA-WEF Part 9221 E-1, 22nd Ed	2014-11-11		
Coliformes Termotolerantes		79	NMP/100 mL
Química			
* Metales Totales en Agua EPA Method 200.8, Revised 5.4, May 1994	2014-11-10		
Boro Total		0.272 6	mg/L
Cadmio Total		50.199	mg/L
Cerio Total		0.000 2	mg/L
Estroncio Total		0.568 0	mg/L
Estafío Total		ND(<0.000 4)	mg/L
Hierro Total		0.172 37	mg/L
Litio Total		0.084 4	mg/L
Magnesio Total		8.202 0	mg/L
Potasio Total		1.878	mg/L
Sodio Total		13.050	mg/L
Titanio Total		0.005	mg/L
*Nitrógeno Total 8M 4500-Norg-B EPA Method 352.1 / EPA Method 354.1	2014-11-13		
Nitrógeno Total		0.23	mg/L
DBO5 en Agua EPA Method 405.1, Revised March 1983	2014-11-10		
DBO5		ND(<3)	mg/L
DOC en Agua EPA Method 410.1, Revised March 1983	2014-11-07		

FD0141125131058

J-00158629

pág 3 de 6

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito de NSF EnviroLab. Solamente los documentos originales son válidos y NSF EnviroLab no se responsabiliza por la validez de las copias. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca NSF. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.



Análisis	Fecha de Fin de Análisis	Resultado	Unidad
N.D.: Significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado en el paréntesis ()			
Química (Continúa...)			
DOO		ND(<6)	mg/L
Fosfato en Agua EPA Method 365.3, March 1983	2014-11-05		
P - Fosfato		0.0096	mg/L
Fósforo Total en Agua EPA Method 365.3, March 1983	2014-11-17		
Fósforo Total		0.014	mg/L
Metales Totales en Agua EPA Method 200.8, Revised 5.4, May 1994	2014-11-10		
Aluminio Total		0.1399	mg/L
Antimonio Total		0.00169	mg/L
Arsénico Total		0.0071	mg/L
Bario Total		0.0453	mg/L
Berilio Total		ND(<0.0005)	mg/L
Cadmio Total		ND(<0.00018)	mg/L
Cobalto Total		0.0001	mg/L
Cromo Total		0.00015	mg/L
Cobre Total		0.00302	mg/L
Manganeso Total		0.0236	mg/L
Molibdeno Total		0.0044	mg/L
Níquel Total		0.0003	mg/L
Plata Total		ND(<0.0003)	mg/L
Plomo Total		0.00171	mg/L
Selenio Total		ND(<0.0004)	mg/L
Taño Total		ND(<0.00015)	mg/L
Torio Total		ND(<0.0005)	mg/L
Uranio Total		0.000980	mg/L
Vanadio Total		0.00083	mg/L
Zinc Total		0.009	mg/L
N-Amorfo en Agua. SMWW Part 4500-NH3-F, 22nd Ed 2012	2014-11-11		
N - Amorfo		ND(<0.01)	mg/L
N-Nitrato en Agua EPA Method 352.1, Revised March 1983	2014-11-10		
N - Nitrato		0.22	mg/L
Sólidos Totales en Suspensión en Agua. SMWW Part 2540-D, 22nd Ed 2012	2014-11-10		
Sólidos Totales en Suspensión		8	mg/L

Identificación de Laboratorio: S-0001008856
 Tipo de Muestra: Agua Superficial
 Identificación de Muestra: RC1hu8
 Fecha de Recepción/Inicio de Análisis: 2014-11-05
 Fecha y hora de Muestras: 2014-11-05 14:30

Análisis	Fecha de Fin de Análisis	Resultado	Unidad
N.D.: Significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado en el paréntesis ()			
Microbiología			
# Coliformes Termotolerantes (NT) SMWW/APHA/WWA-WEP Part 9221 E-1, 22nd Ed	2014-11-11		
Coliformes Termotolerantes		330	NMP/100 mL
Química			
* Metales Totales en Agua EPA Method 200.8, Revised 5.4, May 1994	2014-11-10		
Boro Total		0.3420	mg/L
Celso Total		86.304	mg/L
Ceio Total			mg/L

F. MAPAS TEMÀTICOS

- MAPA 1: Mapa de Ubicación
- MAPA 2: Mapa de la Cuenca Hidrográfica Chancay – Huaral
- MAPA 3: Mapa Topográfico
- MAPA 4: Mapa de Pendientes
- MAPA 5: Mapa Geológico
- MAPA 6: Mapa Geomorfológico
- MAPA 7: Mapa Climático
- MAPA 8: Mapa Hidrológico
- MAPA 9: Mapa de Zonas de Vida
- MAPA 10: Mapa de Densidad Poblacional
- MAPA 11: Mapa de Ubicación de Vertimiento de Efluentes
- MAPA 12: Mapa de Ubicación de Pasivos Ambientales
- MAPA 13: Mapa de Estaciones de Monitoreo Ambiental
- MAPA 14: Mapa de Análisis Geoestadístico del pH
- MAPA 15: Mapa de Análisis Geoestadístico de la Conductividad eléctrica
- MAPA 16: Mapa de Análisis Geoestadístico de DBO₅
- MAPA 17: Mapa de Análisis Geoestadístico de DQO
- MAPA 18: Mapa de Análisis Geoestadístico de Solidos Suspendidos Totales
- MAPA 19: Mapa de Análisis Geoestadístico de Coliformes Fecales
- MAPA 20: Mapa de Análisis Geoestadístico de Fosfatos
- MAPA 21: Mapa de Análisis Geoestadístico de Nitratos
- MAPA 22: Mapa de Análisis Geoestadístico del Sodio
- MAPA 23: Mapa de Análisis Geoestadístico del Magnesio
- MAPA 24: Mapa de Análisis Geoestadístico del Aluminio Total
- MAPA 25: Mapa de Análisis Geoestadístico del Arsénico Total

- MAPA 26: Mapa de Análisis Geoestadístico del Plomo
- MAPA 27: Mapa de Análisis Geoestadístico del Zinc Total
- MAPA 28: Mapa de Focos de Contaminación Ambiental