

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA



Influencia de la extracción de materiales de construcción, en la
calidad de agua, sub cuenca río Tonchima, carretera Rioja
Yorongos, 2020

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR

Erick Oliva Noriega

ASESOR

Denis Izquierdo Hernández

Rioja, Perú

2022

METADATOS COMPLEMENTARIOS

Datos del autor

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Datos del asesor

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (obligatorio)	

Datos del Jurado

Datos del presidente del jurado

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Datos del segundo miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Datos del tercer miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Datos de la obra

Materia*	
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado:	
Idioma (Normal ISO 639-3)	
Tipo de trabajo de investigación	
País de publicación	
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	
Grado académico o título profesional	
Nombre del programa	
Código del programa Consultar el listado:	

*Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesoro).



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 013 - 2023/UCSS/FIA/DI

Siendo las 10:00 a.m. del 02 de marzo de 2023, a través de la plataforma virtual zoom de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, el Jurado de Tesis integrado por:

- | | |
|-------------------------------------|-----------------|
| 1. Janet del Milagro Zúñiga Trelles | presidente |
| 2. Eskim Santiago Valverde Obregón | primer miembro |
| 3. Claudia Liliana Gutiérrez Rosas | segundo miembro |
| 4. Denis Izquierdo Hernández | asesor |

Se reunieron para la sustentación virtual de la tesis titulada **Influencia de la extracción de materiales de construcción en la calidad de agua, sub cuenca río Tonchima, carretera Rioja Yorongos, 2020**, que presenta el bachiller en Ciencias Ambientales, **Erick Oliva Noriega**, cumpliendo así con los requerimientos exigidos por el reglamento para la modalidad de titulación; la presentación y sustentación de un trabajo de investigación original, para obtener el Título Profesional de **Ingeniero Ambiental**.

Terminada la sustentación y luego de deliberar, el Jurado acuerda:

APROBAR

DESAPROBAR

La tesis, con el calificativo de **MUY BUENA** y eleva la presente Acta al Decanato de la Facultad de Ingeniería Agraria, a fin de que se declare EXPEDITA para conferirle el TÍTULO de INGENIERO AMBIENTAL.

Lima, 02 de marzo de 2023.

Janet del Milagro Zúñiga Trelles
PRESIDENTE

Eskim Santiago Valverde Obregón
1° MIEMBRO

Claudia Liliana Gutiérrez Rosas
2° MIEMBRO

Denis Izquierdo Hernández
ASESOR

Anexo 2

CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR(A) DE TESIS / INFORME ACADÉMICO/ TRABAJO DE INVESTIGACIÓN/ TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL CON INFORME DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO

Ciudad, Nueva Cajamarca 04 de octubre de 2023

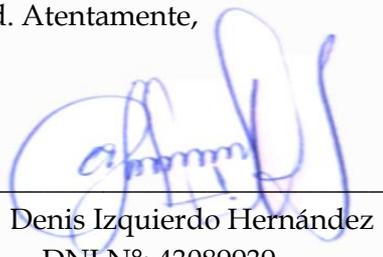
Señor(a),
Wilfredo Mendoza Caballero
Jefe del Departamento de Investigación
Facultad de Ingeniería Agraria - UCSS

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que **la tesis**, bajo mi asesoría, con título: Influencia de la extracción de materiales de construcción, en la calidad de agua, sub cuenca río Tonchima, carretera Rioja Yorongos, 2020, presentado por Erick Oliva Noriega con código de estudiante 2010200905 y DNI 74021788 para optar **el título profesional** de Ingeniero Ambiental ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para ser sustentado ante el Jurado Evaluador.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se le ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 0 %** (poner el valor del porcentaje)*. Por tanto, en mi condición de asesor(a), firmo la presente carta en señal de conformidad y **adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin**, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,



Denis Izquierdo Hernández
DNI N°: 43089939
ORCID: 0000-0002-8346-6580
Facultad de Ingeniería Agraria
UCSS

(*) De conformidad con el artículo 8°, del Capítulo 3 del Reglamento de Control Antiplagio e Integridad Académica para trabajos para optar grados y títulos, aplicación del software antiplagio en la UCSS, se establece lo siguiente:

Artículo 8°. Criterios de evaluación de originalidad de los trabajos y aplicación de filtros

El porcentaje de similitud aceptado en el informe del software antiplagio para trabajos para optar grados académicos y títulos profesionales, **será máximo de veinte por ciento (20%) de su contenido, siempre y cuando no implique copia o indicio de copia.**

DEDICATORIA

A mi querida madre y hermanos por su apoyo incondicional en todo el proceso de mi formación académica.

AGRADECIMIENTO

A todos los catedráticos de la Facultad de Ingeniería Agraria, Programa de Estudios de Ingeniería Ambiental, expongo mi sincera gratitud por su excelente formación, y por los valiosos conocimientos y experiencias compartidas, los cuales fueron el fundamento para mi desarrollo profesional.

Al Ing. Denis Izquierdo Hernández, por su dedicación y generosidad al haberme brindado asesoramiento en todo el proceso de investigación, este logro no hubiera sido posible sino gracias a sus acertadas orientaciones.

A la Municipalidad distrital de Yorongos y al Sr. Edgar Más Montoya por el apoyo con información brindada para la ejecución de la investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE APÉNDICES.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	4
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	5
1.1. Antecedentes.....	5
1.1.1. Internacional.....	5
1.1.2. Nacional.....	10
1.2. Bases teóricas especializadas.....	15
1.2.1. Calidad de agua.....	15
1.2.2. Clasificación para el uso de los cuerpos de agua.....	16
1.2.3. Extracción de materiales de construcción.....	19
1.2.4. Marco normativo para la extracción de materiales de construcción.....	21
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
2.1. Diseño de la investigación.....	26
2.2. Lugar y fecha.....	27
2.3. Población y muestra.....	29
2.3.1. Población.....	29
2.3.2. Muestra.....	29
2.4. Técnicas e instrumentos.....	31
2.4.1. Técnicas.....	31
2.4.2. Instrumentos.....	31
2.5. Descripción de la investigación.....	31
2.5.1. Extracción de materiales de construcción.....	32
2.5.2. Evaluación de la calidad del agua.....	34
2.5.3. Verificación estadística de la influencia de las variables.....	36
2.6. Identificación de variables y su mensuración.....	37

2.7. Análisis estadístico de los datos	39
2.8. Materiales y equipos	41
CAPÍTULO III: RESULTADOS	43
3.1. Extracción de materiales de construcción en la subcuenca río Tonchima	43
3.2. Determinación de la calidad del agua del área de extracción de materiales	45
3.3. Influencia de la extracción de materiales de construcción en los parámetros físicoquímicos de la calidad del agua	48
CAPÍTULO IV: DISCUSIONES	63
4.1. Extracción de materiales de construcción en la subcuenca, río Tonchima	63
4.2. Determinación de la calidad del agua del área de extracción de materiales.....	64
4.3. Influencia de la extracción de materiales de construcción en los parámetros físicoquímicos de la calidad del agua	66
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES	68
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES	69
REFERENCIAS	70
TERMINOLOGÍA	75
APÉNDICES	77

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. <i>Operacionalización de la Variable Independiente</i>	37
Tabla 2. <i>Operacionalización de la Variable Dependiente</i>	39
Tabla 3. <i>Materiales y equipos para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales</i>	42
Tabla 4. <i>Extracción de materiales de construcción en la subcuenca río Tonchima</i>	44
Tabla 5. <i>Calidad del agua de la subcuenca del río Tonchima, según los estándares de calidad ambiental</i>	46
Tabla 6. <i>Prueba de Hipótesis sobre la extracción de materiales de construcción y la calidad de agua según parámetro turbiedad</i>	49
Tabla 7. <i>Prueba de Hipótesis sobre la extracción de materiales de construcción y la calidad de agua según parámetro conductividad</i>	50
Tabla 8. <i>Prueba de Hipótesis sobre la extracción de materiales de construcción y la calidad de agua según parámetro color</i>	51
Tabla 9. <i>Prueba de Hipótesis sobre la extracción de materiales de construcción y la calidad de agua según parámetro oxígeno disuelto</i>	52
Tabla 10. <i>Prueba de Hipótesis sobre la extracción de materiales de construcción y la calidad de agua según parámetro aceites y grasas</i>	53
Tabla 11. <i>Prueba de Hipótesis sobre la extracción de materiales de construcción y la calidad de agua según parámetro DQO</i>	55
Tabla 12. <i>Prueba de Hipótesis sobre la extracción de materiales de construcción y la calidad según parámetro DBO</i>	56
Tabla 13. <i>Prueba de Hipótesis sobre la extracción de materiales de construcción y la calidad de agua según parámetro sólidos suspendidos</i>	57
Tabla 14. <i>Prueba de Hipótesis sobre la extracción de materiales de construcción y la calidad de agua según parámetro sólidos sedimentables</i>	59
Tabla 15. <i>Prueba de Hipótesis sobre la extracción de materiales de construcción y la calidad de agua según parámetro potencial de hidrógeno</i>	60
Tabla 16. <i>Prueba de Hipótesis sobre la extracción de materiales de construcción y la calidad de agua según parámetro temperatura</i>	61

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Zona de extracción en ríos sin encausamiento con régimen permanente.....	23
<i>Figura 2.</i> Zona de extracción en ríos que mantienen su flujo en el eje del cauce.....	23
<i>Figura 3.</i> Selección de zona de extracción en ríos con régimen no permanente	24
<i>Figura 4.</i> Selección de zona de extracción en desembocaduras de río	24
<i>Figura 5.</i> Línea de Thalweg	25
<i>Figura 6.</i> Mapa del área de investigación	28
<i>Figura 7.</i> Puntos de muestreo de agua	30
<i>Figura 8.</i> Identificación de la zona de extracción	32
<i>Figura 9.</i> Explotación de material de construcción.....	33
<i>Figura 10.</i> Acopio de material de construcción extraído del río Tonchima.....	33
<i>Figura 11.</i> Establecimiento de los puntos de monitoreo	34
<i>Figura 12.</i> Toma de muestras de agua	35
<i>Figura 13.</i> Rotulado y etiquetado de muestras.....	36

ÍNDICE DE APÉNDICES

	Pág.
Apéndice 1. Ficha de observación de la extracción de materiales de construcción	77
Apéndice 2. Cadena de custodia.....	78
Apéndice 3. Resultados de los análisis fisicoquímicos del agua.....	80
Apéndice 4. Solicitud de permiso y autorización de la empresa extractora	88
Apéndice 5. Solicitud de permiso a la Municipalidad distrital de Yorongos	90
Apéndice 6. Resolución de Alcaldía que autoriza la extracción	91

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo conocer la influencia de la extracción de materiales de construcción sobre la calidad de agua, en la subcuenca del río Tonchima, carretera Rioja - Yorongos, 2020. El estudio presentó un enfoque cuantitativo, con alcance descriptivo, diseño no experimental, correlacional-causal. La población estuvo conformada por la subcuenca del río Tonchima, con un área de 20 850 ha y la muestra fue la zona de extracción de materiales de construcción en el sector Shiruyaco, río Tonchima, distrito y provincia de Rioja, con una longitud total de 320 m. La metodología consistió en desarrollar tres procesos bien definidos; donde el primer proceso consistió en la recolección de datos de la extracción de materiales de construcción; el segundo proceso consistió en la evaluación de la calidad del agua en la zona de extracción; y el tercer y último proceso consistió en la verificación estadística de la influencia entre ambas variables.

La extracción de materiales de construcción cumplió con la mayoría de los criterios establecidos en la R.J. N° 102-2019-ANA para identificación, determinación del volumen y explotación; pero distorsionó la velocidad del flujo de agua y no respetó el ancho estable de 40 m, para conformar la caja hidráulica del río considerando el nivel del Thalweg. La calidad de agua del área de extracción en el parámetro físico-químico de turbiedad no cumplió con los indicadores de calidad del ECA-Categoría III, el parámetro color no cumplió con los indicadores de calidad del ECA-Categoría III y IV, asimismo, el parámetro aceites y grasas no cumplió con los indicadores de calidad del ECA-Categoría III y IV. La extracción de materiales de construcción influyó significativamente en la calidad de agua, subcuenca río Tonchima, carretera Rioja - Yorongos, 2020, en los parámetros turbidez, conductividad, aceites y grasas, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos, sólidos sedimentables, color y oxígeno disuelto, debido a que el estadístico de prueba t-Student obtenido fue inferior al valor tabular, con p-valor inferior al 5 %.

Palabras clave: Extracción, materiales de construcción, calidad de agua, río.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the influence of the extraction of construction materials on water quality, in the Tonchima river sub-basin, Rioja - Yorongos highway, 2020. The study presented a quantitative approach, with a descriptive scope, non-experimental design, correlational-causal. The population was made up of the Tonchima River sub-basin, with an area of 20,850 ha, and the sample was the construction material extraction area in the Shiruyaco sector, Tonchima River, district and province of Rioja, with a total length of 320 m. The methodology consisted of developing three well-defined processes; where the first process consisted of collecting data from the extraction of construction materials; the second process consisted of evaluating the quality of the water in the extraction zone; and the third and last process consisted of the statistical verification of the influence between both variables.

The extraction of construction materials met most of the criteria established in the R.J. N° 102-2019-ANA for identification, volume determination and exploitation; but it distorted the speed of the water flow and did not respect the stable width of 40 m, to form the hydraulic box of the river considering the level of the Thalweg. The water quality of the extraction area in the physical-chemical parameter of turbidity did not meet the quality indicators of ECA-Category III, the color parameter did not meet the quality indicators of ECA-Category III and IV, likewise, the parameter oils and fats did not meet the quality indicators of ECA-Category III and IV. The extraction of construction materials significantly influenced the quality of water, Tonchima river sub-basin, Rioja - Yorongos road, 2020, in the parameters turbidity, conductivity, oils and fats, chemical oxygen demand, biochemical oxygen demand, suspended solids, solids settleable, color and dissolved oxygen, because the t-Student test statistic obtained was lower than the tabular value, with p-value less than 5 %.

Keywords:Extraction, construction materials, water quality, river.

INTRODUCCIÓN

La disposición del agua dulce a nivel mundial representa el 2,5 %; de los cuales, del total, el 69 % se encuentra distribuido en estado sólido en los polos y en las cumbres de las montañas más altas; el 30 % se encuentra en la humedad del suelo y en los acuíferos profundos y solo el 1 % del agua dulce en el mundo fluye por las cuencas hidrográficas formando los arroyos y ríos, los cuales se depositan en lagos, lagunas y otros cuerpos, tanto superficiales como subterráneos. El 97,5 % del agua restante es salada y se encuentra en los océanos y mares (Ercilio *et al.*, 2005). Con el paso de los años, es evidente la baja calidad del agua dulce a nivel mundial a causa del aumento de la población, el desarrollo de las actividades industriales y agrícolas, así como el peligro del calentamiento global que modifica significativamente el ciclo del agua (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2014).

En el Perú se calcula que hay aproximadamente 2 000 000 m³ de agua dulce, lo que representa el 5 % del agua continental a nivel mundial. La Cordillera de Los Andes divide el territorio peruano en tres regiones hidrográficas: La vertiente del pacífico, con una disponibilidad hídrica de 2,18 %; la vertiente del Amazonas con 97,27 % y la del Lago Titicaca con disponibilidad hídrica de 0,56 %. Sin embargo, el crecimiento de la población y las consecuentes actividades extractivas ubicadas en las cuencas hidrográficas están perjudicando considerablemente el recurso hídrico, debido a la mala utilización del agua, producción desordenada e inadecuado manejo de residuos, así como a los pasivos ambientales y la minería informal, que dañan la calidad del agua y alteran el ecosistema acuático (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2018).

Según el Plan de Acción Ambiental Regional 2013-2021 (Gobierno Regional de San Martín, [GORESAM], 2013), en la región San Martín, la contaminación del recurso hídrico se ubica entre los problemas más relevantes, limitando todos sus usos posibles e inclusive comprometiendo el abastecimiento regular de agua a la población; además, de modificar el hábitat y en consecuencia se pierden especies. Esta continua afectación de la calidad del recurso hídrico es a consecuencia de derramamientos de aguas residuales, disposición de desechos sólidos, uso exagerado de químicos en la agricultura, emisiones descontroladas de

las industrias y actividad agrícola, erosión de las cuencas y el acarreo continuo de sedimentos. La extracción de agregados en los ríos es un grave peligro ya que destruyen el nivel freático e incrementan la superficie de circulación del agua, lo cual provoca inestabilidad en los niveles de evaporación, infiltración y reduce la cantidad de agua (Ayala y Hernández, 2015). La explotación de materiales de acarreo en los ríos constituye la amenaza más alta para el recurso hídrico, debido a la posibilidad de que se produzca derrame de combustible y demás sustancias químicas, provocando otras consecuencias ambientales, como el cambio de sus características físico-químicas y microbiológicas (Häberer, 1998).

A nivel de la provincia de Rioja, el cauce de la subcuenca río Tonchima viene presentando daños en sus riberas como: Erosión y socavamiento del talud de la misma, lo cual ocasiona pérdidas de hectáreas de cultivo y de canales laterales que abastece a los cultivos, principalmente de arroz (ANA, 2018). La actividad extractiva de materiales de construcción de las canteras del río Tónchima, carretera Rioja - Yorongos, es una actividad permanente por parte de empresas privadas, así como por parte del Estado a través de sus municipalidades. Los materiales que se logran extraer son principalmente hormigón, piedra y arena, mediante la extracción mecánica, utilizando para ello cargadores frontales y camiones volquetes durante el traslado a los lugares de comercialización de los distritos de Rioja y Yorongos. Esta actividad se ha visto incrementada debido a la alta demanda de la población y el aumento de la urbanización; sin embargo, en los últimos años se evidencian desequilibrios importantes alrededor de las áreas de extracción, como alteraciones de la morfología, equilibrio hídrico y calidad del agua, erosión, destrucción de flora y desplazamiento de fauna, modificación del microclima, entre otros efectos ambientales.

La investigación se encuentra estructurada en seis capítulos importantes. El Capítulo I está constituido por el marco teórico, donde se establecieron las bases que sirvieron de sustento al desarrollo del estudio; en el Capítulo II se estableció la metodología que se utilizó para la recolección de datos, evaluación y verificación estadística de los datos obtenidos; posteriormente, en el Capítulo III se mostraron los resultados obtenidos del proceso estadístico donde se verificó la influencia en la calidad del agua. Finalmente, en los Capítulos IV, V y VI se desarrollaron las discusiones, conclusiones y recomendaciones del presente estudio de investigación. El estudio buscó conocer cómo influye la extracción de materiales

de construcción, en la calidad de agua, subcuenca río Tonchima, carretera Rioja – Yorongos; estos resultados servirán para generar propuestas concretas en la gestión de las actividades extractivas de los materiales de construcción; con ello implementar estrategias para mejorar el uso sostenible de los recursos minerales no metálicos acumulados en dicha cantera, todo esto con la finalidad de conservar en buen estado el cauce del río Tonchima, así como las características fisicoquímicas del agua que ofrecen la posibilidad de diferentes tipos de usos.

La investigación también se justifica por su valor teórico, pues los resultados formaran parte del conjunto de conocimientos que existen relacionados con la actividad extractiva de materiales de construcción y calidad de agua. Se pondrá a disposición de la comunidad académica conocimientos que describen las dimensiones de cada variable; así como, el análisis de la influencia entre ellas. Además, cuenta con utilidad metodológica ya que se elaboraron instrumentos de recojo de información para cada variable, los cuales quedan a disposición de otros investigadores para ser utilizados en nuevos estudios y lugares.

OBJETIVOS

Objetivo General

Analizar cómo influye la extracción de materiales de construcción, en la calidad de agua, subcuenca río Tonchima, carretera Rioja - Yorongos, 2020.

Objetivos específicos

- Describir la extracción de materiales de construcción en la subcuenca río Tonchima, carretera Rioja – Yorongos, 2020, en sus dimensiones: identificación, determinación del volumen y explotación.
- Determinar la calidad de agua del área de extracción de los materiales de construcción subcuenca río Tonchima, carretera Rioja - Yorongos, 2020, en los parámetros de la dimensión físico - químico.
- Verificar estadísticamente la influencia de la extracción de materiales de construcción, en los parámetros de la dimensión físico - químico de la calidad del agua, subcuenca río Tonchima, carretera Rioja - Yorongos, 2020.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

1.1.1. Internacional

Sánchez y Martínez (2020) realizaron un estudio de investigación donde tuvieron como objetivo realizar una evaluación ambiental del proceso de explotación de material de arrastre en el tramo San Miguel del río Algodonal, Colombia, teniendo en cuenta el cálculo de las tasas de reserva, recarga y extracción. La investigación fue de tipo básica, con enfoque mixto y de alcance explicativo. La metodología utilizada estuvo estructurada en tres fases: en la primera fase desarrollaron la caracterización ambiental del área de estudio a través de imágenes satelitales descargadas del software Google Earth y procesadas en el programa ArcGis, fueron georreferenciadas y digitalizadas con la finalidad de obtener datos precisos con respecto a la pérdida de la vegetación en la zona de estudio; el área total de la cantera fue de 7 131,926 m², con un ancho del río de 12,7 m entre las dos orillas; en la segunda fase calcularon el volumen de reserva y las tasas de extracción y reposición de material de arrastre del tramo en estudio, con la finalidad de obtener el volumen máximo de explotación. Finalmente, en la tercera fase procedieron a identificar, calificar y analizar los impactos ambientales ocasionados por el desarrollo de la actividad de extracción, a través de una matriz de identificación de impactos (causa y efecto), y una matriz de calificación de impactos (Battelle Columbus). Los resultados determinaron que en la caracterización del área de estudio obtuvieron una pérdida de 4 995,451 m², en comparación con los 7 131, 926 m² obtenidos en el 2013; asimismo, para el 2019 localizaron la generación de 2 canteras más, con un área total de 12 127,377 83 m² y un ancho de 40,2, generando una pérdida de cobertura significativa y una variación en la dinámica del río, porque se incrementó el ancho a 27,7 m en 6 años. En cuanto a los impactos identificados con las matrices aplicadas, determinaron que en la segunda fase, los componentes mas afectados fueron el socioeconómico con un 29 %, aire con un 24 %, suelo 22 %, agua y paisaje con un 15 y 10 % respectivamente. En la matriz de calificación de impactos ambientales, obtuvieron un

resultado de 7,5 para la compactación del suelo, lo cual lo califica en un nivel crítico; para la contaminación por ruido y modificación de la dinámica fluvial la calificación fue de 5 y 7,5, clasificándolo como severo; asimismo, para la generación de empleos y conflictos sociales, la calificación fue de 2,5 y 5 respectivamente; finalmente, en cuanto a la desvalorización de la propiedad, la calificación fue de 2,5, siendo este último el de menor importancia. Concluyeron que la cantidad de material extraído supera la capacidad de reposición del río; adicional a ello, observaron daños en el suelo debido a la compactación por transporte del material, modificación de la dinámica fluvial, deterioro de la calidad del paisaje y la sedimentación del cauce; daños que tendrían una repercusión a largo plazo.

Ortega (2017) realizó un estudio de investigación cuyo objetivo general fue analizar los impactos ambientales ocasionados por la extracción artesanal de materiales de construcción, en un tramo del río Cesar, perteneciente al municipio de San Juan del César, La Guajira, Colombia. La investigación fue de tipo no experimental, con un enfoque cuantitativo y un alcance explicativo. La metodología consistió en tomar datos comportamentales del río César, con referencia al caudal, velocidad de transporte, granulometría, índice de calidad del agua (ICA), etc., de la base de datos del IDEM y de la elaboración de inventarios de fauna y flora, características de la zona. Seleccionaron dos de las zonas más críticas del tramo (los barrancones y el paso de los Conjuelos) dado que, en ellas, estas actividades son desarrolladas con mayor intensidad. La evaluación de los impactos ambientales fue realizada teniendo en cuenta una metodología matricial (matriz de Conesa modificada), donde los datos obtenidos fueron analizados con la colaboración de expertos de la temática en mención, lo cual permitió identificar y clasificar los impactos ambientales ocasionados por la explotación de materiales de construcción; asimismo, elaboraron una matriz de análisis y una de registro. Los resultados determinaron que, en las dos zonas en estudio, el material de arrastre fue extraído de manera secuencial, donde los de mayor interés fueron: la arena gruesa, gravilla, arena fina y piedras, en un 60, 30 y 5 %, respectivamente. En cuanto a la calidad del agua, observaron que los valores del ICA promedio oscilaban entre 0,71 y 0,9; asimismo, el monitoreo realizado aguas arriba de la zona de estudio, indicó un Índice de Alteración potencial de la Calidad del Agua (IACAL) de 3,5 – 4,5, calificándolo como alta para año seco y media alta para año medio. Con relación a la flora y fauna, los estudios determinaron que la actividad de extracción presentó una afección mínima; sin embargo, algunas especies características de la ribera del río (*Bursera simaruba*, *Martynia annua*, *Inga*

edulis, etc.) han ido disminuyendo durante los últimos años. Por otro lado, quedó evidenciado que en los suelos cercanos a la corriente del río existió una disminución de su capacidad de infiltración y retención de agua, el cual desencadenó un aumento en el caudal en periodos de fuertes lluvias, poniendo en riesgo los niveles ecológicos del caudal. La evaluación de los impactos ambientales determinó que, de los 15 impactos evaluados, el 66,66 % fueron negativos, con un nivel trascendental moderado, donde el suelo y agua fueron los componentes más afectados; el 13,33 % de los impactos fueron clasificados como negativos, con importancia irrelevante, los cuales corresponden a la flora, fauna y aire. Asimismo, el 6,66 % de los impactos fueron clasificados como negativo con una alta importancia, correspondiente al recurso suelo; finalmente, un 13,33 % fueron positivos con una importancia alta, correspondiente al componente socioeconómico. El análisis crítico del componente hídrico determinó que existe un índice de escasez de agua superficial de 38,1 % para la cuenca en estudio, ubicándolo en una categoría medio, estableciendo de esa manera que existe una presión sobre este recurso. En conclusión, determinaron que diversos factores fueron los que contribuyeron en el incremento del índice de escasez, en ese sentido, existió una disminución de la disponibilidad de la oferta hídrica en la zona, principalmente para el desarrollo de actividades agrícolas, pecuarias y domésticas.

Escobar (2016) realizó un estudio cuyo objetivo fue analizar las afectaciones sociales y ecológicas causadas por la explotación de material de arrastre (grava, arena y balastro) en el río Nima, a su paso por los corregimientos de Amaime, Boyacá y la Pampa, en el municipio de Palmira, Valle del Cauca, Colombia. El estudio presentó un diagnóstico investigativo no experimental, con un método cuantitativo, donde utilizó un enfoque explicativo y descriptivo. La metodología consistió en realizar visitas hacia el lugar de explotación del material de arrastre; asimismo, realizó encuestas a 244 personas, con la finalidad de obtener información necesaria para la determinación de las afectaciones ecológicas, la vegetación subyacente y la fauna a lo largo del río, y por el crecimiento demográfico en las riberas. Para la recolección de la información, realizó un trabajo teórico-práctico, donde la encuesta fue una de las técnicas que utilizó, además de las tomas fotográficas y el desarrollo de entrevistas a los habitantes cercanos a la cantera de aprovechamiento (vereda Calamar); el instrumento fue un cuestionario estructurado. Los resultados obtenidos determinaron que, durante los últimos años, el caudal del río Nima disminuyó por causa del desarrollo agrícola como el cultivo de caña de azúcar y la explotación del material de arrastre; asimismo, el 34 % de la

población que habitaba en los corregimientos, influyeron sobre este río, ya que estos no contaban con un sistema de alcantarillado; el 41 % vertía las aguas servidas directamente al cauce del río, contribuyendo así al incremento de la contaminación. Con relación a la flora, ésta fue encontrada de manera escasa en la ribera del río, debido a los socavones, clasificándolos en un nivel 1, lo cual significa que es rara o muy escasa; en cuanto a la fauna, ésta también sufrió un desplazamiento principalmente de las aves a causa de la modificación del entorno natural y al incremento de la contaminación por ruido. Asimismo, en las afectaciones del medio físico, los resultados determinaron una alteración del relieve y la topografía del lugar de explotación, modificación del paisaje y la morfología del terreno, acumulación de escombros, incremento del ruido, derrame de combustibles y aceites, pérdida de la capa vegetal y cambio en la composición del suelo; además, también evidenció la contaminación del aire por el incremento de partículas sólidas suspendidas y la contaminación de los acuíferos subterráneos por vertimiento de aguas residuales. En conclusión, determinó que existieron daños ecológicos y sociales en la zona de investigación, quebrantando la fauna, flora, aire, suelo, agua, la salud y la seguridad de la población, indicando que fue necesario una disminución de los daños al medio ambiente, estableciendo estrategias de concientización ambiental como herramienta fundamental.

Hernández *et al.* (2013) desarrollaron un estudio orientado a evaluar el impacto ambiental producido por la explotación del yacimiento de caliza La Inagua y desarrollar un plan de acciones correctivas para minimizar los impactos negativos y conciliar la actividad de la minería con la protección ambiental, realizado en Guantánamo, Cuba. La investigación fue de tipo no experimental, con un enfoque cualitativo y un alcance explicativo. La metodología utilizada consistió en ejecutar un estudio constituido en 7 fases metodológicas, donde establecieron las técnicas, procedimientos y métodos de estudio que facilitaron entender, evaluar y concebir cómo influyó la explotación del yacimiento La Inagua sobre el entorno ambiental. Dentro de la metodología consideraron los siguientes aspectos: análisis del proyecto, definición del ámbito y diagnóstico ambiental, identificación de acciones y factores susceptibles frente a los impactos, identificación y vaticinio de impactos, valoración de impactos y, por último, las medidas de mitigación y corrección. Los resultados identificaron las principales acciones que fueron capaces de producir impactos ambientales, donde sobresalieron 14 impactos identificados, durante las actividades de desbroce, descubrimiento y extracción de materias primas, perforación y voladura, excavación,

transporte, proceso de materias primas y acopio; asimismo, la interacción entre estas acciones y los recursos del entorno (suelo, agua, aire, vegetales, animales, paisajes, estructuras y economía). En el componente suelo identificaron la alteración de la geomorfología y la topografía, incremento de erosión, transporte y sedimentación, compactación del suelo y contaminación por el uso y almacenamiento de combustibles y aceites; asimismo, en el componente aire, los impactos más sobresalientes fueron el incremento de los decibeles de ruido a causa de las labores de perforación, voladura, transporte y procesamiento, además de la contaminación por los gases y polvo; por otro lado, con respecto al agua, los estudios determinaron un cambio en las propiedades físicas y químicas, alteración en el drenaje superficial y subterráneas, como consecuencia de la formación de oquedades (huecos). En cuanto a la flora observaron una pérdida de la vegetación (arbóreas y arbustivas), principalmente aromáticas; finalmente, para la fauna, determinaron que existió una destrucción del hábitat de reptiles y roedores no domésticos y una alteración del paisaje natural por la disminución de otros componentes y el incremento de tráfico terrestre. En cuanto a la valoración de los impactos negativos fuertes, éstas afectaron los componentes agua, suelo, aire, flora, fauna y paisaje, abarcando todo el medio natural y social. Concluyeron que todas las acciones del proyecto produjeron efectos mayores y menores en todos los factores del medio y que los mayores impactos ocurrieron con el desbroce, destape y excavación, y que los elementos del medio más perjudicados fueron el agua, suelo, aire, flora, fauna, paisaje, infraestructura y economía.

Matamoros (2013) realizó un estudio cuyo objetivo principal fue realizar una evaluación ambiental del proceso de extracción de materiales, desarrolladas en el cauce del río San Agustín, en la cantera de Vega Rivera, ubicada en el sitio de Vega Rivera, Guayaquil, Ecuador. La investigación fue de tipo no experimental, con un enfoque cualitativo y un alcance explicativo. La metodología consistió como primer punto evaluar el funcionamiento del diseño de explotación, donde elaboró un Estudio de Impacto Ambiental con la finalidad de mitigar los efectos ambientales del lugar de explotación, dentro de los cuales consideró la ampliación y mejoramiento del camino de acceso a la cantera, adecuación de un canal en la margen derecha aguas abajo para el encausamiento de río San Agustín, desarrollo de limpieza y desbroce de la cobertura vegetal de las riberas del río, explotación y extracción del material, uso de maquinaria adecuada para el transporte del material explotado desde la cantera, construcción de muros frontales de contención utilizando rocas propias de la

explotación, y finalmente, la protección de las riberas del río San Agustín. Los resultados de la investigación determinaron que, para la maquinaria en la cantera, los valores de contaminación del aire fueron muy reducidos y la afección ambiental no fue perceptible debido a la influencia de la temperatura media (22 °C); en cuanto al transporte de los materiales desde la cantera, la circulación de los 28 volquetes significó un aumento del 75,26 % de producción de contaminantes (humo negro). El estudio de los impactos sonoros, determinó que los ruidos máximos generados por las actividades de extracción de material, estuvieron por debajo de los 65 Dba, debido a que éstas fueron disipadas por medio del suelo natural, topografía irregular, temperatura media de 22 °C, viento suave de 3,5 km/h y vegetación natural. Los impactos ambientales más trascendentales identificados fueron: limpieza y desbroce de la vegetación en un nivel bajo, explotación y extracción del material en un nivel crítico, transporte del material, afectación ocasionada por los hidrocarburos y por ruidos, afectación al agua, aire y suelo, impacto al medio paisajístico, todos estos en un nivel severo; salud y riesgos del trabajo en los procesos, en un nivel bajo. El número de impactos identificados, resultaron ser 73, de los cuales 10 fueron bajos y representaron el 13,70 %; 50 fueron severos y representaron el 68,49 %, mientras que 13 fueron críticos y equivalieron al 17,81 %. Concluyó que los muros extremos debieron construirse inmediatamente después de haber completado la extracción para la detención y reposición de los materiales sólidos transportados por el río en épocas lluviosas e inundaciones; es decir, en un proceso cíclico y reversible, para reponer y reducir las inundaciones en la zona baja debido a la acumulación de materiales sedimentarios.

1.1.2. Nacional

Chinchay y Yovera (2020) desarrollaron un estudio con la finalidad de realizar el cálculo de reservas, orientado a determinar el método de explotación en la cantera río Cascajal, distrito de Olmos, Lambayeque, Perú. El tipo de investigación fue básica, con un diseño no experimental, transversal descriptivo, con un enfoque cuantitativo. La metodología del estudio consistió en la elaboración de una matriz de operacionalización de variables a partir de la definición conceptual, operacional, dimensión, indicadores y escala de medición. Asimismo, definieron como población a las canteras existentes en el cauce del río Olmos, sector el Médano y para la muestra consideraron a los depósitos de material de acarreo de la cantera del río Cascajal. Dentro de las unidades de análisis, consideraron al material de acarreo de la cantera como: gravas y arena fina, mediana y gruesa; asimismo, la recolección

de datos fueron realizados utilizando dos métodos: la técnica de la observación y la guía de análisis documental. Para el análisis de los datos emplearon un método analítico, donde utilizaron el software QGis para la elaboración de planos geológicos y el software RecMin, para el levantamiento topográfico, cálculo de reservas y diseño del método de explotación. Los resultados obtenidos con respecto al levantamiento topográfico determinaron que el río Cascajal contó con un área total de 103 373 m² con gravas limpias, 13 402 m² correspondían a las gravas cubiertas por material estéril y vegetación, 9 941 m² lo conformaban las gravas cubiertas solamente con material estéril y 100 812 m² de gravas pertenecientes a otros socios. El análisis de la geología regional determinó que existió la presencia de depósitos fluviales y depósitos aluviales recientes, además de la presencia de gravas bien graduadas que contenían finos del tipo de arena y pequeñas cantidades de limos y arcillas. En cuanto a la caracterización de las trincheras, lograron establecer que el área de estudio presentó estratigrafías uniformes; para la CT_01 y CT_03 que corresponden a los estratos de gravas limpias con una potencia promedio de 2 metros, obtuvieron el 51 % de gravas y el 24,5 % para arenas de granulometría medianas a gruesa y fina. Según el software RecMin, obtuvieron un volumen estimado de gravas limpias de 213, 522 m³, que correspondían a las reservas de gravas limpias. En conclusión, determinaron que de acuerdo con la topografía superficial del terreno (terreno plano), el recurso de mayor interés económico de los depósitos fluviales del río Cascajal, son la grava y las arenas, donde a partir de un cálculo propusieron el método por graveras con extracción por secuencia transversal a la dirección del río, configurando bloques de extracción, donde estimaron una vida útil de la cantera de 2,62 años.

Machaca (2018) realizó una investigación en la que tuvo como objetivo determinar los impactos ambientales ocasionados por las actividades extractivas de materiales no metálicos para la construcción, en el río Socabaya, Distrito de Socabaya, Arequipa, Perú. El tipo de investigación fue básica, con un diseño no experimental y descriptivo, con un enfoque cuantitativo. La metodología de la investigación consistió en realizar recorridos previos desde el puente de Sabandia, hasta llegar a la confluencia del río Socabaya y Postrero, donde pudo determinar 29 puntos de extracción de material, 02 puntos de abandono y 07 puntos de material de descarte en el cauce del río, llegando a identificar un total de 38 puntos en el recorrido del tramo del río Socabaya; asimismo, logró determinar 3 zonas de extracción; el primero ubicado aguas abajo del puente de Sabandia; el segundo ubicado agua abajo en la entrada al río, cerca de la urbanización Sol y Luna; y finalmente, el tercero ubicado aguas

debajo del puente Socabaya. Para el análisis de los datos y la valoración de los impactos ambientales generados por la actividad de extracción, aplicó el método de matriz de evaluación ambiental rápida (RIAM), reconocido internacionalmente y que además cumplió con lo establecido por la Ley del SEIA (Servicio Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental). Los resultados obtenidos basados en la descripción física, biológica, social, económica y cultural del área de estudio, identificaron un total de 114 impactos ambientales, de los cuales 104 fueron negativos y solamente 10 correspondieron a impactos positivos; asimismo, estos impactos fueron clasificados en dos fases para su respectiva valoración según el método de la RIAM; en la primera fase de construcción, identificó 20 impactos ambientales, de los cuales 11 impactos fueron leves negativos, 5 impactos negativos, 3 impactos negativos moderados y 1 impacto positivo; asimismo, en la segunda fase que correspondían a la operación, identificó 89 impactos ambientales, de los cuales 17 fueron impactos negativos leves, 31 impactos negativos, 37 impactos negativos moderados, 6 impactos positivos y 3 impactos positivos moderados. Además, desarrolló un Plan de Manejo Ambiental conformado por 7 fichas, los cuales fueron desarrolladas en base a la Matriz de identificación de impactos ambientales, que fueron utilizados como propuesta general que puede ser adaptado al desarrollo de actividades de extracción, tipos de extracción, volúmenes e impactos generados por el extractor. En conclusión, según las evaluaciones determinó que estas tres zonas identificadas en el estudio de investigación, generaron impactos considerables, afectando la margen derecha del río, alterando la faja marginal debido a la construcción de vías de acceso, ampliación y almacenamiento de grandes cantidades de materiales no metálicos que se extraen del río Socabaya.

Coronación (2017) realizó una investigación cuyo objetivo general fue evaluar los impactos negativos ocasionados por la extracción de agregados para la construcción, en el cauce del río Achamayo, Junín, Perú. El estudio presentó una investigación aplicada, con un enfoque cuantitativo y retrospectivo; el nivel fue descriptivo-explicativo, con un diseño no experimental. Para el desarrollo del estudio, seleccionó como población al cauce del río Achamayo de 358,4 km, y la muestra fue el cauce del río Achamayo, que comprende los distritos de Quichuay y Matahuasi, el cual cuenta con una longitud de 7,260 km. La metodología utilizada consistió en un estudio estructurado en 3 fases: la fase de pre campo, donde realizó la recopilación de información con referencia a la zona de estudio y sus características; la fase de desarrollo de actividades en campo, donde realizó el levantamiento

topográfico para dimensionar el cauce del río y definir las parcelas agrícolas perdidas por la extarcción de los agregados, daños ocasionados en los muros de contención a través de la observación y la medición del caudal del río, socavación de cauce y toma de muestras de suelo para el estudio; finalmente, en la fase de gabinete desarrolló el procesamiento de información y elaboración de planos, adquisición de imágenes otorgadas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y el Instituto geográfico del Perú. Para el análisis y procesamiento de los datos utilizó el software AutoCAD Civil 3D versión 2016, IBM SPSS Statistics 23,00, USGS Earth Explorer, Arc Gis 10,5 y hojas de cálculo; además, los datos obtenidos en campo fueron procesados en el software de Excel donde fue sistematizado y organizado. Los resultados indicaron que existió impactos negativos en el cauce del río Achamayo, donde se determinó el deterioro de los pilares del puente por socavación, pérdida de 9,65 ha de terreno agrícola cultivable desde 1990 hasta el 2017 y modificación del cauce del río. En cuanto a las obras civiles, el pilar central del puente Matahuasi experimentó una socavación de 1,20 m, fisuras en la superestructura de 3 mm a 7 mm, con una distancia promedio de 0,90 m a 1,10 m, ubicadas al lado izquierdo y derecho. Además, los cauces del río Achamayo entre los distritos Matahuasi y Quichuay, han sido alterados mostrando un caudal de 00,00 m³/s, con secciones que oscilaron entre los 104,36 m y con pendiente con valores de 0,00 %. En conclusión, existieron impactos negativos debido a la extracción de agregados en el cauce del río Achamayo, los cuales pudieron percibirse en el incremento del cauce, pendiente deficiente y presencia de agua en la zona crítica.

Pillaca (2015) realizó una investigación cuyo objetivo general fue evaluar la influencia de la explotación de agregados en el cauce del río Yucaes, en el colapso de la bocatoma del sistema de riego Mayzondo, teniendo en cuenta los caudales máximos, socavación y transporte de sólidos con el análisis hidrológico de la cuenca del río Yucaes, Ayacucho, Perú. El tipo de investigación fue básica, con un diseño no experimental y descriptivo, con un enfoque cuantitativo. La metodología consistió como primer paso en realizar una visita de campo con la finalidad de recopilar información de las máximas avenidas, aspectos fluviomorfológicos de los ríos de la cuenca Yucaes y Pongora, que los pobladores cercanos a la zona de estudio puedan brindar; posteriormente, procedió a realizar un levantamiento topográfico teniendo en cuenta el detalle de la zona, secciones transversales, áreas de inundación en ambas riberas del río, zonas de formación de barras y ubicación de caballetes. Para el análisis hidráulico fue necesario incluir en las secciones transversales los diferentes

niveles de rugosidad de Manning (tramo en pasto, piedra, roca, etc.) y las máximas avenidas alcanzadas; en cuanto al análisis de la hidráulica fluvial, consideró la granulometría del lecho para encontrar los diámetros característicos, para así poder determinar el ancho del cauce y la defensa riverense; asimismo, para el estudio climatológico procedió a recopilar información de las estaciones pluviométricas cercanas a la zona de estudio (SENAMHI, OPEMAN y PECCR). Los resultados determinaron que, en cuanto a la hidráulica fluvial, en la margen derecha del Yucaes, la cuenca alcanzó una longitud de 695 km² y que la máxima avenida para un periodo de retorno de 100 años, fue de 580 m³/s, con una profundidad máxima de flujo que alcanzó los 3 m y una velocidad resultante de 4,60 m/s. Con respecto a los niveles hidráulicos teóricos calculados, estos fueron encontrados en un rango superior a los estimados sobre la base de las huellas identificadas en la visita preliminar de campo; razón por el cual, fue recomendable adoptar un diseño correspondiente a un periodo de retorno de 100 años; asimismo, las consecuencias de la inadecuada explotación de canteras de agregados produjeron variación del Thalweg y mayor socavación; además, determinó que, si la profundidad de socavación fue 1 m inferior a la altura de socavación total, entonces en esta situación sobrepasaron esta variación, por ello colapsó la bocatoma y demás estructuras. En conclusión, indicó que la actividad extractiva no vigilada en el río Yucaes influyó en el desequilibrio de la bocatoma y otras estructuras.

Turpo (2015) realizó una investigación que tuvo como objetivo general establecer las características físicas resistentes de los agregados para la producción de concretos, con protección al medio ambiente y social de la zona del río Cutimbo, Puno, Perú. La investigación presentó un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo y método inductivo. Para el análisis de la presente investigación, tuvo en cuenta las siguientes características: longitud del cauce del río (2,600 m), ancho de explotación (416,000 m²), profundidad promedio de excavación (2,50 m) y volumen a explotar anualmente (1 040, 000 m³). La metodología consistió como primer paso en realizar ensayos en el laboratorio para la determinación de las propiedades físicas y resistentes (saturación, peso específico y unitario, porosidad, porcentaje de vacíos absorción y humedad) de los agregados del río Cutimbo. Posteriormente, procedió a definir los limos, arcillas, materia orgánica y las sustancias químicas presentes en los agregados; finalmente, realizó la caracterización de la zona de estudio a través del método de Walker y efectuó la elaboración de un plan de protección ambiental para el río Cutimbo, donde tuvo en cuenta la protección del cauce natural del río,

componente ambiental físico, componente biótico, pobladores del entorno y selección de áreas de explotación. Los resultados determinaron que el desarrollo de las actividades de explotación de agregados del río Cutimbo, presentó alteraciones considerables al medio ambiente, con un perjuicio alarmante al área de su entorno, involucrado terrenos de la comunidad, alterando la flora y la fauna, dañando los diferentes ecosistemas del lugar, contaminando el agua, suelos y aire, y modificando la geomorfología en el cauce de río. En cuanto a las características resistentes de los agregados con contaminación natural de río, los resultados indicaron una pérdida del 23,22 %, con una resistencia al desgaste de 76,78 %; asimismo, en cuanto a las características resistentes de agregados sin contaminación natural de río, los resultados indicaron una pérdida de 28,94 % y una resistencia al desgaste de 71,06 %; además, los agregados que fueron obtenidos del cauce, presentaron una contaminación por elementos químicos, mostrando los siguientes resultados: pH de 3,18, sulfatos en 142,35 mg/L, cloruro en 375,62 mg/L y ácidos en 1 064,86 ppm; finalmente, el Plan de Protección Ambiental y Social, consideró dentro de su estructura los planes de extracción de agregados, protección de la flora y fauna, diseño adecuado de taludes, control de contaminación de campamentos, playa de equipos y maquinarias, etc. En conclusión, el cauce del río estudiado produjo agregados de calidad para la construcción; asimismo, la extracción de este material fue realizada en una longitud de 3,5 km de largo y 150 m de ancho aproximadamente; además, ha detectado que la extracción de los materiales de construcción generó una gran alteración del medio ambiente acuático, así como de flora y fauna del área de extracción.

1.2. Bases teóricas especializadas

1.2.1. Calidad de agua

El recurso agua es vital y esencial para el desarrollo de la vida; sin embargo, su disposición resulta ser limitado en el planeta tierra; por ello, su calidad está siempre bajo presión continua ya que se ve afectada por diversos contaminantes, muchos de los cuales se deben a actividades antropogénicas; y mantener su calidad es importante por ser fuente de bebida, producción de alimentos, para la alimentación, uso recreativo, etc. (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2019).

El agua es el componente de la tierra más importante para la conservación de la vida y la sostenibilidad de los ecosistemas; en consecuencia, el agua no solo mantiene la

biodiversidad, sino a toda la humanidad. La definición de calidad del agua deriva de un análisis minucioso, el cual se puede comprender y explicar desde tres puntos de vista: el funcional; es decir, como la capacidad del agua para reaccionar a su uso; el ambiental, es decir, las condiciones que deben existir en el agua para mantener un ecosistema en equilibrio; y la descriptiva, es decir, como las características químicas, físicas y microbiológicas (Armas, 2016).

La calidad del agua es un factor que tiene un impacto directo en la conservación de los ecosistemas y el bienestar del ser humano, el cual se ha deteriorado en diversos grados en el país a causa del crecimiento poblacional, manejo de recursos y actividades de las industrias en los sectores energía, hidrocarburos, agricultura, pesca, saneamiento y otros (ANA, 2018). La calidad del recurso hídrico es igual de importante como la cantidad del mismo. El problema de calidad del agua, asociado con la salud ambiental, empieza a mostrar que la salud de los ecosistemas es un grave problema social y económico, inclusive en los países menos desarrollados (Laura, 2019).

Para definir la calidad del agua es necesario considerar un sin número de factores tanto naturales como antropogénicos, teniendo en cuenta que se debe comparar una porción de agua con lineamientos de calidad denominados estándares (ONU, 2014). Cada Estado decreta directrices de calidad del agua conforme al tipo de uso de los cuerpos de agua en su territorio. Los usos pueden ser diversos como: conservación de la vida acuática, agua potable, recreación, o usos industriales.

1.2.2. Clasificación para el uso de los cuerpos de agua

En el Perú estos lineamientos se conocen como estándares de calidad ambiental (ECA) para agua, los cuales se establecieron y aprobaron mediante Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, donde determina que los usos de los cuerpos de agua en el territorio peruano serán clasificados en cuatro categorías:

- **Categoría I:** Poblacional y recreacional, esta se subdivide en sub categoría A (agua superficial consignada para obtención de agua potable) y sub categoría B (agua superficial consignada para actividades recreativas).
- **Categoría II:** Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales, que se subdivide en C1 (caza y crianza de equinodermos, moluscos y tunicados en aguas de mar cercano a la Costa), C2 (caza y crianza de otras especies acuáticas, del mar cercano a la Costa), C3 (labores marinas portuarias, de tipo industrial o de saneamiento en el mar cercano a la Costa) y C4 (caza y crianza de especies acuáticas de lagunas y lagos).
- **Categoría III:** Regadío de vegetales y para que los animales beban, que se subdivide en D1 (riego de vegetales) y D2 (bebida de animales).
- **Categoría IV:** Mantenimiento de ecosistema acuático, se divide en E1 (lagos y lagunas), E2 (ríos) y E3 (ecosistemas marinos y costeros).

El agua de la subcuenca río Tonchima, carretera Rioja – Yorongos, actualmente tiene diversos usos, los cuales son compatibles con la categoría I, sub categorías A1 y B1; también con la Categoría III, sub categorías D1 y D2, y con la Categoría IV, sub categoría E2. A continuación, se describe a cada una de ellas, según el D.S. N° 004-2017-MINAM:

- **La Subcategoría A1** corresponde a las aguas que presentan ciertas características de calidad, para poder ser utilizadas en el sistema de abastecimiento para el consumo de los seres humanos, previa potabilización mediante técnicas de desinfección simple, conforme a la normativa actual.
- **La Subcategoría B1** corresponde a las aguas superficiales destinadas a recreación de contacto primario autorizada por la Autoridad de Salud, para la ejecución de actividades recreativas como: esquí acuático, natación, buceo libre, surf, navegación en tabla a vela, canotaje, moto acuática, pesca submarina u otras actividades parecidas.

La subcategoría D1 representa a las aguas para riego de vegetales; éstas se clasifican en:

- **Agua para regadío sin restricciones:** Aguas que son utilizadas para regar vegetales alimenticios que se comen crudos; por ejemplo, las verduras y las frutas. Asimismo, se puede usar para el riego de árboles frutales mediante riego por aspersión; en este caso, el fruto tiene acercamiento directo con el agua del riego; además, se incluyen a aquellas plantas de tallo alto como: árboles o arbustos de parques, campos deportivos, plantas ornamentales y similares.
- **Agua para riego con restricciones:** Son aquellas aguas utilizadas para el riego de alimentos que se comen cocinados, como por ejemplo, las habas; además, incluye plantas de tallo alto donde el agua no tiene acercamiento directo con el fruto. Asimismo, se admiten en este uso al riego de cultivos que serán industrializados (trigo, arroz, avena y quinua) y también, plantas industrializables no comestibles como: el algodón y plantas forestales, forrajes o parecidos (maíz forrajero y alfalfa).

La Subcategoría D2 corresponde a las aguas para consumo animal, como vacunos, equinos o camélidos, porcinos, caprinos, ovinos, conejos y aves. Asimismo, la sub categoría E2 representa a las aguas para conservación del ambiente acuático (ríos), las cuales pertenecen a los cuerpos de agua lóticos, cuyo movimiento es continuo en una sola dirección; en el caso de los ríos de la selva, incluye a los ríos y sus afluentes que se encuentran en zonas bajas de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, en zonas inferiores a los 600 m.s.n.m., incluyendo las zonas meándricas.

“Si bien respecto a los usos del agua, de acuerdo al ECA para agua aprobado mediante D.S. N° 004-2017-MINAM, serían las categorías I, II, III y IV; sin embargo, en la presente tesis, se consideró las categorías III y IV, por ir de acorde a lo establecido en la Clasificación de los Cuerpos de Aguas Continentales Superficiales, aprobado mediante R. J. N° 056-2018-ANA”.

En cuanto al monitoreo orientado a la estimación de la calidad del agua se realiza mediante la medición de indicadores físico-químicos, que se obtienen de mediciones y observaciones sistémicas de los parámetros del agua. Estas mediciones se desarrollan con métodos y procesos estándares que incluyen tomar porciones de agua bajo las consideraciones

establecidas en el protocolo. Actualmente, en el Perú, el Protocolo Nacional para Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, aprobado mediante R. J. N° 010-2016-ANA, establece los lineamientos para el monitoreo de la calidad ambiental del agua tanto de las aguas continentales (ríos, quebradas, lagunas, lagos), como de las aguas marino-costeros (bahías, playas, estuarios, manglares).

1.2.3. Extracción de materiales de construcción

En el Perú, las cantidades de producción de minerales no metálicos sobrepasan ampliamente a los minerales metálicos, siendo los cauces de los ríos una fuente principal de almacenamiento de este material, los cuales son acarreados y almacenados por procesos de erosión y sedimentación como resultado de las actividades antropogénicas realizadas en la cuenca (Cornejo, 2015), por ello se calcula que en los siguientes años, más del 50 % de la capacidad de almacenamiento de los depósitos de agua del planeta pueden verse disminuidas a consecuencia de los procesos de sedimentación en las cuencas.

El Perú muestra una producción que sobrepasa 30 diferentes clases de minerales no metálicos, donde sobresalen las calizas, travertinos, fosfatos, hormigón, calcita, arcilla, sal, arena, cuarzo, mármol, yeso, talco, etc., brindando materia prima a las industrias de construcción y fabricación de cemento; además, también provee de nitratos, sales y carbón para las labores de producción industrial. La producción del mineral no metálico en el Perú mostró un incremento del 79 % en los últimos cinco años; asimismo, la producción de hormigón logró los 7 203 000 ton., representando el 12,7 % de la producción de minerales no metálicos a nivel nacional (Ministerio de Energía y Minas [MINEM], 2016). Los minerales no metálicos se utilizan para fabricar diversos bienes finales, se usan en el sector de la construcción, en fabricación de materiales, en el sector químico, la agroindustria, en la minería energética, etc. (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería [OSINERGMIN], 2016).

Según Häberer (1998) el proceso general para la extracción de minerales no metálicos comprende las siguientes etapas:

- **Reconocimiento:** Tiene el propósito de mostrar una mirada global de una zona, identificar y delimitar áreas de posible presencia de minerales.
- **Prospección:** En esta etapa se localiza posibles depósitos y zonas que se pueden aprovechar. Para el trabajo de campo se utilizan técnicas para analizar el aspecto geológico, geofísico y geoquímico.
- **Exploración:** Es el estudio minucioso de los posibles depósitos de minerales. Se vuelve a aplicar las mismas técnicas y métodos utilizados en la prospección, pero esta vez el impacto ambiental es directo y mayor.
- **Explotación y Procesamiento:** La forma más frecuente de explotación en minería no metálica, es a cielo abierto. Los efectos ambientales que ocasionan estas actividades están relacionadas con la clase y tamaño de la obra; asimismo, la explotación a cielo abierto incluye diversos modos de extraer materia prima de depósitos que están cerca de la superficie; para ello se retira del todo la cubierta estéril y luego se realiza la extracción del material.

Las técnicas de explotación dependerán de las propiedades físicas del material que se desea extraer y de las características del terreno. En la extracción en seco, los minerales primeramente deben ser removidos de la roca; después, semejante a la explotación de materiales desprendidos, son colmados, trasladados y siguen un proceso mecánico. Mientras que en la extracción en húmedo de material desprendido, estos son extraídos con asistencia de procesos hidráulicos o mecánicos. Mayormente el equipamiento de extracción se instala en el agua y tienen generalmente plataformas flotantes en ríos (Häberer, 1998).

La extracción de materiales de acarreo se desarrolla en las zonas llamadas canteras, este término se usa para referirse al lugar donde se producen las explotaciones de rocas industriales, estéticas y de materiales de construcción. Las canteras pueden presentar dos tipos: las que tienen origen aluvial y las de peña o de roca. Las canteras de formaciones aluviales o también llamadas canteras fluviales o canteras de río, son aquellas en las cuales los ríos actúan como agentes naturales de erosión, acarrear por largas distancias las rocas haciendo uso de su energía cinética, depositándolas en zonas de menor potencialidad, constituyendo allí magnos almacenes de materiales como, cantos rodados, grava, arena, limo

y arcilla. La corriente natural de las aguas del río, facilitan que estas canteras tengan una especie de ciclos en los que se abastece, este fenómeno permite una explotación sostenible, aunque genera gran impacto en los cuerpos de agua (Cornejo, 2015).

Según Cornejo (2015), los materiales granulares que se encuentran en las canteras de ríos son muy apropiados para obras civiles, porque la constante corriente del agua va desgastando los materiales perdurando aquellos que presentan más dureza y particularidades geométricas especiales como sus bordes redondeados.

Según Häberer (1998) los principales efectos ambientales de la explotación de minerales no metálicos en húmedo son: las modificaciones de la superficie terrestre, variación de la morfología y cursos de agua, la desnitrificación de las aguas superficiales, la contaminación de los cauces receptores con aguas residuales contaminadas, modificación del equilibrio hídrico y la calidad del agua, erosión del suelo, destrucción de la flora y desplazamiento de la fauna, alteración del microclima, multiplicación de agentes patógenos e infecciosos; además, otro de los efectos más relevantes son los conflictos con la población, problemas sociales en tiempos de apogeo, instalación de asentamientos humanos como resultado de la actividad extractiva, entre otros.

1.2.4. Marco normativo para la extracción de materiales de construcción

Respecto al marco normativo para la extracción de materiales de construcción en el Perú, la Constitución Política del Perú (1993), en su artículo 66° menciona que los recursos naturales, tanto renovables como no renovables corresponden al patrimonio de la Nación y por lo tanto, el Estado es soberano para aprovechar dichos recursos. Por Ley orgánica se establecen los lineamientos para su aprovechamiento y su autorización a terceros. Así mismo, el artículo 67°, establece la política nacional del ambiente que permite el uso sostenible de sus recursos naturales. Además, el artículo 195°, inciso 3 y 8, señalan que los gobiernos locales deben fomentar el desarrollo de la economía local y tienen la competencia para administrar sus bienes y rentas; asimismo, para controlar sus actividades orientadas a la sustentabilidad de los recursos naturales de acuerdo con la ley.

Por otro, lado la Ley N° 28611, Ley General del Medio Ambiente, determina las normas primordiales para ejercer el derecho a vivir en un ambiente sano, en equilibrio para el pleno desarrollo de la vida; de igual manera, determina la obligación de colaborar con la gestión ambiental y de cuidar el ambiente, con el fin de optimizar la calidad de vida de los pobladores y alcanzar el tan ansiado desarrollo sostenible. Asimismo, la Ley sobre la extracción de materiales de los cauces de los ríos por parte de los Municipios N° 28221, establece que las Municipalidades de distritos y provincias, tienen competencia para permitir la actividad de extracción de materiales de acarreo que se ubican en el cauce de los ríos y cobrar por los derechos correspondientes; además, se debe tener en cuenta que la zona de extracción deberá ser ubicada guiándose del eje central del cauce del río, sin dañar los alrededores ni construcciones hidráulicas que allí existan. Por otro lado, se puede detener las actividades u ordenar la reubicación de la zona de extracción si los que poseen el permiso estuvieran contaminando gravemente el agua del río, dañando el cauce o áreas cercanas, o perturbando la seguridad de la población.

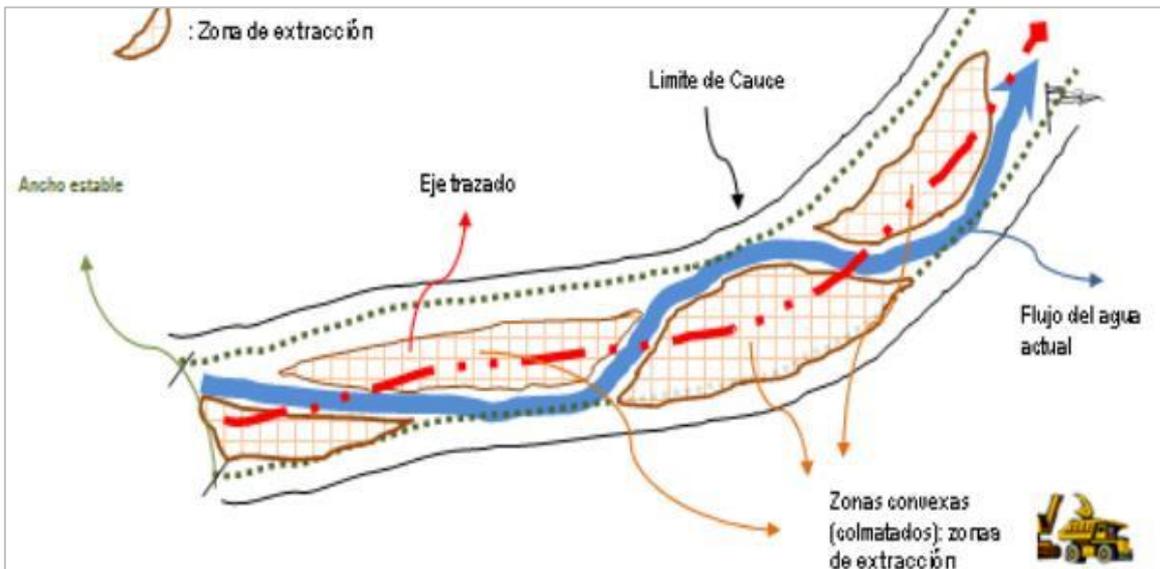
Además, la Ley de Recursos Hídricos N° 29338, en su artículo 15°, señala que es función de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) pronunciar opinión técnica anterior vinculante para otorgar autorización de extracción de minerales de acarreo en los cauces naturales de agua; esta función se operativiza mediante Resolución Jefatural N° 102-2019-ANA, mediante el cual se dictan los lineamientos para expresar dicha opinión. Esta Resolución contempla criterios para identificar, seleccionar y explotar material de acarreo, ésta advierte que, para la ubicación de la zona de extracción se debe efectuar un reconocimiento de campo para identificar y prevalecer los posibles sectores de extracción, considerando que éstas no se ubiquen contiguas a comunidades, estructuras productivas (desarrollo de actividades industriales y de servicios), áreas frágiles que podrían ser dañados en la explotación.

La Resolución Jefatural N° 102-2019-ANA, establece los criterios para la ubicación de la zona de extracción, según sus características, tal como se muestra a continuación:

- Recomienda considerar como zona de extracción en ríos sin encausamiento con régimen permanente a las zonas convexas donde se deposita material de acarreo, como se muestra en la Figura 1.

Figura 1

Zona de extracción en ríos sin encausamiento con régimen permanente

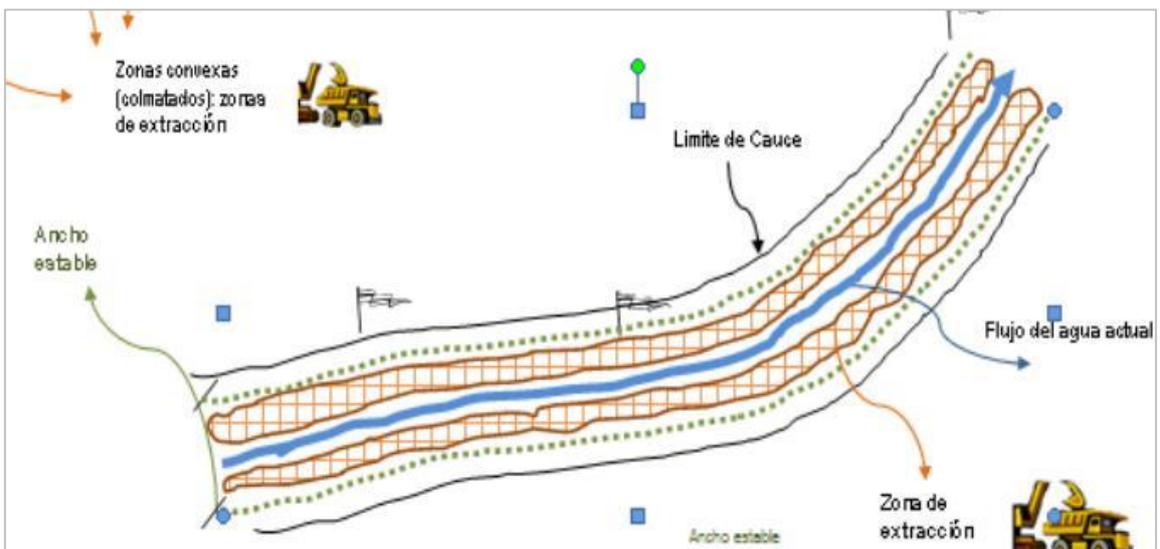


Nota. R.J. N° 102-2019-ANA.

- En el caso de los ríos que mantienen su flujo en el eje del cauce, se recomienda zona de extracción, de acuerdo con lo que muestra la Figura 2. En el caso de los ríos con régimen no permanente se recomienda el trazado del eje central del cauce, estableciendo el ancho estable, salvaguardando la influencia de estructuras, tal como se muestra en la Figura 3.

Figura 2

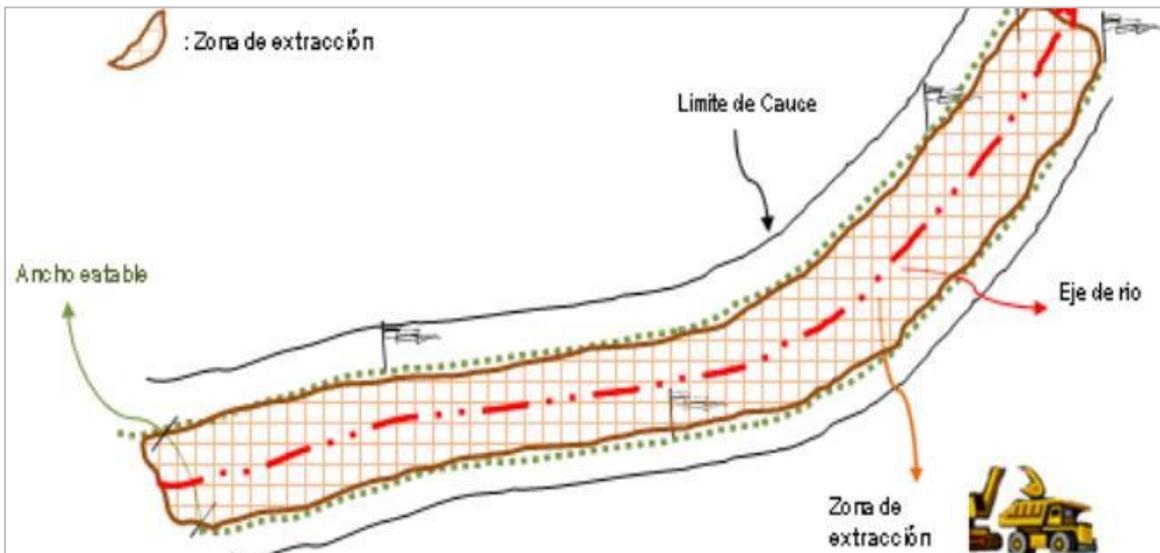
Zona de extracción en ríos que mantienen su flujo en el eje del cauce



Nota. R.J. N° 102-2019-ANA.

Figura 3

Selección de zona de extracción en ríos con régimen no permanente

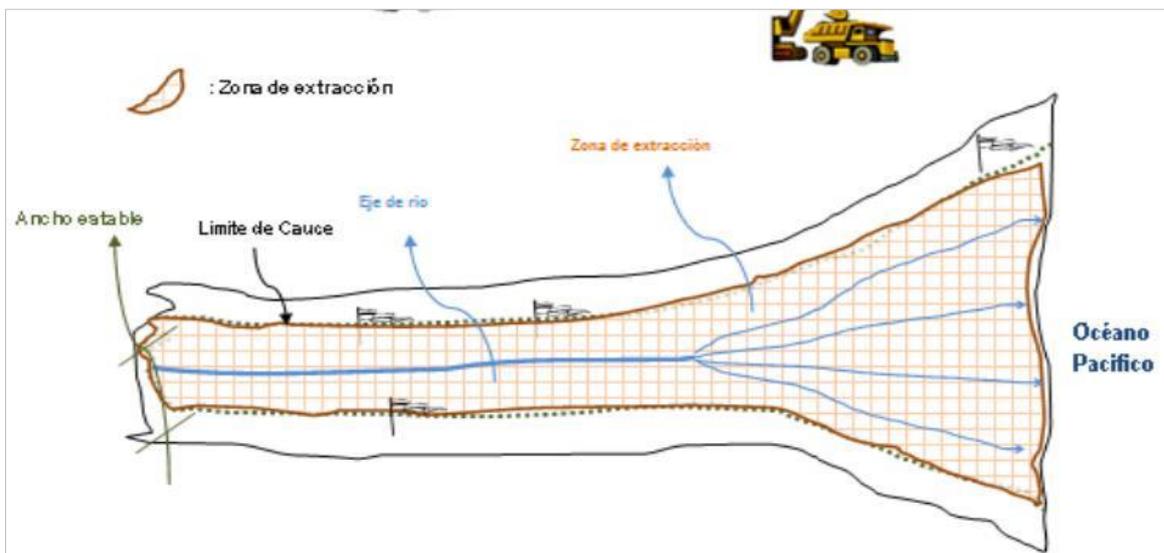


Nota. R.J. N° 102-2019-ANA.

- Asimismo, para el caso de desembocaduras de río, se debe considerar como área extractiva con el fin de realizar el “destaponamiento” de los materiales depositados en el cauce, para impedir inundación a consecuencia de remanso, tal como se ve en la Figura 4.

Figura 4

Selección de zona de extracción en desembocaduras de río

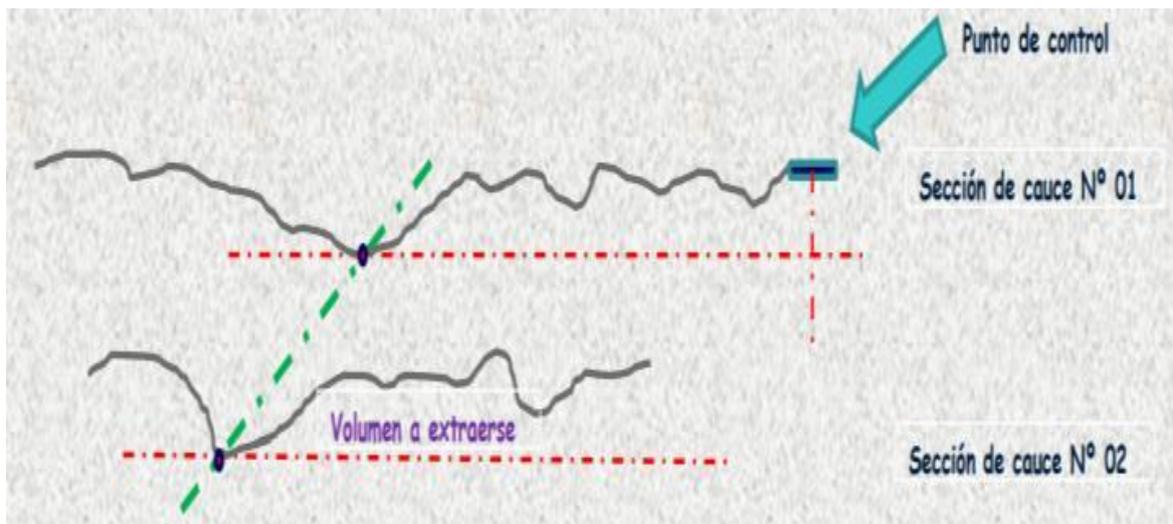


Nota. R.J. N° 102-2019-ANA.

Para la determinación del volumen de material de acarreo a explotar, la Resolución Jefatural N° 102-2019-ANA, establece criterios para realizar un levantamiento topográfico que defina el eje y la pendiente del río, así como las dimensiones del ancho estable, considerando para ello la Línea de Thalweg (Figura 5).

Figura 5

Línea de Thalweg



Nota. R.J. N° 102-2019-ANA.

En cuanto a la explotación del material de acarreo, la resolución propone cavar en forma de barrido, en capas y tramos, considerando la profundidad mayor que es la Línea de Thalweg y el ancho estable para configurar la caja del río; asimismo, establece criterios para extracción de material de acarreo cuando el caudal del río es temporal y cuando es permanente. Además, establece criterios para la disposición del material de descarte, indicando que este debe ser colocado en las riberas afectadas del río para formar diques fusibles que protegerán los probables reboses e inundaciones; esta práctica permitirá también que no se restrinja el curso del río, caminos de acceso y otros.

CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Diseño de la investigación

El desarrollo de la investigación presentó un enfoque cuantitativo, debido a que presentó procesos secuenciales y tuvo carácter probatorio; se utilizó la recolección de datos para probar una hipótesis previamente establecida, basado en la medición numérica y el análisis estadístico (Hernández *et al.*, 2010). El alcance fue descriptivo, porque el objetivo fue la descripción de los fenómenos tal como son y cómo se manifestaron en el momento de realizarse el estudio y se utilizó la observación como método descriptivo, buscando especificar las propiedades importantes para medir y evaluar aspectos, dimensiones o componentes (Hernández *et al.*, 2014).

El diseño de la investigación fue no experimental, correlacional-causal. No experimental, porque no hubo intervención o manipulación del investigador en ninguna de las variables. Es decir, el investigador observa los fenómenos (extracción de materiales de construcción y calidad de agua) tal y como ocurrieron naturalmente, registra la información y luego las analiza. Al respecto, Hernández *et al.* (2014) describe los diseños no experimentales como los que no presentan manipulación intencional de sus variables independientes, se analiza y estudia los fenómenos de la realidad luego de haberse producido. Asimismo, fue correlacional-causal porque permitió analizar la relación de hechos y fenómenos de la realidad (variables) en función de la relación causa-efecto, donde una de ellas, la variable independiente (causa) antecede en el tiempo a la variable dependiente (efecto) y donde la relación causa-efecto es verosímil (Hernández *et al.*, 2010).

Gráficamente el diseño quedó expresado en el siguiente esquema:



Donde:

M = Muestra

O₁ = Variable Independiente: Extracción de materiales de construcción

O₂ = Variable dependiente: Calidad del agua

r = Relación causal de las variables de estudio

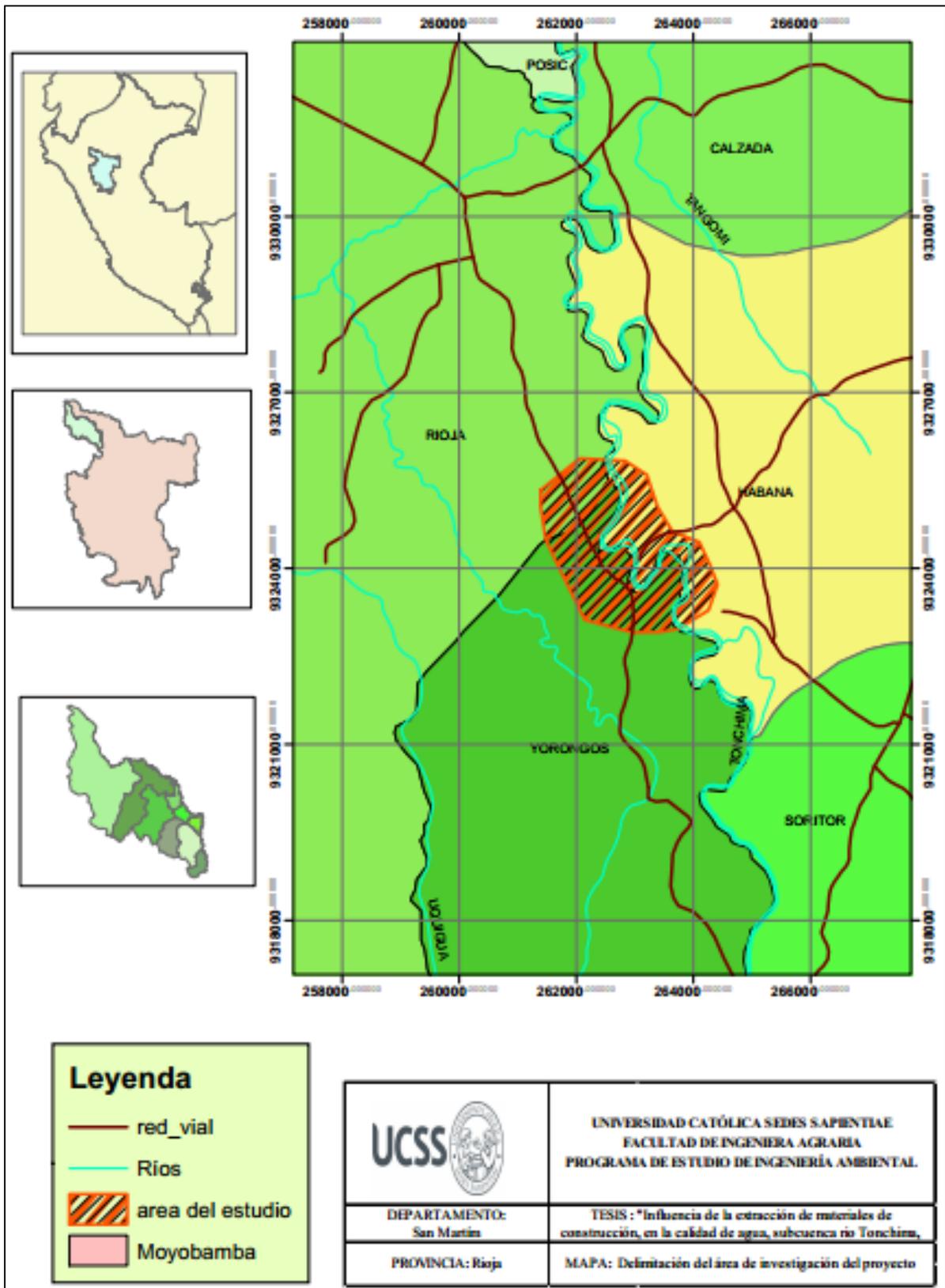
2.2. Lugar y fecha

El desarrollo de la investigación se realizó en la subcuenca del río Tonchima carretera Rioja – Yorongos (Figura 6). Específicamente, la toma de datos se realizó en la zona de extracción de materiales de construcción ubicada en el cauce del río Tonchima, en las siguientes coordenadas: Inicio al Este: 262 909,78, al Norte: 9 323 737,90; Final al Este: 262 905,72, al Norte: 9 324 054,81, en la Zona Churuyacu. La ejecución de todo lo programado para el cumplimiento de los objetivos, se realizó en nueve meses, iniciando las actividades el 01 de febrero de 2021 y culminando el 15 de octubre de 2021.

El área de extracción de material no metálico, comprende ambas márgenes del río. La margen izquierda pertenece al distrito de Yorongos (área más intervenida por la construcción de trochas carrozables e ingreso de maquinaria) y la margen izquierda pertenece al distrito de Habana (Figura 6).

Figura 6

Mapa del área de investigación



Nota. Elaboración propia.

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

La población hace referencia al universo, conjunto o totalidad de elementos sobre los que se va a realizar los estudios o investigación (Hernández *et al.*, 2014). La población fue la subcuenca del río Tonchima carretera Rioja – Yorongos, que tiene un área de 20 850 ha. que representa el 7,86 % de la cuenca del Alto Mayo (Gobierno Regional de San Martín [GORESAM], 2016).

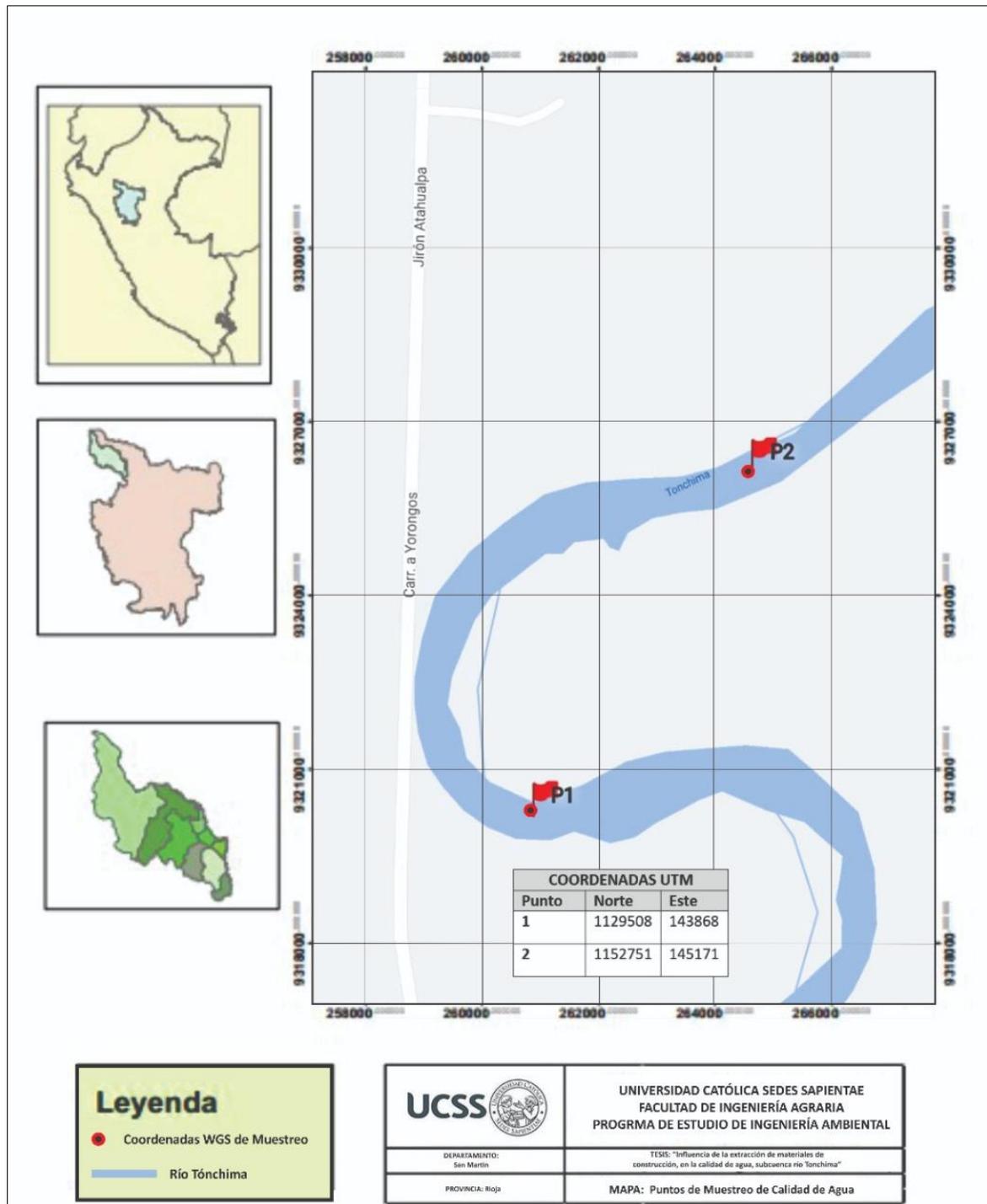
2.3.2. Muestra

La muestra es un sub grupo o grupo específico representativo dentro de la población que se ha seleccionado, cuyas características conforman un fiel reflejo del conjunto de la población (Hernández *et al.*, 2014).

Las muestras de agua fueron recolectadas 50 m aguas arriba y 50 m aguas abajo de la zona de extracción de materiales de construcción ubicada en el cauce del río Tonchima, sector Churuyacu, distrito de Rioja, provincia de Rioja, con una longitud total de 320 m, ubicado en las coordenadas UTM Datum WGS 84: Inicio al Este: 262 901 m, al Norte: 9 324 054 m y final Este: 262 909 m, al Norte: 9 323 739 m. Además, se consideró dos épocas; para la época de lluvias se tomaron cuatro muestras dos primeras muestras fueron recogidas aguas arriba, ambas con sistema de coordenadas UTM en estándar geodésico WGS84 P1 N: 1 129 508 m - E:143 868 m (una muestra tomada el 18 de enero y otra el 01 de febrero del 2021); y las dos últimas muestras fueron recogidas aguas abajo, ambas con coordenadas UTM WGS84 P2 N: 1 152 751 m - E: 145 171 m (una muestra tomada el 18 de enero y otra el 01 de febrero 2021) y para la temporada de verano se tomaron cuatro muestras: dos muestras recogidas aguas arriba, ambas con coordenadas UTM WGS84 P1 N:1129508 m - E:143868 m (una muestra tomada el 12 de julio y otra el 24 de julio del 2021) y dos muestras tomadas aguas abajo, ambas con coordenadas UTM WGS84 P2 N:1152751 m - E:145171 m (una muestra tomada el 12 de julio y otra el 24 de julio del 2021) (Figura 7).

Figura 7

Puntos de muestreo de agua



Nota. Elaboración propia.

2.4. Técnicas e instrumentos

2.4.1. Técnicas

- **Observación:** Se dice de la examinación minuciosa de un objeto, una anomalía, una tarea o un individuo, para poder reconocer su estructura, sus propiedades y su naturaleza, anotándolas a través de alguna herramienta para poder establecer un orden, separando y resumiendo el contenido de la misma (Niño, 2011). Esta técnica se utilizó para recolectar datos acerca de la variable *extracción de materiales de construcción*.
- **Análisis fisicoquímico del agua:** Se utilizó para la medición de la variable *calidad de agua*, siguiendo los pasos señalados en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (R.J. N° 010-2016-ANA).

2.4.2. Instrumentos

- Para la observación de la extracción de materiales de construcción, se utilizó como instrumento la Ficha de Observación (ver Apéndice 1), diseñada en concordancia con las dimensiones e indicadores de la variable respectiva.
- Para el análisis físico-químico de la calidad del agua se utilizaron equipos, materiales y reactivos puestos a disposición por los Laboratorios, donde se realizaron los análisis respectivos de las aguas (R.J. N° 010-2016-ANA).

2.5. Descripción de la investigación

La investigación tuvo tres procesos bien definidos: recolección de datos de la extracción de materiales de construcción, evaluación de la calidad del agua en la zona de extracción, y verificación estadística de la influencia de la primera variable sobre la segunda.

2.5.1. Extracción de materiales de construcción

Para el recojo de información acerca de la variable “extracción de materiales de construcción”, se siguió la metodología establecida en la R.J. N° 010-2016-ANA, adaptado al siguiente procedimiento:

Paso 1. Se solicitó permiso a la empresa extractora para el ingreso del personal investigador a la zona de explotación. Asimismo, se solicitó el expediente técnico a la municipalidad distrital de Yorongos (ver Apéndices 3, 4 y 5).

Paso 2. Se ingresó a la zona de explotación y haciendo uso de una ficha de observación directa y una memoria descriptiva, se recogió datos sobre la extracción de materiales de construcción (ver Apéndice 1) en el cauce del río Tonchima, margen izquierda-sector, la cual contempla ítems sobre la identificación de la zona de extracción (Figura 7), determinación del volumen de material de construcción a explotar, y sobre explotación de material de construcción (Figura 8 y 9); aparte de ello, se comparó si los datos consignados en el expediente técnico correspondían con los datos obtenidos mediante la observación directa.

Figura 8

Identificación de la zona de extracción



Nota. Elaboración propia.

Figura 9

Explotación de material de construcción



Nota. Elaboración propia.

Figura 10

Acopio de material de construcción extraído del río Tonchima



Nota. Elaboración propia.

Paso 3. En gabinete, se sistematizó en tablas considerando las dimensiones e indicadores; estos datos se compararon con los lineamientos establecidos en la R.J. N° 102-2019-ANA (otorgamiento de la autorización de extracción de material de acarreo en los cauces naturales de agua).

2.5.2. Evaluación de la calidad del agua

Para la evaluación de la calidad del agua del río Tonchima, se siguió el procedimiento establecido por el Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI] (2016) y la Autoridad Nacional del Agua (R.J. N° 010-2016-ANA, 2016), el cual consistió en los siguientes pasos:

Paso 1. Premuestreo

Se realizó la planificación del premuestreo, determinación de los puntos de muestreo (Figura 10), revisión de información bibliográfica de los parámetros para medir la calidad del agua; además, se preparó acondicionó los materiales, equipos e indumentaria. La selección de los puntos de muestreo tuvo como requisito primordial que la muestra fuera representativa del cuerpo de agua. Los puntos de muestreo con sistema de coordenadas UTM en estándar geodésico WGS84 fueron: Aguas arriba (P1) Norte: 1 129 503 m – Este: 143 868 m y aguas abajo (P2) Norte: 1 152 751 m – Este: 145 171 m. (ver Apéndice 5).

Figura 11

Establecimiento de los puntos de monitoreo



Nota. Elaboración propia.

Paso 2. Muestreo

El monitoreo consistió en la toma de muestras de agua del río (Figura 11) en frascos de plástico (botellas), los cuales fueron rotulados y etiquetados (Figura 12); seguidamente, éstas muestras fueron ubicados en un cooler junto a bolsas refrigerantes para que las muestras de agua puedan conservarse a una temperatura de refrigeración; además, de evitar la rotura, derrame, daño, así como la exposición directa a la luz solar de las mismas. Posteriormente, el mismo investigador realizó el transporte de las muestras hacia los laboratorios Anaquímicos Servicios Generales E.I.R.L., ubicado en Moyobamba y el Laboratorio de Ciencias Básicas de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, Nueva Cajamarca, siguiendo los protocolos establecidos por la ANA (R.J. N° 010-2016-ANA).

Figura 12

Toma de muestras de agua



Nota. Elaboración propia.

Figura 13

Rotulado y etiquetado de muestras



Nota. Elaboración propia.

Para poder observar las alteraciones en algunos parámetros del agua como el color o la turbiedad, las muestras fueron tomadas en dos temporadas distintas del año: la primera en época de lluvias y la segunda en verano (enero y julio 2021, respectivamente); ya que es ahí donde la actividad antrópica fue mayor.

Paso 3. Postmuestreo

Comprendió el análisis, procesamiento y emisión de los resultados de las muestras de agua; los laboratorios donde se realizaron estos procedimientos fueron: Anaquímicos Servicios Generales E.I.R.L., ubicado en Moyobamba y el Laboratorio de Ciencias Básicas de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, Nueva Cajamarca.

2.5.3. Verificación estadística de la influencia de las variables

El análisis de los resultados obtenidos en laboratorio, se realizó en gabinete, se compararon con los ECA para agua de la categoría III y Categoría IV (R. J. N° 056-2018-ANA). Luego de realizado el análisis minucioso, se consolidaron en tablas, para su posterior tratamiento estadístico. Se realizó el proceso estadístico para verificar la influencia de la extracción de

materiales de construcción, en los parámetros de la dimensión fisicoquímica de calidad de agua, subcuenca río Tonchima, carretera Rioja – Yorongos.

2.6. Identificación de variables y su mensuración

- **Variable independiente:** Extracción de materiales de construcción

Definición conceptual: Proceso mediante el cual se explota minerales no metálicos, los cuales serán utilizados en el sector construcción (Häberer, 1998). Los materiales son extraídos de zonas de grandes depósitos naturales denominadas canteras fluviales, en las que se encuentra canto rodado, gravas, arena, limo y arcilla; aunque las canteras fluviales tienen ciclos en las que se autoabastecen, lo cual permite su explotación; asimismo, la extracción de materiales de construcción representa gran daño a los cuerpos de agua (Cornejo, 2015).

Definición operacional: Esta variable se midió comparando los datos obtenidos de la observación de la extracción de materiales de construcción en la subcuenca río Tonchima, carretera Rioja – Yorongos, con los criterios para identificar, seleccionar y explotar zonas de extracción de material de acarreo (Resolución Jefatural N° 102-2019-ANA) (Tabla 1). La medición de los indicadores se realizó aplicando una ficha de observación diseñada de acuerdo con las dimensiones e indicadores de la variable de estudio (ver Apéndice 1).

Tabla 1

Operacionalización de la Variable Independiente

Dimensiones	Indicadores	Mensuración
Identificación	- Trazado del eje central del cauce.	Escala: Nominal - Cumple - No cumple
	- Determinación del ancho estable.	
	- Respeta la influencia de estructuras.	
	- El eje del río 100 m aguas arriba y abajo.	
Determinación del volumen	- Secciones transversales cada 25 m.	
	- La pendiente del río respetando la Línea de Thalweg.	
	- La pendiente no distorsiona la velocidad del flujo de agua.	
	- Las dimensiones del ancho estable, respeta el caudal máximo.	

Explotación	<ul style="list-style-type: none"> - Considera la información del Guía metodológica para proyectos de protección y/o control de inundaciones en área agrícolas o urbanas, para el establecimiento del ancho estable. - Área de corte determinado según ancho estable, eje, secciones transversales y línea de Thalweg. - Excavación: barrido, por capas, por tramos. - Respeta la profundidad máxima (Línea de Thalweg). - Respeta el ancho estable. - Cumple con los criterios para extracción por tipo de caudal: temporal o permanente. - Ubica el material de descarte en la ribera debilitada del río, forma diques fusibles.
--------------------	---

Nota. Elaboración propia basado en R.J. N° 102-2019-ANA.

- **Variable dependiente:** Calidad del agua

Definición conceptual: El concepto de calidad de agua deriva de un análisis minucioso, el cual se puede comprender y explicar desde tres puntos de vista: el funcional, el cual consiste en la capacidad del agua para reaccionar a su uso; el ambiental, donde establece las condiciones que deben existir en el agua para mantener un ecosistema en equilibrio; y la descriptiva, que comprende las características químicas, físicas y microbiológicas, etc. (Armas, 2016).

Definición operacional: La calidad del agua se determinó al comparar los resultados del análisis de las muestras de agua de la subcuenca río Tonchima, carretera Rioja – Yorongos, con los estándares de calidad ambiental para agua (ECA) (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM), de acuerdo con los parámetros de la dimensión fisicoquímico. La medición de los indicadores se realizó en el laboratorio Anaquímicos Servicios generales EIRL, mediante análisis fisicoquímico (Tabla 2).

Tabla 2*Operacionalización de la Variable Dependiente*

Dimensiones	Indicadores	Unidades de medida	Mensuración
Fisicoquímico	- Turbiedad	UNT	Escala: Nominal
	- Conductividad	($\mu\text{S/cm}$)	- Apta - No apta
	- Color (b)	Escala Pt/Co	
	- Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	
	- Aceites y grasas	mg/L	
	- Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	
	- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	
	- Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	
	- Temperatura	°C	

Nota. Los ECA para calidad de agua, establecen numerosos parámetros. En esta investigación, se priorizaron solamente los que se muestran en la Tabla 2, teniendo en cuenta la disponibilidad de estos análisis en los laboratorios más accesibles al lugar de la investigación. Elaboración propia basado en D.S. N° 004-2017-MINAM.

2.7. Análisis estadístico de los datos

El procesamiento se realizó con la estadística descriptiva e inferencial, mediante el siguiente tratamiento:

➤ Hipótesis Estadística

H₀: La extracción de materiales de construcción, no influye significativamente en la calidad de agua, en la subcuenca del río Tonchima, carretera Rioja-Yorongos, 2020.

H₁: La extracción de materiales de construcción, influye significativamente en la calidad de agua, en la subcuenca del río Tonchima, carretera Rioja-Yorongos, 2020.

$$H_0 : \mu_d = 0$$

$$H_1 : \mu_d < 0$$

Donde:

$\mu_d = \mu_1 - \mu_2$: Es la diferencia promedio de las mediciones de cada parámetro aguas arriba y aguas abajo en tiempos de lluvia y en tiempos de verano.

Asimismo, se estableció un nivel de significancia o error estadístico del 5 % (α). La hipótesis se contrastó utilizando la prueba t-Student para la diferencia pareada y verificada según las condiciones del valor “p” de la prueba t-Student:

Si $p < 5\%$, se descarta la hipótesis nula H_0 y se acepta la hipótesis de investigación H_1

Si $p > 5\%$, se acepta la hipótesis nula H_0 .

Las fórmulas que se utilizaron fueron:

$$t_c = \frac{\bar{d}}{S_d/\sqrt{n}} \quad \text{con } (n-1) \text{ grados de libertad,}$$

$$\bar{d} = \frac{\sum d_i}{n}$$

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum d_i^2 - \frac{(\sum d_i)^2}{n}}{n-1}}$$

Donde:

\bar{d} : Promedio de las diferencias.

S_d : Desviación estándar de las diferencias.

n : Tamaño de muestra.

t_c : Valor calculado, obtenido de un procedimiento matemático utilizando los datos estadísticos obtenidos de la fórmula t de Student para la diferencia pareada, cuando se realiza medición solamente a un grupo.

Se utilizaron los principales estadígrafos de posición y dispersión como el promedio y desviación estándar:

– **Media Aritmética:** se determinó en base a los datos no agrupados. La fórmula utilizada fue:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Donde:

\bar{X} = Promedio

$\sum x$ = Sumatoria de los puntajes

n° = Número de unidades de análisis

- **Desviación Estándar:** Para mostrar las unidades de mediación de la distribución con respecto a la media, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}$$

- **Coefficiente de Variación:** Se midió el grado de variación o la homogeneidad de los datos recopilados, utilizando la fórmula:

$$CV = \frac{s}{x} \times 100$$

Finalmente, para la presentación de la información se utilizaron tablas y el procesamiento fue de manera electrónica mediante el Software SPSS v25.

2.8. Materiales y equipos

Los materiales y equipos utilizados para la toma de muestra en campo se muestran en la Tabla 3, en concordancia con las indicaciones del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA).

Tabla 3*Materiales y equipos para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales*

Materiales	Equipos
Cooler de 5 litros	GPS Marca: Garmin/ Modelo: INREACH EXPLORER
5 frascos de plástico	Cámara fotográfica Nikon 5 600
20 pares de guantes desechables	Vehículo motorizado
Mascarillas	
Sustancia refrigerante	
Agua destilada	
Preservantes	
Solución estándar (pH, conductividad, etc.)	
Etiquetas	
Registro de datos de campo	
Cadena de Custodia (ver Apéndice 5)	
Camisa manga larga	
Casaca	
Lentes	
Gorra	
Ponchos impermeables	
Plumón indeleble	
Lápiz	
Cinta adhesiva	
papel secante	
Cinta métrica	

Nota. Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (R.J. N° 010-2016-ANA).

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Extracción de materiales de construcción en la subcuenca río Tonchima

Los procesos de extracción de los materiales de construcción hormigón y piedra en el sector Churuyacu, sub cuenca del río Tonchima, en una longitud de 320 m con sistema de coordenadas UTM en estándar geodésico WGS84, inicio E: 262 909.78 – N: 9 323 737.90 y final E: 262 905.72 – N: 9 324 054.81, donde se observó que en la primera dimensión “Identificación de la zona de extracción”, la empresa ha ubicado la zona de extracción realizando el trazado del eje central del cauce, determinando así el ancho estable del río y respetando la influencia de estructuras, cumpliendo con los criterios establecidos en la R.J. N° 102-2019-ANA.

En cuanto a la segunda dimensión “determinación del volumen de material de construcción a explotar”, se pudo observar que la empresa Servicios Generales Pepelucho EIRL, previamente al desarrollo de sus actividades realizó un levantamiento topográfico del tramo del río con vista de secciones cada 20 m, donde se visualizó el cauce del río y los márgenes de las máximas avenidas, determinando de esta manera que la empresa cumple con el eje del río (100 m) aguas arriba y aguas abajo. Asimismo, se verificó el cumplimiento de las secciones transversales cada 25 m, en una escala de 1:500, donde a una declinación de 0,45 % desde la cota de inicio y la cota final en el tramo evaluado, se determinó que la pendiente del río respeta la Línea de Thalweg; además, se precisó que las secciones transversales evaluadas también cumplen las dimensiones del ancho estable del cauce del río, respetando el caudal máximo, mediante el método de Simons y Henderson, Método de Petis, método de Blench y Altunin, y el método de Manning y Strickler, utilizando el caudal determinado de 76,07 m³/s. Finalmente, al considerar la información de la guía metodológica para proyectos de protección y/o control de inundaciones en área agrícolas o urbanas y establecimiento del ancho estable (40 m), la empresa si cumple con el área de corte determinado según el ancho, eje, secciones transversales y Línea de Thalweg; sin embargo, la pendiente sí distorsiona la

velocidad del flujo, por lo que, en este caso, la empresa no cumple con este criterio establecido en la R. J. N° 102-2019-ANA, la cual menciona que la pendiente no debería distorsionar la velocidad del flujo de agua.

Respecto a la tercera dimensión sobre la “explotación de material de construcción”, se encontró que la empresa Servicios Generales Pepelucho EIRL, cumple con una excavación tipo barrido por capas y por tramos, dado que la explotación del material de acarreo se realizó con cargador frontal y/o excavadora, excavando en forma de barrido; además, cumple con respetar la profundidad máxima según la Línea de Thalweg de 1,20 m de cada tramo especificado en el plano de cortes cada 20 m; asimismo, cumple con los criterios para extracción por tipo de caudal (temporal o permanente) y ubicación del material de descarte en la ribera debilitada del río, formando diques fusibles, con el fin de proteger de los posibles desbordes e inundaciones, al ser compactados mediante el paso de la maquinaria pesada como cargador frontal y en ciertos tramos con camiones volquetes; sin embargo, la empresa no cumple con el ancho estable de 40 m para conformar la caja hidráulica del río, considerando el nivel del Thalweg, el cual se excede de este nivel.

En la Tabla 4 se muestra el análisis de cada una de las dimensiones antes mencionadas, donde se prueba que la extracción de materiales de construcción en la subcuenca río Tonchima, carretera Rioja – Yorongos, 2020, en sus dimensiones de determinación del volumen y explotación del material, no cumple con algunos de los criterios técnicos ambientales.

Tabla 4

Extracción de materiales de construcción en la subcuenca río Tonchima

Dimensiones	Ítems	Cumple	No cumple
Identificación de la zona de extracción	La zona de extracción ha sido ubicada realizando el trazado del eje central del cauce.	x	
	La zona de extracción ha sido ubicada determinando el ancho estable del río.	x	
	La zona de extracción ubicada respeta la influencia de estructuras.	x	
Determinación del volumen de material de	El eje del río 100 m aguas arriba y abajo.	x	

		Continuación	
construcción a explotar	Secciones transversales cada 25 m.	x	
	La pendiente del río respetando la Línea de Thalweg.	x	
	La pendiente no distorsiona la velocidad del flujo de agua.		x
	Las dimensiones del ancho estable, respeta el caudal máximo.	x	
	Considera la información de la Guía metodológica para proyectos de protección y/o control de inundaciones en área agrícolas o urbanas, para el establecimiento del ancho estable.	x	
	Área de corte determinado según ancho estable, eje, secciones transversales y línea de Thalweg.	x	
	Excavación tipo barrido, por capas, por tramos.	x	
Explotación de material de construcción	Respeto la profundidad máxima (Línea de Thalweg).	x	
	Respeto el ancho estable.		x
	Cumple con los criterios para extracción por tipo de caudal: temporal o permanente.	x	
	Ubica el material de descarte en la ribera debilitada del río, forma diques fusibles.	x	

Nota. Elaboración propia con base en la R.J. N° 102-2019-ANA.

3.2. Determinación de la calidad del agua del área de extracción de materiales

Se realizó el análisis físico - químico de las muestras de agua tomadas de la subcuenca del río Tonchima, ubicada en la carretera Rioja – Yorongos. El muestreo se hizo en dos épocas. Para la época de lluvias se tomaron cuatro muestras y para la temporada de verano se tomaron cuatro muestras, haciendo un total de 8 muestras.

En la Tabla 5 se muestran los resultados de la calidad del agua de la subcuenca del río Tonchima, según los Estándares de Calidad Ambiental para Agua.

Tabla 5

Calidad del agua de la subcuenca del río Tonchima, según los estándares de calidad ambiental

Parámetros	Categoría III y IV R.J. N° 056 -2018-ANA Estándares de Calidad Ambiental D.S. N° 004- 2017-MINAM					Análisis del agua								Decisión				
						Tiempo 1				Tiempo 2								
	A1	B1	D1	D2	E2	P1	P1	P2	P2	P1	P1	P2	P2	A1	B1	D1	D2	E2
Turbiedad (UNT)	5	100	-	-	-	12	12,5	38,5	37	11	10,8	35	36	no	si	-	-	-
Conductividad (μ S/cm)	1500	-	2 500	5 000	1 000	216	218	296	300	213	213	292	293	si	-	si	si	si
Color Escala Pt/Co	15	Sin cambio normal	100(a)	100(a)	20(a)	21	22	32	34	17	16	31	32	no	no	si	si	no
Oxígeno disuelto (valor mínimo) mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4	≥ 5	≥ 5	7,53	7,5	7,37	7,33	7,53	7,51	7,3	7,28	si	si	si	si	si
Aceites y grasas mg/L	0,5	Ausencia de película visible	5	10	5	0,5	0,5	1,2	1,3	0,55	0,55	1,3	1,4	no	no	si	si	si
Demanda química de oxígeno mg/L	10	30	40	40	-	0,56	0,56	0,87	0,89	0,56	0,57	0,8	0,82	si	si	si	si	-
Demanda bioquímica de oxígeno mg/L	3	5	15	15	10	1	1,1	1,6	1,62	1	1	1,62	1,65	si	si	si	si	si
Sólidos suspendidos mg/L	-	-	-	-	≤ 400	125	130	250	252	114	112	240	242	-	-	-	-	si
Sólidos sedimentables mg/L	-	-	-	-		50	53	97	97	40	38	93	94	-	-	-	-	-
pH Unidad de pH	6,5-8,5	6,00-9,0	6,5-8,5	6,5-8,4	6,5-9,0	7,4	7,4	6,8	6,8	7,3	7,3	6,9	6,8	si	si	si	si	si
Temperatura °C	$\Delta 3$	-	$\Delta 3$	$\Delta 3$	$\Delta 3$	22,2	18,6	22,4	19	18,8	19,1	18,9	19,8	si	-	si	si	si

Nota. T1: lluvias. T2: verano. P1: aguas arriba a 50 m. de la zona de extracción. P2: aguas abajo a 50 m. después de la zona de extracción.
Elaboración propia a partir de los resultados del análisis de laboratorio.

Verificando estos resultados con los parámetros del ECA sub categoría A1 “aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección”, se observó que la turbidez del agua del río fue alta, tanto en la primera medición en tiempos de lluvia aguas arriba (T1:P1 = 12 > 5; T1:P1 = 12,5 > 5 NTU) y aguas abajo (T1:P2 = 38,5 > 5; T1:P2 = 37 > 5), como en la segunda medición en temporadas de verano aguas arriba (T2:P1 = 11 > 5 NTU; T2:P1 = 10,8 > 5 NTU) y aguas abajo (T2:P2 = 35 > 5 UNT; T2:P2 = 36 > 5 NTU). Asimismo, se observó que el color del agua es alto respecto al color verdadero, tanto en la primera medición en tiempos de lluvia antes de la extracción (T1:P1 = 21 > 15 Pt/Co; T1:P1 = 22 > 15 Pt/Co) y después de la extracción (T1P2 = 32 > 15 Pt/Co; T1P2 = 34 > 15 Pt/Co), como en la segunda medición en temporadas de verano antes de la extracción (T2P1 = 17 > 15 Pt/Co; T2P1 = 16 > 15 Pt/Co) y después de la extracción (T2:P2 = 31 > 15 Pt/Co; T2:P2 = 32 > 15 Pt/Co). En igual modo se observó con respecto a aceites y grasas, cuyos valores no presentaron variación significativa, en la primera medición en tiempos de lluvia y antes de la extracción (T1:P1 = 0,5 > 0,5 mg/L), así como después de la extracción (T1P2 = 1,2 > 0,5 mg/L; T1P2 = 1,3 > 0,5 mg/L); similar resultado se observó en la segunda medición en temporadas de verano antes de la extracción (T2P1 = 0,55 > 0,5 mg/L) y después de la extracción (T2:P2 = 1,3 > 0,5 mg/L; T2:P2 = 1,4 > 0,5 mg/L), entendiéndose que dichos parámetros no contaban con las condiciones para ser utilizadas en el abastecimiento de agua para consumo humano mediante simple desinfección, conforme a la normativa actual.

Asimismo, realizando las verificaciones de los resultados del análisis con los parámetros del ECA sub categoría B1 “aguas superficiales destinadas a recreación de contacto primario”, se pudo identificar que el color del agua presentó cambios respecto al color verdadero; en igual modo, con respecto a aceites y grasas se observó la presencia de películas visibles, entendiéndose que dichos parámetros no reúnen las condiciones para ser destinadas al uso recreativo de contacto primario para el desarrollo de la pesca, la natación, y otros similares, de conformidad con la normativa vigente.

Respecto a la verificación de los resultados del análisis con los parámetros del ECA sub categoría E2 “aguas para conservación del ambiente acuático-ríos de la selva”, se observó que el color del agua es alto, respecto al color verdadero tanto en la primera medición en tiempos de lluvia antes de la extracción (T1:P1 = 21 > 20(a) Pt/Co; T1:P1 = 22 > 20(a)

Pt/Co) y después de la extracción ($T1P2 = 32 > 20(a) \text{ Pt/Co}$; $T1P2 = 34 > 20(a) \text{ Pt/Co}$); como en la segunda medición en temporadas de verano antes de la extracción ($T2P1=17 > 20(a) \text{ Pt/Co}$; $T2P1 = 16 > 20(a) \text{ Pt/Co}$) y después de la extracción ($T2:P2 = 31 > 20(a) \text{ Pt/Co}$; $T2:P2 = 32 > 20(a) \text{ Pt/Co}$). Entendiéndose que dichos parámetros no reunieron las condiciones para la conservación del ambiente acuático en este río.

Analizando los resultados de la Tabla 5, se determinó que la calidad del agua del área de extracción de los materiales de construcción subcuenca río Tonchima, carretera Rioja - Yorongos, 2020, en el parámetro fisicoquímico “turbiedad”, no cumplió con los indicadores de calidad del ECA-A1; asimismo, en el parámetro “color”, no cumplió con los indicadores de calidad del ECA-A1, B1 y E2, y finalmente, en el parámetro “aceites y grasas”, tampoco cumplió con los indicadores de calidad del ECA-A1 y B1.

3.3. Influencia de la extracción de materiales de construcción en los parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua

➤ Turbiedad

En la Tabla 6, se observa que en tiempos de lluvias (T1) y en tiempos de verano (T2) existieron dos mediciones del parámetro “turbiedad” del agua, antes (P1) y después (P2) de la extracción de los materiales de construcción. En el T1 se encontró que después de la extracción de los materiales de construcción, el agua del río Tonchima presentó mayor turbidez que antes de la extracción ($38,5 > 12 \text{ NTU}$; $37 > 12,5 \text{ NTU}$). Asimismo, se evidenció estadísticamente que el promedio de turbidez del agua en P2 ($37,75 \pm 1,06$) fue mayor que P1 ($12,25 \pm 0,35$), con variaciones homogéneas de 2,81 % y 2,89 %, con diferencia de promedios de $25,5 \pm 1,41 \text{ NTU}$. Además, el estadístico de prueba t-Student obtenido fue inferior al valor tabular ($-25,5 < -12,706$) con p-valor inferior al 5 % ($0,025 < 0,05$), decidiendo rechazar la H_0 y aceptar H_1 , que la extracción de materiales de construcción en tiempos de lluvias ha influido significativamente en la calidad del agua, en la subcuenca del río Tonchima, carretera Rioja- Yorongos, 2020, al medir la turbidez.

Tabla 6

Prueba de Hipótesis sobre la extracción de materiales de construcción y la calidad de agua según parámetro turbiedad

Parámetro	Tiempo 1		Tiempo 2	
	P1	P2	P1	P2
Turbiedad	12,0	38,5	11,0	35
	12,5	37,0	10,8	36
$\bar{X} \pm S$	$12,25 \pm 0,35$	$37,75 \pm 1,06$	$10,9 \pm 0,14$	$35,5 \pm 0,71$
CV%	2,89	2,81	1,29	1,99
$d(\bar{X}) \pm d(S)$	$25,5 \pm 1,41$		$24,6 \pm 0,84$	
t-calculado < t-tabular	$-25,5 < -12,706$		$-24,6 < -12,706$	
p-valor < 0,05	$0,025 < 0,05$		$0,016 < 0,05$	
Decisión	Rechaza H0		Rechaza H0	

Nota. T1: lluvias. T2: verano. P1: aguas arriba a 50 m. de la zona de extracción. P2: aguas abajo a 50 m. después de la zona de extracción. Elaboración propia. SPSSv.25.

En los resultados también podemos notar que en T2, la turbidez del agua del río Tonchima fue mayor después de la extracción de los materiales de construcción ($35 > 11$ NTU; $36 > 10,8$ NTU). Asimismo, se evidenció estadísticamente que el promedio de turbidez del agua en P2 ($35,5 \pm 0,71$) fue mayor que P1 ($10,9 \pm 0,14$) con variaciones homogéneas de 1,99 % y 1,29 %, con diferencia de promedios de $24,6 \pm 0,84$ NTU. Además, podemos notar que el estadístico de prueba t-Student obtenido fue inferior al valor tabular ($-24,6 < -12,706$) con p-valor inferior al 5 % ($0,016 < 0,05$), decidiendo rechazar la H_0 y aceptar H_1 , que la extracción de materiales de construcción en tiempos de verano ha influido significativamente en la calidad del agua, en la subcuenca del río Tonchima, carretera Rioja- Yorongos, 2020, al medir la turbidez.

➤ Conductividad

En la Tabla 7, se observa que en tiempos de lluvias (T1) y en tiempos de verano (T2) existieron dos mediciones del parámetro “conductividad” del agua antes (P1) y después (P2) de la extracción de los materiales de construcción. En T1 se encontró que después de la extracción de los materiales de construcción, el agua del río Tonchima presentó mayor conductividad que antes de la extracción ($296 > 216$ μScm ; $300 > 218$ μScm). Asimismo, se evidenció estadísticamente que el promedio de conductividad del agua en P2 ($298 \pm 2,83$) fue mayor que P1 ($217 \pm 1,41$) con variaciones homogéneas de 0,95 % y 0,65 %, con

diferencia de promedios de $81 \pm 1,41 \mu\text{Scm}$. Además, se observó que el estadístico de prueba t-Student obtenido fue inferior al valor tabular ($-81 < -12,706$) con p-valor inferior al 5 % ($0,008 < 0,05$), decidiendo rechazar la H_0 y aceptar H_1 , que la extracción de materiales de construcción en tiempos de lluvias ha influido significativamente en la calidad del agua, en la subcuenca del río Tonchima, carretera Rioja- Yorongos, 2020, al medir la conductividad.

Tabla 7

Prueba de Hipótesis sobre la extracción de materiales de construcción y la calidad de agua según parámetro conductividad

Parámetro	Tiempo 1		Tiempo 2	
	P1	P2	P1	P2
Conductividad	216	296	213	292
	218	300	213	293
$\bar{X} \pm S$	$217 \pm 1,41$	$298 \pm 2,83$	$213 \pm 0,00$	$292,5 \pm 0,71$
CV%	0,65	0,95	0,00	0,24
$d(\bar{X}) \pm d(S)$	$81 \pm 1,41$		$79,5 \pm 0,71$	
t-calculado < t-tabular	$-81 < -12,706$		$-159 < -12,706$	
p-valor < 0,05	$0,008 < 0,05$		$0,004 < 0,05$	
Decisión	Rechaza H_0		Rechaza H_0	

Nota. T1: lluvias. T2: verano. P1: aguas arriba a 50 m. de la zona de extracción. P2: aguas abajo a 50 m. después de la zona de extracción. Elaboración propia SPSSv.25.

Además, en T2, la conductividad del agua del río Tonchima fue mayor después de la extracción de los materiales de construcción ($292 > 213 \mu\text{Scm}$; $293 > 213 \mu\text{Scm}$). Asimismo, se evidenció estadísticamente que el promedio de conductividad del agua en P2 ($292,5 \pm 0,71$) fue mayor que P1 ($213 \pm 0,00$), con variación homogénea del 0,24 % y sin variación del 0 %, con diferencia de promedios de $79,5 \pm 0,71 \mu\text{Scm}$. Finalmente, también se observó que el estadístico de prueba t-Student obtenido fue inferior al valor tabular ($-159 < -12,706$) con p-valor inferior al 5 % ($0,004 < 0,05$), decidiendo rechazar la H_0 y aceptar H_1 , que la extracción de materiales de construcción en tiempos de verano ha influido significativamente en la calidad del agua, en la subcuenca del río Tonchima, carretera Rioja- Yorongos, 2020, al medir la conductividad.

➤ Color

En la Tabla 8, se observa que en tiempos de lluvias (T1) y en tiempos de verano (T2) se realizaron dos mediciones del parámetro “color” del agua, antes (P1) y después (P2) de la extracción de los materiales de construcción. En T1 se encontró que después de la extracción de los materiales de construcción, el agua del río Tonchima presentó mayor color que antes de la extracción ($32 > 21$ UCV-Pt/Co; $34 > 22$ UCV-Pt/Co). Asimismo, se evidenció estadísticamente que el promedio de color del agua en P2 ($33 \pm 1,41$) fue mayor que P1 ($21,75 \pm 0,35$) con variaciones homogéneas de 4,29 % y 1,62 %, con diferencia de promedios de $11,25 \pm 1,77$ UCV-Pt/Co. Además, se observó que el estadístico de prueba t-Student obtenido fue superior al valor tabular ($-9,0 > -12,706$), con p-valor superior al 5 % ($0,070 > 0,05$), decidiendo aceptar la H_0 , que la extracción de materiales de construcción en tiempos de lluvias, no ha influido en la calidad del agua, en la subcuenca del río Tonchima, carretera Rioja- Yorongos, 2020, al medir el color.

Tabla 8

Prueba de Hipótesis sobre la extracción de materiales de construcción y la calidad de agua según parámetro color

Parámetro	Tiempo 1		Tiempo 2	
	P1	P2	P1	P2
Color	21	32	17	31
	22	34	16	32
$\bar{X} \pm S$	$21,75 \pm 0,35$	$33 \pm 1,41$	$16,5 \pm 0,71$	$31,5 \pm 0,71$
CV%	1,62	4,29	4,29	2,24
$d(\bar{X}) \pm d(S)$	$11,25 \pm 1,77$		$15,5 \pm 1,41$	
t-calculado < t-tabular	$-9,0 > -12,706$		$-15,0 < -12,706$	
p-valor < 0,05	0,070 > 0,05		0,042 < 0,05	
Decisión	Acepta H_0		Rechaza H_0	

Nota. T1: lluvias. T2: verano. P1: aguas arriba a 50 m. de la zona de extracción. P2: aguas abajo a 50 m. después de la zona de extracción. Elaboración propia. SPSSv.25

Asimismo, en T2 el color del agua del río Tonchima fue mayor después de la extracción de los materiales de construcción ($31 > 17$ UCV-Pt/Co; $32 > 16$ UCV-Pt/Co); asimismo, se evidenció estadísticamente que el promedio de color del agua en P2 ($31,5 \pm 0,71$) fue mayor que P1 ($16,5 \pm 0,71$) con variaciones homogéneas de 2,24% y 4,29%, con diferencia de promedios de $15,5 \pm 1,41$ UCV-Pt/Co. Además, se observó que el estadístico de prueba t-

Student obtenido fue inferior al valor tabular ($-15 < -12,706$) con p-valor inferior al 5 % ($0,042 < 0,05$), decidiendo rechazar la H_0 y aceptar H_1 , que la extracción de materiales de construcción en tiempos de verano ha influido significativamente en la calidad del agua, en la subcuenca del río Tonchima, carretera Rioja- Yorongos, 2020, al medir el color.

➤ Oxígeno disuelto

En la Tabla 9, se observa que en tiempos de lluvias (T1) y en tiempos de verano (T2), se realizaron dos mediciones del parámetro “oxígeno disuelto” del agua antes (P1) y después (P2) de la extracción de los materiales de construcción. En T1 se encontró que después de la extracción de los materiales de construcción, el agua del río Tonchima presentó menor concentración de oxígeno disuelto que antes de la extracción ($7,37 < 7,53$ mg/L; $7,33 < 7,5$ mg/L). Asimismo, se evidenció estadísticamente que el promedio de concentración de oxígeno disuelto en el agua P2 ($7,35 \pm 0,03$), fue menor que P1 ($7,52 \pm 0,02$) con variaciones homogéneas de 0,38% y 0,28%, con diferencia de promedios de $0,165 \pm 0,007$ mg/L. Además, el estadístico de prueba t-Student obtenido fue superior al valor tabular ($33,0 > 12,706$) con p-valor inferior al 5 % ($0,019 < 0,05$), decidiendo rechazar la H_0 y aceptar H_1 , que la extracción de materiales de construcción en tiempos de lluvias ha influido significativamente en la calidad del agua, en la subcuenca del río Tonchima, carretera Rioja- Yorongos, 2020, al medir el oxígeno disuelto.

Tabla 9

Prueba de Hipótesis sobre la extracción de materiales de construcción y la calidad de agua según parámetro oxígeno disuelto

Parámetro	Tiempo 1		Tiempo 2	
	P1	P2	P1	P2
Oxígeno disuelto	7,53	7,37	7,53	7,30
	7,50	7,33	7,51	7,28
$\bar{X} \pm S$	$7,52 \pm 0,02$	$7,35 \pm 0,03$	$7,52 \pm 0,01$	$7,29 \pm 0,01$
CV%	0,28	0,38	0,19	0,19
$d(\bar{X}) \pm d(S)$	$0,165 \pm 0,007$			*
t-calculado < t-tabular	33,0 > 12,706			*
p-valor < 0,05	0,019 < 0,05			*
Decisión	Rechaza H_0			*

Nota. T1: lluvias. T2: verano. P1: aguas arriba a 50 m. de la zona de extracción. P2: aguas abajo a 50 m. después de la zona de extracción. Elaboración propia. SPSSv.25.

*no se puede calcular porque el error estándar cero.

Además, en T2 la concentración de oxígeno disuelto en el agua del río Tonchima fue menor después de la extracción de los materiales de construcción ($7,3 < 7,53$ mg/L; $7,28 < 7,51$ mg/L); asimismo, el promedio de oxígeno disuelto en el agua en P2 ($7,29 \pm 0,01$) fue menor que P1 ($7,52 \pm 0,01$) con variaciones homogéneas de 0,19 % y 0,19 %; por lo tanto, no se logró calcular la H_0 debido a que el error estándar fue cero al medir el oxígeno disuelto.

➤ Aceites y grasas

En la Tabla 10, se observa que en tiempos de lluvias (T1) y en tiempos de verano (T2) se realizaron dos mediciones del parámetro “aceites y grasas” del agua antes (P1) y después (P2) de la extracción de los materiales de construcción. En T1 se encontró que después de la extracción de los materiales de construcción, el agua del río Tonchima presentó mayor presencia de aceites y grasas que antes de la extracción ($1,2 > 0,5$ mg/L; $1,3 > 0,5$ mg/L). Asimismo, se evidenció estadísticamente que el promedio de presencia de aceites y grasas en el agua en P2 ($1,25 \pm 0,07$) fue mayor que P1 ($0,5 \pm 0$) con variación homogénea de 5,66% y sin variación (0 %), con diferencia de promedios de $0,75 \pm 0,07$ mg/L. Además, el estadístico de prueba t-Student obtenido fue inferior al valor tabular ($-15,0 < -12,706$) con p-valor inferior al 5 % ($0,042 < 0,05$), decidiendo rechazar H_0 y aceptar H_1 , que la extracción de materiales de construcción en tiempos de lluvias ha influido significativamente en la calidad del agua, en la subcuenca del río Tonchima, carretera Rioja- Yorongos, 2020.

Tabla 10

Prueba de Hipótesis sobre la extracción de materiales de construcción y la calidad de agua según parámetro aceites y grasas

Parámetro	Tiempo 1		Tiempo 2	
	P1	P2	P1	P2
Aceites y grasas	0,5	1,2	0,55	1,3
	0,5	1,3	0,55	1,4
$\bar{X} \pm S$	$0,5 \pm 0$	$1,25 \pm 0,07$	$0,55 \pm 0$	$1,35 \pm 0,07$
CV%	0	5,66	0	5,24
$d(\bar{X}) \pm d(S)$	$0,75 \pm 0,07$		$0,80 \pm 0,07$	
t-calculado < t-tabular	$-15,0 < -12,706$		$-16,0 < -12,706$	
p-valor < 0,05	$0,042 < 0,05$		$0,040 < 0,05$	
Decisión	Rechaza H_0		Rechaza H_0	

Nota. T1: lluvias. T2: verano. P1: aguas arriba a 50 m. de la zona de extracción. P2: aguas abajo a 50 m. después de la zona de extracción. Elaboración propia. SPSSv.25.

En T2 la presencia de aceites y grasas en el agua del río Tonchima fue mayor después de la extracción de los materiales de construcción ($1,3 > 0,55$ mg/L; $1,4 > 0,55$ mg/L). Asimismo, se evidenció estadísticamente que el promedio de aceites y grasas en el agua en P2 ($1,35 \pm 0,07$) fue mayor que P1 ($0,55 \pm 0$) con variación homogénea de 5,24 % y sin variación (0 %), con diferencia de promedios de $0,80 \pm 0,07$ mg/L. Además, el estadístico de prueba t-Student obtenido fue inferior al valor tabular ($-16 < -12,706$) con p-valor inferior al 5 % ($0,040 < 0,05$), decidiendo de esta manera rechazar la H_0 y aceptar la H_1 , que la extracción de materiales de construcción en tiempos de verano ha influido significativamente en la calidad del agua, en la subcuenca del río Tonchima, carretera Rioja- Yorongos, 2020, al medir los aceites y grasas.

➤ **Demanda química de oxígeno**

En la Tabla 11, se observa que en tiempos de lluvias (T1) y en tiempos de verano (T2) se realizaron dos mediciones del parámetro “demanda química de oxígeno” del agua, antes (P1) y después (P2) de la extracción de los materiales de construcción. En T1 se encontró que después de la extracción de los materiales de construcción, el agua del río Tonchima presentó mayor demanda química de oxígeno que antes de la extracción ($0,87 > 0,56$ mg/L; $0,89 > 0,56$ mg/L). Asimismo, se evidenció estadísticamente que el promedio de presencia de demanda química de oxígeno en el agua en P2 ($0,88 \pm 0,01$) fue mayor que P1 ($0,56 \pm 0$) con variación homogénea de 1,61 % y sin variación (0 %,) con diferencia de promedios de $0,32 \pm 0,01$ mg/L. Además, el estadístico de prueba t-Student obtenido fue inferior al valor tabular ($-32 < -12,706$) con p-valor inferior al 5 % ($0,02 < 0,05$), decidiendo rechazar la H_0 y aceptar la H_1 , que la extracción de materiales de construcción en tiempos de lluvias ha influido significativamente en la calidad del agua, en la subcuenca del río Tonchima, carretera Rioja- Yorongos, 2020, al medir la demanda química de oxígeno.

Tabla 11

Prueba de Hipótesis sobre la extracción de materiales de construcción y la calidad de agua según parámetro DQO

Parámetro	Tiempo 1		Tiempo 2	
	P1	P2	P1	P2
Demanda química de oxígeno	0,56	0,87	0,56	0,80
$\bar{X} \pm S$	0,56	0,89	0,57	0,82
$\bar{X} \pm S$	0,56 ± 0	0,88 ± 0,01	0,57 ± 0,01	0,81 ± 0,01
CV%	0	1,61	1,25	1,75
$d(\bar{X}) \pm d(S)$	0,32 ± 0,01		0,245 ± 0,001	
t-calculado < t-tabular	-32 < -12,706		-49 < -12,706	
p-valor < 0,05	0,02 < 0,05		0,013 < 0,05	
Decisión	Rechaza H0		Rechaza H0	

Nota. T1: lluvias. T2: verano. P1: aguas arriba a 50 m. de la zona de extracción. P2: aguas abajo a 50 m. después de la zona de extracción. Elaboración propia. SPSSv.25

En el T2 la demanda química de oxígeno de agua del río Tonchima fue mayor después de la extracción de los materiales de construcción (0,80 > 0,56 mg/L; 0,82 > 0,57 mg/L); asimismo, se evidenció estadísticamente que el promedio de demanda química de oxígeno en el agua en P2 (0,81 ± 0,01) fue mayor que P1 (0,57 ± 0,01) con variaciones homogéneas de 1,75 % y 1,25 %, con diferencia de promedios de 0,245 ± 0,001 mg/L. Además, se observó que el estadístico de prueba t-Student obtenido fue inferior al valor tabular (-49 < -12,706) con p-valor inferior al 5 % (0,013 < 0,05), decidiendo rechazar la H₀ y aceptar la H₁, que la extracción de materiales de construcción en tiempos de verano ha influido significativamente en la calidad del agua, en la subcuenca del río Tonchima, carretera Rioja- Yorongos, 2020, al medir la demanda química de oxígeno.

➤ **Demanda bioquímica de oxígeno**

En la Tabla 12, se observa que en tiempos de lluvias (T1) y en tiempos de verano (T2) se realizaron dos mediciones del parámetro “demanda bioquímica de oxígeno” del agua antes (P1) y después (P2) de la extracción de los materiales de construcción. En T1 se encontró que después de la extracción de los materiales de construcción, el agua del río Tonchima presentó mayor demanda bioquímica de oxígeno que antes de la extracción (1,6 > 1,0 mg/L; 1,62 > 1,1 mg/L). Asimismo, se evidenció estadísticamente que el promedio de presencia de demanda bioquímica de oxígeno en el agua en P2 (1,25 ± 0,07) fue mayor que P1 (0,5 ± 0)

con variaciones homogéneas de 0,88 % y 6,73 %, con diferencia de promedios de $0,56 \pm 0,06$ mg/L. Además, podemos notar que el estadístico de prueba t-Student obtenido fue inferior al valor tabular ($-14 < -12,706$) con p-valor inferior al 5 % ($0,045 < 0,05$), decidiendo rechazar la H_0 y aceptar la H_1 , que la extracción de materiales de construcción en tiempos de lluvias ha influido significativamente en la calidad del agua, en la subcuenca del río Tonchima, carretera Rioja- Yorongos, 2020, al medir la demanda bioquímica de oxígeno.

Tabla 12

Prueba de Hipótesis sobre la extracción de materiales de construcción y la calidad según parámetro DBO

Parámetro	Tiempo 1		Tiempo 2	
	P1	P2	P1	P2
Demanda bioquímica de oxígeno	1,0	1.60	1	1,62
	1,1	1.62	1	1,65
$\bar{X} \pm S$	$0,5 \pm 0$	1.25 ± 0.07	$0,55 \pm 0$	$1,35 \pm 0,07$
CV%	6,73	0.88	0.0	1,29
$d(\bar{X}) \pm d(S)$	$0,56 \pm 0,06$		$0,64 \pm 0,02$	
t-calculado < t-tabular	$-14 < -12,706$		$-42,33 < -12,706$	
p-valor < 0,05	$0,045 < 0,05$		$0,015 < 0,05$	
Decisión	Rechaza H_0		Rechaza H_0	

Nota: T1: lluvias. T2: verano. P1: aguas arriba a 50 m. de la zona de extracción. P2: aguas abajo a 50 m. después de la zona de extracción. Elaboración propia. SPSSv.25

En el T2 la demanda bioquímica de oxígeno de agua del río Tonchima fue mayor después de la extracción de los materiales de construcción ($1,62 > 1,0$ mg/L; $1,65 > 1,0$ mg/L). Asimismo, se evidenció estadísticamente que el promedio de demanda bioquímica de oxígeno en el agua en P2 ($1,35 \pm 0,07$) fue mayor que P1 ($0,55 \pm 0$) con variación homogénea de 1,29 % y sin variación (0 %), con diferencia de promedios de $0,64 \pm 0,02$ mg/L. Además, se observó que el estadístico de prueba t-Student obtenido fue inferior al valor tabular ($-42,33 < -12,706$) con p-valor inferior al 5 % ($0,015 < 0,05$), decidiendo rechazar la H_0 y aceptar la H_1 , que la extracción de materiales de construcción en tiempos de verano ha influido significativamente en la calidad del agua, en la subcuenca del río Tonchima, carretera Rioja- Yorongos, 2020, al medir la demanda bioquímica de oxígeno.

➤ **Sólidos suspendidos**

En la Tabla 13, se observa que en tiempos de lluvias (T1) y en tiempos de verano (T2) se realizaron dos mediciones del parámetro “sólidos suspendidos” del agua antes (P1) y después (P2) de la extracción de los materiales de construcción. En T1 se encontró que después de la extracción de los materiales de construcción, el agua del río Tonchima presentó mayor concentración de sólidos suspendidos que antes de la extracción ($250 > 125$ mg/L; $252 > 130$ mg/L). Asimismo, se evidenció estadísticamente que el promedio de presencia de sólidos suspendidos en el agua en P2 ($251 \pm 1,41$) fue mayor que P1 ($127,5 \pm 3,54$) con variaciones homogéneas de 0,56 % y 2,77 %, con diferencia de promedios de $123,5 \pm 2,12$ mg/L. Además, podemos notar que el estadístico de prueba t-Student obtenido fue inferior al valor tabular ($-82,3 < -12,706$) con p-valor inferior al 5 % ($0,008 < 0,05$), decidiendo rechazar la H_0 y aceptar la H_1 , que la extracción de materiales de construcción en tiempos de lluvias ha influido significativamente en la calidad del agua, en la subcuenca del río Tonchima, carretera Rioja- Yorongos, 2020, al medir los sólidos suspendidos.

Tabla 13

Prueba de Hipótesis sobre la extracción de materiales de construcción y la calidad de agua según parámetro sólidos suspendidos

Parámetro	Tiempo 1		Tiempo 2	
	P1	P2	P1	P2
Sólidos suspendidos	125	250	114	240
	130	252	112	242
$\bar{X} \pm S$	$127,5 \pm 3,54$	$251 \pm 1,41$	$113 \pm 1,41$	$241 \pm 1,41$
CV%	2,77	0,56	1,25	0,59
$d(\bar{X}) \pm d(S)$	$123,5 \pm 2,12$		$128 \pm 2,83$	
t-calculado < t-tabular	$-82,3 < -12,706$		$-64 < -12,706$	
p-valor < 0,05	$0,008 < 0,05$		$0,010 < 0,05$	
Decisión	Rechaza H_0		Rechaza H_0	

Nota: T1: lluvias. T2: verano. P1: aguas arriba a 50 m. de la zona de extracción. P2: aguas abajo a 50 m. después de la zona de extracción. Elaboración propia. SPSSv.25

En el T2 la presencia de sólidos suspendidos en el agua del río Tonchima fue mayor después de la extracción de los materiales de construcción ($240 > 114$ mg/L; $242 > 112$ mg/L). Asimismo, el promedio de sólidos suspendidos en el agua en P2 ($241 \pm 1,41$) fue mayor que P1 ($113 \pm 1,41$) con variaciones homogéneas de 0,59 % y 1,25 %, con diferencia de promedios de $128 \pm 2,83$ mg/L. Además, se observó que el estadístico de prueba t-Student fue inferior al valor tabular ($-64 < -12,706$) con p-valor inferior al 5 % ($0,010 < 0,05$), decidiendo rechazar la H_0 y aceptar la H_1 , que la extracción de materiales de construcción en tiempos de verano ha influido significativamente en la calidad del agua, en la subcuenca del río Tonchima, carretera Rioja- Yorongos, 2020, al medir los sólidos suspendidos.

➤ **Sólidos sedimentables**

En la Tabla 14, se observa que en tiempos de lluvias (T1) y en tiempos de verano (T2) se realizaron en dos mediciones del parámetro “sólidos sedimentables” del agua, antes (P1) y después (P2) de la extracción de los materiales de construcción. En T1 se encontró que después de la extracción de los materiales de construcción, el agua del río Tonchima presentó mayor concentración de sólidos sedimentables que antes de la extracción ($97 > 50$ mg/L; $97 > 53$ mg/L). Asimismo, se evidenció estadísticamente que el promedio de presencia de sólidos sedimentables en el agua en P2 ($97 \pm 0,0$) fue mayor que P1 ($51,5 \pm 2,12$) sin variación (0 %) y con variación homogénea de 4,12 %, con diferencia de promedios de $45,5 \pm 2,12$ mg/L. Además, podemos notar que el estadístico de prueba t-Student obtenido fue inferior al valor tabular ($-30,3 < -12,706$) con p-valor inferior al 5 % ($0,021 < 0,05$), decidiendo rechazar la H_0 y aceptar la H_1 , que la extracción de materiales de construcción en tiempos de lluvias ha influido significativamente en la calidad del agua, en la subcuenca del río Tonchima, carretera Rioja - Yorongos, 2020, al medir los sólidos sedimentables.

Tabla 14

Prueba de Hipótesis sobre la extracción de materiales de construcción y la calidad de agua según parámetro sólidos sedimentables

Parámetro	Tiempo 1		Tiempo 2	
	P1	P2	P1	P2
Sólidos sedimentables	50	97	40	93
	53	97	38	94
$\bar{X} \pm S$	51,5 ± 2,12	97 ± 0,0	39 ± 1,41	93,5 ± 0,71
CV%	4,12	0,0	3,63	0,76
d(\bar{X}) ± d(S)	45,5 ± 2,12		54,5 ± 2,12	
t-calculado < t-tabular	-30,3 < -12,706		-36,3 < -12,706	
p-valor < 0,05	0,021 < 0,05		0,018 < 0,05	
Decisión	Rechaza H0		Rechaza H0	

Nota: T1: lluvias. T2: verano. P1: aguas arriba a 50 m. de la zona de extracción. P2: aguas abajo a 50 m. después de la zona de extracción. Elaboración propia. SPSSv.25

En el T2 la presencia de sólidos sedimentables en el agua del río Tonchima fue mayor después de la extracción de los materiales de construcción (93 > 40 mg/L; 94 > 38 mg/L). Asimismo, se evidenció estadísticamente que el promedio de sólidos sedimentables en el agua en P2 (93,5 ± 0,71) fue mayor que P1 (39 ± 1,41) con variaciones homogéneas de 0,76 % y 3,63 %, con diferencia de promedios de 54,5 ± 2,12 mg/L. Además, se observó que el estadístico de prueba t-Student obtenido fue inferior al valor tabular (-36,3 < -12,706) con p-valor inferior al 5 % (0,018 < 0,05), decidiendo rechazar la H₀ y aceptar la H₁, que la extracción de materiales de construcción en tiempos de verano ha influido significativamente en la calidad del agua, en la subcuenca del río Tonchima, carretera Rioja- Yorongos, 2020, al medir los sólidos sedimentables.

➤ **Potencial de hidrógeno**

En la Tabla 15, se observa que en tiempos de lluvias (T1) y en tiempos de verano (T2) se realizaron dos mediciones del parámetro “potencial de hidrógeno” del agua, antes (P1) y después (P2) de la extracción de los materiales de construcción. En T1 se encontró que después de la extracción de los materiales de construcción, el agua del río Tonchima presentó menor concentración de pH que antes de la extracción (6,8 < 7,4 unidad de pH; 6,8 < 7,4 unidad de pH). Asimismo, se evidenció estadísticamente que el promedio de pH en el agua P2 (6,8 ± 0) fue menor que P1 (7,4 ± 0) sin variaciones (0 %), con diferencia de promedios

de $0,45 \pm 0,07$ unidad de pH. Además, podemos notar que el estadístico de prueba t-Student obtenido fue inferior al valor tabular ($9 < 12,706$), con p-valor superior al 5 % ($0,070 > 0,05$), decidiendo aceptar la H_0 , que la extracción de materiales de construcción en tiempos de lluvias no ha influido en la calidad del agua, en la subcuenca del río Tonchima, carretera Rioja- Yorongos, 2020, al medir el potencial de hidrógeno.

Tabla 15

Prueba de Hipótesis sobre la extracción de materiales de construcción y la calidad de agua según parámetro potencial de hidrógeno

Parámetro	Tiempo 1		Tiempo 2	
	P1	P2	P1	P2
pH	7,4	6,8	7,3	6,9
	7,4	6,8	7,3	6,8
$\bar{X} \pm S$	$7,4 \pm 0$	$6,8 \pm 0$	$7,3 \pm 0$	$6,85 \pm 0,07$
CV%	0	0	0	1,03
$d(\bar{X}) \pm d(S)$	$0,45 \pm 0,07$		*	
t-calculado < t-tabular	$9 < 12,706$		*	
p-valor < 0,05	$0,070 > 0,05$		*	
Decisión	Acepta H_0		*	

Nota: T1: lluvias. T2: verano. P1: aguas arriba a 50 m. de la zona de extracción. P2: aguas abajo a 50 m. después de la zona de extracción. Elaboración propia. SPSSv.25.

*no se puede calcular porque el error estándar cero

También observamos que en T2 la concentración de potencial de hidrógeno en el agua del río Tonchima fue menor después de la extracción de los materiales de construcción ($6,9 < 7,3$ unidad de pH; $6,8 < 7,3$ unidad de pH). Asimismo, se evidenció estadísticamente que el promedio de pH en el agua en P2 ($6,85 \pm 0,07$), fue menor que P1 ($7,3 \pm 0$) con variación homogénea de 1,03 % y sin variación (0 %); y con respecto a la comprobación de la H_0 , no se logró calcular debido a que el error estándar fue cero al medir el potencial de hidrógeno.

➤ **Temperatura**

En la Tabla 16, se observa que en tiempos de lluvias (T1) y en tiempos de verano (T2) se realizaron dos mediciones del parámetro “temperatura” del agua, antes (P1) y después (P2) de la extracción de los materiales de construcción. En T1 se encontró que después de la extracción de los materiales de construcción, el agua del río Tonchima presentó mayor

temperatura que antes de la extracción ($22,4 > 22,2$ °C; $19 > 18,6$ °C). Asimismo, se evidenció estadísticamente que el promedio de temperatura en el agua en P2 ($20,7 \pm 2,4$) fue mayor que P1 ($20,4 \pm 2,55$) con variación homogéneas de 11,6 % y 12,5 %, con diferencia de promedios de $0,30 \pm 0,14$ mg/L. Además, el estadístico de prueba t-Student obtenido fue superior al valor tabular ($-3 > -12,706$) con p-valor inferior al 5 % ($0,205 > 0,05$), decidiendo aceptar la H_0 , que la extracción de materiales de construcción en tiempos de lluvias no ha influido en la calidad del agua, en la subcuenca del río Tonchima, carretera Rioja- Yorongos, 2020, al medir la temperatura.

Tabla 16

Prueba de Hipótesis sobre la extracción de materiales de construcción y la calidad de agua según parámetro temperatura

Parámetro	Tiempo 1		Tiempo 2	
	P1	P2	P1	P2
Temperatura	22,2	22,4	18,8	18,9
	18,6	19	19,1	19,8
$\bar{X} \pm S$	$20,4 \pm 2,55$	$20,7 \pm 2,4$	$18,95 \pm 0,21$	$19,35 \pm 0,64$
CV%	12,5	11,6	1,12	3,29
$d(\bar{X}) \pm d(S)$	$0,30 \pm 0,14$		$0,40 \pm 0,42$	
t-calculado < t-tabular	$-3 > -12,706$		$-1,3 > -12,706$	
p-valor < 0,05	$0,205 > 0,05$		$0,41 > 0,05$	
Decisión	Acepta H_0		Acepta H_0	

Nota: T1: lluvias. T2: verano. P1: aguas arriba a 50 m. de la zona de extracción. P2: aguas abajo a 50 m. después de la zona de extracción. Elaboración propia SPSSv.25.

En el T2 la temperatura en el agua del río Tonchima fue mayor después de la extracción de los materiales de construcción ($18,9 > 18,8$ °C; $19,8 > 19,1$ °C). Asimismo, se evidenció estadísticamente que el promedio de temperatura en el agua en P2 ($19,35 \pm 0,64$) fue mayor que P1 ($18,95 \pm 0,21$) con variaciones homogéneas de 3,29 % y 1,12 %, con diferencia de promedios de $0,40 \pm 0,42$ mg/L. Además, se observó que el estadístico de prueba t-Student obtenido fue superior al valor tabular ($-1,3 > -12,706$) con p-valor superior al 5 % ($0,41 > 0,05$), decidiendo aceptar la H_0 , que la extracción de materiales de construcción en tiempos de verano no ha influido significativamente en la calidad del agua, en la subcuenca del río Tonchima, carretera Rioja- Yorongos, 2020, al medir la temperatura.

Finalmente, en las Tablas 6 al 16, se probó que la extracción de materiales de construcción influyó significativamente en la calidad de agua, en la subcuenca del río Tonchima, carretera Rioja- Yorongos, 2020. Los parámetros fisicoquímicos en los que se observó mayor efecto son: turbiedad, conductividad, aceites y grasas, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos y sólidos sedimentables.

CAPÍTULO IV: DISCUSIONES

4.1. Extracción de materiales de construcción en la subcuenca, río Tonchima

Los resultados acerca de la extracción de materiales de construcción en la subcuenca río Tonchima, carretera Rioja – Yorongos, 2020, en sus dimensiones: Identificación de la zona de extracción, determinación del volumen de material de construcción a explotar y explotación de material, muestran que cumple con la mayoría de los indicadores contemplados en la R.J. N° 102-2019-ANA; sin embargo, se confirmó que no cumple con dos criterios de la referida resolución, porque distorsiona la velocidad del flujo de agua en la determinación del volumen de material de construcción a explotar y no respeta el ancho estable de 40 m, para conformar la caja hidráulica del río considerando el nivel del Thalweg, durante la explotación de material de construcción. Resultado semejante encontró Pillaca (2015), quien evaluó la explotación de agregados en el río Yucaes, Ayacucho, donde mencionó que existió una inadecuada explotación de canteras de agregados en dicha zona, lo que generó variación del Thalweg y aumento de la socavación. De igual manera Coronación (2017), en su investigación evaluó los efectos negativos de la extracción de agregados en el río Achamay, en la ciudad de Concepción, departamento de Junín, quien encontró que se produjo alteración de la forma del cauce del río por incremento de la sección del cauce y variación de la pendiente.

Resultados diferentes fueron reportados por Matamoros (2013), quien, en un estudio de investigación sobre la evaluación ambiental del proceso de explotación de materiales en el Río San Agustín, Guayaquil, encontró que las numerosas acciones fueron realizadas en terreno seco, porque la cantera estuvo separada por el canal de encauzamiento que funcionó muy bien, ya que el caudal del río, fluyó con normalidad, sin ningún tipo de daño al cuerpo de agua, ni a la vida acuática.

La distorsión de la velocidad del flujo del agua del río Tonchima a causa de la actividad de extracción de materiales de construcción se debió a una sobre explotación de estos recursos naturales; es decir, la extracción se realizó de manera permanente y continua durante todo el día; esto dificultó el movimiento natural de flujo de agua, provocando de esta manera el ensanchamiento del cauce del río y la formación de socavones (huecos), por lo tanto, esto modificó la velocidad del flujo del río en la zona de explotación; asimismo, como consecuencia del desarrollo continuo de la actividad de extracción, el ancho del río sobrepasó los límites establecidos en la R.J. N° 102-2019-ANA, superando los 40 m, para conformar la caja hidráulica del río. Sánchez y Martínez (2020) determinaron que si la cantidad de material extraído supera la capacidad de reposición del río, pueden observarse daños en el suelo debido a la compactación por transporte del material, modificación de la dinámica fluvial, deterioro de la calidad del paisaje y la sedimentación del cauce; daños que tendrían una repercusión a mediano y largo plazo. Además, Matamoros (2013), concluyó que para evitar este tipo de problemas ambientales, deben construirse muros en los extremos inmediatamente después de haber completado la extracción, para la detención y reposición de los materiales sólidos transportados por el río en épocas lluviosas e inundaciones; es decir, un proceso cíclico y reversible, para reponer y reducir las inundaciones en la zona baja debido a la acumulación de materiales sedimentarios.

4.2. Determinación de la calidad del agua del área de extracción de materiales

Los resultados de la calidad del agua de la subcuenca del río Tonchima, según los Estándares de Calidad Ambiental, muestran que el parámetro fisicoquímico de *turbiedad* no cumple con los indicadores de calidad del ECA-A1, ya que los valores obtenidos, tanto para la temporada de lluvias y verano, están por encima del valor del ECA (12 y 11 respectivamente). Asimismo, para el parámetro *color*, esta no cumple con los indicadores de calidad del ECA-A1, B1 y E2, donde los valores obtenidos para cada uno fueron de 21 Pt/Co, 22 Pt/Co y 34 Pt/Co, para la temporada de lluvias; y, 17 Pt/Co, 16 Pt/Co y 32 Pt/Co, para la temporada de verano. Finalmente, para el parámetro *aceites y grasas*, esta no cumple con los indicadores de calidad del ECA-A1 y B1, debido a que los valores fueron de 0,5 y 0,5 para la temporada de lluvias; y para la temporada de verano, los resultados fueron de 0,55 y 0,55 respectivamente. Hernández *et al.* (2013) en su investigación desarrollada, también determinó que las actividades de extracción modificaron las propiedades físicas y químicas del agua, además de la alteración del drenaje superficial y subterráneo, a causa de la

formación de grandes socavones. Asimismo, Metamoros (2013) en su investigación sobre la evaluación del proceso de extracción de materiales de construcción en el cauce del río San Agustín, también encontró alteraciones en las propiedades físicas y químicas del agua en un nivel severo, representando un 68,49 % del total de impactos identificado en el estudio.

La calidad del agua del río Tonchima se vio afectada con el desarrollo de las diferentes actividades de explotación de material de construcción, produciendo alteraciones a cada uno de los parámetros antes mencionados (turbidez, color y aceites grasas), debido a que las actividades se realizaron haciendo uso de maquinarias de extracción y volquetes, dentro del caudal del río. Hernández *et al.*, (2013) menciona que al considerar el componente agua y su calidad, la actividad de extracción de materiales de construcción y su almacenamiento generan cambio en las propiedades físico-químicas del agua y a su vez, causan la alteración en la estructura del drenaje superficial por la formación de oquedades y daños a los viales; este impacto se considera intenso y extenso e irreversible en la mayoría de los casos.

Asimismo, Machaca (2018) estableció que la afectación de las aguas superficiales está condicionado por los residuos sólidos finos provenientes del área de explotación, los cuales pueden dar lugar a una elevación de la capa de sedimentos en los ríos, donde los diques y lagunas de oxidación mal construidas o mal mantenidas, o inadecuado manejo, almacenamiento o transporte de insumos (como combustibles, lubricantes, reactivos químicos y residuos líquidos) pueden conducir a la contaminación de las aguas superficiales. Además, el derrame de los aceites, grasas, gasolina, lubricantes, etc., son producidos por la maquinaria pesada que trabaja en el sitio junto con las volquetas, debido a que estos vehículos pueden sufrir cualquier tipo de derrame durante su funcionamiento o labores en las actividades de extracción y este puede caer directamente al agua o al suelo ocasionando contaminación (Sánchez y Martínez, 2020).

4.3. Influencia de la extracción de materiales de construcción en los parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua

Al realizar las pruebas estadísticas de las hipótesis, para los parámetros turbidez, conductividad, aceites y grasas, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos, sólidos sedimentables, color y oxígeno disuelto, se evidenció que los estadísticos de prueba t-Student obtenidos fueron inferiores a los valores tabular tanto en tiempos de lluvias como en tiempo verano. Por lo tanto, se decidió rechazar la H_0 y aceptar la H_1 ; es decir, se acepta que la extracción de materiales de construcción, tanto en tiempo de lluvia como en verano, ha influido significativamente en la calidad del agua, en la subcuenca del río Tonchima, carretera Rioja- Yorongos, 2020, en los parámetros antes descritos. Estos resultados son semejantes a los obtenidos por Escobar (2016), quien analizó las afectaciones de la explotación de material de arrastre (arena, grava y balastro) en el río Nima, Valle del Cauca, Colombia, quien señala que existen afectaciones ecológicas incidiendo en la flora, fauna, suelo, aire, agua, salud y seguridad social de los habitantes. De igual manera, Ortega (2017), en un estudio donde describió los efectos ambientales ocasionados por la extracción de materiales no metálicos en el río Socabaya, municipio de San Juan del César, La Guajira, Colombia, mencionó que a pesar de que la actividad extractiva se realizó de forma artesanal, generó daños a los cuerpos de agua, suelo, flora y fauna.

Al respecto, Häberer (1998), determinó que los principales efectos ambientales de la explotación en húmedo de minerales no metálicos, son las modificaciones de la superficie terrestre y variación de la morfología y cursos de agua; además, de la desnitrificación de las aguas superficiales, la contaminación del cauce receptor con aguas residuales contaminadas, alteración del equilibrio hídrico y la calidad del agua. Del mismo modo Cornejo (2015), señala que la explotación de los materiales de construcción, en las canteras fluviales, provocan gran daño a los cuerpos de agua y a su dinámica originaria. Evidentemente, todos estos daños se reflejaron en los resultados de la presente investigación.

Para Calla (2019) y Lopera (2016) los valores de turbidez y sólidos totales son parámetros que influyen directamente en la calidad ambiental del agua de un río y estas pueden verse

afectadas por la extracción de material por arrastre, llegando a producir, el fenómeno de agua hambrienta, aumentando su capacidad erosiva y produciendo un incremento en el socavado del lecho de las orillas que en su efecto produce pérdida de bosque ripario. Autores como Dahal *et al.* (2012) afirman que los sólidos totales y otros parámetros físicos y químicos pueden registrar valores muy altos (aguas abajo) cuando aumentan las actividades de extracción en el cauce del río; sin embargo, hace falta realizar otros estudios que afectan estos parámetros como la escorrentía agrícola, el vertido de residuos industriales y la contaminación por residuos sólidos.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

- La extracción de materiales de construcción en la subcuenca río Tonchima, carretera Rioja – Yorongos, 2020, en sus dimensiones: Identificación, determinación del volumen y explotación, cumplió con la mayoría de los criterios establecidos en la R.J. N° 102-2019-ANA, pero no cumplió en dos criterios de la referida resolución, porque distorsionó la velocidad del flujo de agua y no respetó el ancho estable de 40 m, para conformar la caja hidráulica del río considerando el nivel del Thalweg.
- La calidad de agua del área de extracción de los materiales de construcción subcuenca río Tonchima, carretera Rioja - Yorongos, 2020, en el parámetro fisicoquímico de turbiedad no cumplió con los indicadores de calidad del ECA-A1; en el parámetro color, no cumplió con los indicadores de calidad del ECA-A1, B1 y E2, y en el parámetro aceites y grasas, tampoco cumplió con los indicadores de calidad del ECA-A1 y B1.
- La extracción de materiales de construcción influyó significativamente en la calidad de agua, subcuenca río Tonchima, carretera Rioja - Yorongos, 2020, en los parámetros turbidez, conductividad, aceites y grasas, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos, sólidos sedimentables, color y oxígeno disuelto; debido a que el estadístico de prueba t-Student obtenido fue inferior al valor tabular, con p-valor inferior al 5 %.

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la Municipalidad de Yorongos realizar un monitoreo a la zona de extracción, a fin de verificar que los compromisos contemplados en el expediente técnico y los criterios establecidos en la R.J. N° 102-2019-ANA, se cumplan rigurosamente, para evitar que se distorsione la velocidad del flujo de agua y que se respete el ancho estable para conformar la caja hidráulica del río considerando el nivel del Thalweg.
- A la municipalidad distrital de Yorongos implementar un plan de monitoreos de la calidad de agua del río Tonchima, considerando las diferentes categorías de uso que la población hace sobre este recurso.
- Se recomienda a la población aledaña que utiliza el agua de la subcuenca río Tonchima, carretera Rioja - Yorongos, para diferentes actividades, tomar las precauciones necesarias antes de utilizarlo, debido a que las labores de extracción de materiales de construcción han alterado los parámetros fisicoquímicos de turbiedad, color, aceites y grasas, comparado con los ECA.
- Se recomienda a la empresa extractora y a la municipalidad de Yorongos, que luego del cierre de la zona de extracción, se implemente un plan de manejo ambiental para la recuperación del área y que en lo posible se puedan recuperar las condiciones naturales preexistentes antes de las operaciones en dicho lugar, inclusive, se debería realizar análisis de los parámetros fisicoquímicos del agua como turbidez, conductividad, aceites y grasas, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos, sólidos sedimentables, color y oxígeno disuelto; parámetros cuyos niveles fueron alterados durante la extracción minera.
- Realizar investigaciones considerando la influencia de los desmontes y erosión de la ribera sobre los parámetros físico-químicos y biológicos del agua del río Tónchima.

REFERENCIAS

- Armas, A. (2016). La calidad de las aguas. *La situación actual y los problemas existentes* (págs. 196-412). Libro Blanco del Agua en España. https://www.chj.es/es-es/medioambiente/planificacionhidrologica/Documents/Plan%20de%20Recuperaci%C3%B3n%20del%20J%C3%BAcar/Cap.3_part2._Libro_blanco_del_agua.pdf
- Astorga, A., y Rivero, P. (2009). Definición de terminos básicos. *Centro de investigación en gestión integral de riesgos*. http://www.chacao.gob.ve/eduriesgo/vulnerabilidad_archivos/01_definicion_de_terminos_basicos.pdf
- Autoridad Nacional del Agua (2018). *Metodología para la determinación del índice de calidad de agua ICA-PE, aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales*. https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j._068-2018-ana.pdf
- Ayala, A. y Hernández, G. (2015). Estudio del impacto de la extracción de material pétreo en el río Pance mediante simulación dinámica. *1er Congreso Iberoamericano Sobre Sedimentos y Ecología Querétaro, Querétaro México, 21-24 julio 2015*. <http://atl.org.mx/isi-lac/images/1er-congreso/articulos/estudio-del-impacto-de-la-extraccion-de-material-petreo-en-el-rio-pance-mediante-simulaciondinamica.pdf>
- Calla, N. J. (2019). *Actividades antrópicas y calidad de agua en la cuenca del río Mashcón*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/3319/ACTIVIDADES%20ANTR%C3%93PICAS%20Y%20CALIDAD%20DEL%20AGUA%20EN%20LA%20CUENCA%20DEL%20R%C3%8DO%20MASHC%C3%93N.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=El%20r%C3%ADo%20Mashc%C3%B3n%2C%20es%20una,material%20para%20construcci%C3%B3n%2C%20entre%20otras.>
- Chinchay, V. R. H., y Yovera, S. M. A. (2020). *Cálculo de Reservas para Determinar el Método de Explotación en la Cantera Rio Cascajal, Distrito de Olmos, Departamento de Lambayeque*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/60831>
- Constitución Política del Perú [Const] Art. 66, 29 de diciembre de 1993. *Ministerio de Justicia y Derechos Humanos*. https://www.minjus.gob.pe/wp-content/uploads/2019/05/Constitucion-Politica-del-Peru-marzo-2019_WEB.pdf
- Cornejo, B. J. L. (2015). *Optimización en la producción de Agregados de la Construcción - Unidad Minera No Metálica Jesús de Nazaret*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa].

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/172/B218290.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Coronación, M. S. W. (2017). *Evaluación de impactos por la extracción de agregados para la construcción en el cauce del río Achamayo, Concepción - Junín*. [Tesis de grado, Universidad Peruana Los Andes]. <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/279>

Dahal, K. R., Sharma, S., Sharma, C. M. y Bajracharya, R. M. (2012). Effects of Riverbed Extraction on Physico-chemical Parameters of Tinau River, Nepal [Efectos de la extracción del lecho fluvial en los parámetros fisicoquímicos del río Tinau, Nepal]. *International Journal of Development and Sustainability*, Vol. 1(2), 255–267. <https://isdsnet.com/ijds-v1n2-15.pdf>

Decreto Supremo N° 004-2017- MINAM [Ministerio del Ambiente]. Aprueban estándares de calidad ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias. 7 de junio de 2017. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>

Ercilio, M. F., Rodríguez, C. S., Cabel, N. W., Ortiz, S. I., Noriega, T. P. y Tejada, G. M. (2005). *Desafíos del derecho humano al agua en el Perú (Segunda ed.)*. Centro de asesoría laboral del Perú. <http://www.ingenieroambiental.com/4030/libroaguaedicion2.pdf>

Escobar, S. A. A. (2016). *Análisis de las afectaciones ecológicas y sociales que causa la explotación de material de arrastre en el río Nima a su paso por los corregimientos de Amaime, Boyacá y La Pampa, en el municipio de Palmira, Valle del Cauca*. [Tesis de Maestría, Universidad de Manizales, Colombia]. http://ridum.umanizales.edu.co:8080/jspui/bitstream/6789/2841/1/Andr%C3%A9s_Alberto_Escobar_S%C3%A1nchez_2016.pdf

Gobierno Regional de San Martín (2013). *Plan de acción ambiental regional 2013-2021- PAAR San Martín. Región San Martín*. <https://www.regionsanmartin.gob.pe/OriArc.pdf?id=78162>

Gobierno Regional de San Martín (2016). *Estudio de diagnóstico y zonificación para el tratamiento de la demarcación territorial de la provincia Rioja*. Antecedentes y situación actual del ámbito territorial. <http://sdot.pcm.gob.pe/wp-content/uploads/2016/08/EDZ-Rioja.pdf>

Häberer, H. (1998). *Guía de manejo ambiental para minería no metálica*. <https://www.elaw.org/system/files/pe.guia+ambiental+mineria+no+metalica.pdf>

- Hernández, J. N.; Ulloa, C. M.; Almaguer, C. Y., y Rosario, F. Y. (2013). Evaluación ambiental asociada a la explotación del yacimiento de materiales de construcción la Inagua, Guantámo, Cuba. *Revista Luna Azul*. (38), 146-158. <https://www.redalyc.org/pdf/3217/321731214009.pdf>
- Hernández, S. R.; Fernández, C. C., y Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación (Quinta ed.)*. México: McGraw-Hill Interamericana. ISBN: 978-607-15-0291-9.
- Hernández, S. R.; Fernández, C. C. y Baptista, L. P. (2014). *Metodología de la Investigación. (6ta ed.)*. México D.F.: Editorial Mc Graw Hill / Interamericana. ISBN: 978-1-4562-2396-0. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Herrera, G. A. (2013). *Manual metodológico de actuaciones de restauración ambiental y uso público en ámbitos fluviales*. https://www.researchgate.net/publication/285593894_Manual_metodologico_de_actuaciones_de_restauracion_ambiental_y_uso_publico_en_ambitos_fluviales_Manuel_methodologique_d'actions_pour_la_restauracion_de_l'environnement_et_pour_l'usage_public_des_espac
- Laura, O. J. R. (2019). *Gestión de la calidad de agua del río Chili mediante el empleo de índices físico químicos de calidad ambiental, Arequipa*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/9653/UPlaorjr.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ley N° 28611 de 2005. Ley General del Medio Ambiente. 15 de octubre de 2005. <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/06/ley-general-del-ambiente.pdf>
- Ley N° 29338 de 2010. Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos. 24 de marzo de 2010. http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/reglamento_lrh_29338.pdf
- Lopera, J. J. (2016). *Afectaciones socioambientales por la extracción de material de arrastre en el río coello tramo Gualanday "K0.0"-Chicoral "K10.9" 2016*. [Tesis de grado, Universidad de Cundinamarca]. <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/273/Afectaciones%20Socioambientales%20por%20la%20Extracci%C3%B3n%20de%20Material%20de%20Arrastre%20en%20el%20R%C3%ADo%20Coello%20Tramo%20Gualanday%20%20K%200.0-Chicoral%20K10.9%202016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Machaca, V. L. J. (2018). *Determinación de los impactos ambientales producidos por las actividades extractivas de materiales no metálicos para la construcción en el río*

Socabaya, distrito de Socabaya, Arequipa, 2017 [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Agustín]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4794>

Matamoros, N. (2013). *Evaluación ambiental del proceso de explotación de materiales en el lecho del río San Agustín en la cantera Veega Rivera* [Tesis de maestría, Universidad de Guayaquil, Ecuador]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/6109/1/1.-%20Tesis%20Final%20Felipe%20Matamoros%20%23%2015.pdf>

Ministerio de Agricultura y Riego (2016). *Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales*. R.J. N° 010-2016-ANA. https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo_nacional_para_el_monitoreo_de_la_calidad_de_los_recursos_hidricos_superficiales.pdf

Ministerio de Energía y Minas (04 de Julio de 2016). Minería no metálica creció 79% en últimos cinco años. *El Comercio*. <https://elcomercio.pe/economia/negocios/mem-mineria-metalica-crecio-79-ultimos-cinco-anos-231692-noticia/>

Niño, R. V. M. (2011). *Metodología de la investigación (2da. Edición)*. Diseño y ejecución e informe. Ediciones de la U. ISBN: 978-958-792- 075-8.

Organización de las Naciones Unidas (22 de octubre de 2014). *Decenio Internacional para la acción 'El agua fuente de vida' 2005-2015*. Calidad del Agua. <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>

Organización Mundial de la Salud (2019). *Temas de salud*. Agua. <https://www.who.int/topics/water/es/>

Ortega, J. (2017). *Impactos ambientales ocasionados por la explotación artesanal de materiales de construcción: el caso del transecto del Río Cesar, en el municipio de San Juan del Cesar, la Guajira*. [Tesis de maestría, Universidad de Manizales, Colombia]. https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/3321/Ortega_Daza_Juan_Carlos_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. (2016). *Reporte de Análisis Económico Sectorial Sector Minería*. El sector minero no metálico en el Perú Año 5 – N° 7 – Diciembre 2016. http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/RAES/RAES-Mineria-Diciembre-2016-GPAE-OS.pdf

- Perú, Engineers Associated Tarapoto International S.A.C. (2014). *Inventario de fuentes de aguas superficiales margen derecha de la cuenca del Alto Mayo*. <https://issuu.com/proyectope-t1194/docs/informe>
- Pillaca, C. K. M. (2015). *Evaluación de efectos de la explotación de canteras de agregados en cuse de Río Yucaes a la bocatoma del Sistema de riego Mayzondo – Ayacucho*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga]. http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/795/1/Tesis%20Civ443_Pil.pdf
- Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA [Autoridad Nacional del Agua]. Protocolo Nacional para Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. 11 de enero de 2016. <https://www.ana.gob.pe/normatividad/rj-no-010-2016-ana-0>
- Resolución Jefatural N° 102-2019-ANA [Autoridad Nacional del Agua]. Otorgamiento de la Autorización de Extracción de material de acarreo en los cauces naturales de agua. 24 de mayo de 2019. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/654835/rj-20102-2019-ana20200426-24009-yi3vpp.pdf>
- Ríos, P. E.; Pineda, L. R. F., Cotler, A. H., Gailindo, A. A. y González, M. I. D. (2013). Cuencas hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión (Primera edición). *Cuadernos de divulgación ambiental*. https://www.researchgate.net/publication/280938710_Cuencas_hidrograficas_Fundamentos_y_perspectivas_para_su_manejo_y_gestion
- Sánchez, O. A. M. y Martínez, J. C. M. (2020). *Evaluación ambiental del proceso de explotación de material de arrastre en el tramo San Miguel del Río Algodonal*. [Tesis de grado, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Colombia]. <http://repositorio.ufpso.edu.co/bitstream/123456789/496/1/33312.pdf>
- Turpo, S. B. (2015). *Protección ambiental y social para la explotación sostenible y producción de concretos de calidad en el río Cutimbo Puno*. [Tesis de maestría, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez]. <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/372>
- Zevallos-Loaiza, M. (2015). *Diseño de la defensa ribereña para el balneario turístico Cocalmayo, ubicado en la margen izquierda del río Urubamba*. [Tesis de maestría, Universidad de Piura]. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2616>

TERMINOLOGÍA

Agua superficial. Agua que procede de la lluvia, afloramientos del subsuelo, deshielos o nieve contenidos o que discurren por: ríos, lagos, reservorios, charcas, manantiales, corrientes, océanos, nieve, hielo, mares, estuarios y humedales (Perú Engineers Associated Tarapoto International S.A.C., 2014).

Cauces o álveos. Cavidad de dimensión variable por donde corren las aguas de río o de un riachuelo, cuyo lecho y márgenes permanecen sensiblemente estables durante un largo tiempo desde su nacimiento hasta su afluencia a otro río o lago o desembocadura al mar. (Perú Engineers Associated Tarapoto International S.A.C., 2014).

Construcción. Hace referencia al ensamble, elaboración, confección, del montaje, armazon o inmueble, comprende el grupo de métodos, fases, elementos, aptitudes y empleos adaptados para realizar la fabricación o reforma de edificaciones (Astorga y Rivero, 2009).

Impacto ambiental. Se dice de la modificación característica de una variable ambiental, en una etapa determinada y en una superficie delimitada, como respuesta de una función concreta, en relación con la condición de que tendría como consecuencia si no hubiese ocurrido (Espinoza, 2002).

Línea de Thalweg. Sucesión de puntos que forman una línea, siendo cada punto el más profundo de una corriente en cada sitio o sección transversal (Resolución Jefatural N° 102-2019-ANA, p. 9).

Material de descarte. Material que se obtiene como residuo producto de la selección y clasificación de la explotación de material de acarreo (Resolución Jefatural N° 102-2019-ANA, p. 9).

Minerales no metálicos. Se les denominan también minerales industriales, son aquellos elementos geológicos que poseen valor económico y que no son metales ni combustibles. Estos materiales pueden ser utilizados en la construcción (como la arena o la piedra), en el sector agrícola (fosfatos) y en otros procesos industriales (OSINERGMIN, 2016).

Ribera. Se define como la banda que limita la trayectoria acuática que se expande por las plataformas y llanos seguidos del lecho y su orilla de los ríos (Herrera, 2013).

Subcuenca. Se define como, unidad funcional de una cuenca hidrográfica, delimitada por parteaguas y donde se reúnen los escurrimientos que convergen en el curso principal, en el interior de esta se sitúan las microcuencas (Ríos *et al.*, 2013).

Gestión ambiental: Consiste en un proceso permanente y continuo el cual está direccionado a la administración de los intereses y recursos relacionados con la Política Nacional Ambiental, todo esto con el objetivo de lograr una mejor calidad de vida para la población, el desarrollo de las actividades, mejoramiento de del ambiente urbano y rural, así como la conservación del patrimonio natural de país (MINAM, 2005).

Microclima: Conjunto de patrones y procesos atmosféricos que caracterizan e identifican a un determinado entorno o ámbito específico. Los factores que lo constituyen son la temperatura, topografía, humedad, luz, altitud, latitud, cobertura vegetal y el desarrollo de las actividades antrópicas (Häberer, 1998).

Ecosistema: Conjunto de especies (flora y fauna) dentro de un área determinada los cuales interactúan entre sí y con su ambiente biótico; a través de procesos como la depredación, competencia, simbiosis, parasitismo y con su ambiente al degradarse para pasar nuevamente a formar parte del ciclo de energía y nutriente (Laura, 2019).

Línea de Thalweg: Línea que conecta los puntos de mayor declive de sucesivas secciones transversales de un cauce superficial (Zevallos-Loaiza, 2015).

APÉNDICES

Apéndice 1. Ficha de observación de la extracción de materiales de construcción

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA

**FICHA DE OBSERVACIÓN DE LA EXTRACCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN,
EN LA SUBCUENCA RÍO TONCHIMA, CARRETERA RIOJA – YORONGOS, 2020**

DATOS GENERALES

Lugar : Fecha:
 Materiales que se extrae de la cantera:
 Responsable: Erick Oliva Noriega

Instrucciones: En la presente ficha se registrarán los datos acerca de los procesos de extracción de materiales de construcción en la sub cuenca río Tonchima, carretera Rioja – Yorongos, 2020. Se marcará las respuestas: Cumple / No cumple, al comparar las observaciones con los criterios de la ficha.

Ítems	Alternativas	
	Cumple	No cumple
Dimensión 1: Identificación de la zona de extracción		
1.La zona de extracción ha sido ubicada realizando el trazado del eje central del cauce.		
2.La zona de extracción ha sido ubicada determinando en ancho estable del río.		
3.La zona de extracción ubicada respeta la influencia de estructuras.		
Dimensión 2: Determinación del volumen de material de construcción a explotar		
Se realizó previamente un levantamiento topográfico, donde se determinó:		
4. El eje del río 100 m. aguas arriba y abajo.		
5. Secciones transversales cada 25 m.		
6. La pendiente del río respetando la Línea de Thalweg.		
7. La pendiente no distorciona la velocidad del flujo de agua.		
8. Las dimensiones del ancho estable, respeta el caudal máximo.		
9. Considera la información de la Guía metodológica para proyectos de protección y/o control de inundaciones en área agrícolas o urbanas, para el establecimiento del ancho estable.		
10. Área de corte determinado según ancho estable, eje, secciones transversales y línea de Thalweg.		
Dimensión 3: Explotación de material de construcción		
11. Excavación tipo barrido, por capas, por tramos.		
12. Respeto la profundidad máxima (Línea de Thalweg).		
13. Respeto el ancho estable.		
14. Cumple con los criterios para extracción por tipo de caudal: temporal o permanente		
15. Ubica el material de descarte en la ribera debilitada del río, forma diques fusibles.		

Apéndice 3. Resultados de los análisis fisicoquímicos del agua



INFORME DE ENSAYO N° 052-2021-M/ANAQUIMICOS/CC/SLCH

CLIENTE : ERICK OLIVA NORIEGA

INVESTIGACIÓN : INFLUENCIA DE LA EXTRACCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN LA CALIDAD DE AGUA, SUBCUENCA RÍO TÓNCHIMA, CARRETERA RIOJA-YORONGOS, 2021

TIPO DE MUESTRA : Agua Superficial-Río Tónchima

COORDENADAS : P1 N: 1129508-E: 1423868 – P2 N:1152751-E: 1415171

FECHA DE MUESTREO : 18-01-2021

HORA DE MUESTREO : 16: 42 PM

FECHA DE RECEPCIÓN : 18-01-2021

FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 18-01-2021

PUNTOS DE MUESTRAS : 2

CONDICIÓN DE LA MUESTRA : Frascos de Vidrio, Frascos de Plástico

MUESTREADO POR : Cliente

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE AGUA SUPERFICIAL:

PARÁMETROS	UNIDAD	P1	P2
		Aguas arriba	Aguas abajo
Turbiedad	NTU	12.0	38.5
Conductividad	µScm	216	296
Color	UCV-Pt/Co	21	32
Oxígeno Disuelto	mg/L	7.53	7.37
Aceites y Grasas	mg/l	0.50	1.2
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	0.56	0.87
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	1.0	1.6
Sólidos Suspendidos	mg/L	125	250
Sólidos Sedimentables	mg/L	50	97

Atentamente,

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.


Ing. Samuel López Chávez
 CIP. N° 140674
 TITULAR GERENTE

INFORME DE ENSAYO N° 052-2021-M/ANAQUÍMICOS/CC/SLCH

CLIENTE	: ERICK OLIVA NORIEGA
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DE LA EXTRACCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN LA CALIDAD DE AGUA, SUBCUENCA RÍO TÓNCHIMA, CARRETERA RIOJA-YORONGOS 2021
TIPO DE MUESTRA	: Agua Superficial-Río Tónchima
COORDENADAS	: P1 N: 1129503-E: 143868 – P2 N: 1152751-E:1415171
FECHA DE MUESTREO	: 01-02-2021
HORA DE MUESTREO	: 15: 15 PM
FECHA DE RECEPCIÓN	: 02-02-2021
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 02-02-2021
PUNTO DE MUESTRAS	: 2
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: Frascos de Vidrio, Frascos de plástico
MUESTREADO POR	: Cliente

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DEL AGUA SUPERFICIAL:

PARÁMETROS	UNIDAD	P1 Aguas arriba	P2 Aguas abajo
Turbiedad	NTU	12.5	37.0
Conductividad	µScm	218	300
Color	UCV-Pt/Co	22	34
Oxígeno Disuelto	mg/L	7.50	7.33
Aceites y grasas	mg/l	0.50	1.3
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	0.56	0.89
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	1.1	1.62
Sólidos Suspendidos	mg/L	130	252
Sólidos Sedimentables	mg/L	53	97

Atentamente,

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.


Ing. Samuel López Chávez
 CIP. N° 140674
 TITULAR GERENTE

INFORME DE ENSAYO N° 080-2021-M/ANAQUÍMICOS/CC/SLCH

CLIENTE	: ERICK OLIVA NORIEGA
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DE LA EXTRACCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN LA CALIDAD DE AGUA, SUBCUENCA RÍO TÓNCHIMA, CARRETERA RIOJA-YORONGOS 2021
TIPO DE MUESTRA	: Agua Superficial-Río Tónchima
COORDENADAS	: P1 N: 1129503-E: 143868 – P2 N: 1152751-E:1415171
FECHA DE MUESTREO	: 12-07-2021
HORA DE MUESTREO	: 15: 22 PM
FECHA DE RECEPCIÓN	: 13-07-2021
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 13-07-2021
PUNTO DE MUESTRAS	: 2
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: Frascos de Vidrio, Frascos de plástico
MUESTREADO POR	: Cliente

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DEL AGUA SUPERFICIAL:

PARÁMETROS	UNIDAD	P1	P2
		Aguas arriba	Aguas abajo
Turbiedad	NTU	11.0	35.0
Conductividad	µScm	213	292
Color	UCV-Pt/Co	17	31
Oxígeno Disuelto	mg/L	7.53	7.30
Aceites y grasas	mg/l	0.55	1.3
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	0.56	0.80
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	1.0	1.62
Sólidos Suspendidos	mg/L	114	240
Sólidos Sedimentables	mg/L	40	93

Atentamente,

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.

Ing. Samuel López Chávez

CIP. N° 140674

TITULAR GERENTE



INFORME DE ENSAYO N° 080-2021-M/ANAQUÍMICOS/CC/SLCH

CLIENTE	: ERICK OLIVA NORIEGA
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DE LA EXTRACCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN LA CALIDAD DE AGUA, SUBCUENCA RÍO TÓNCHIMA, CARRETERA RIOJA-YORONGOS 2021
TIPO DE MUESTRA	: Agua Superficial-Río Tónchima
COORDENADAS	: P1 N: 1129503-E: 143868 – P2 N: 1152751-E:1415171
FECHA DE MUESTREO	: 24-07-2021
HORA DE MUESTREO	: 15: 40 PM
FECHA DE RECEPCIÓN	: 26-07-2021
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 26-07-2021
PUNTO DE MUESTRAS	: 2
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: Frascos de Vidrio, Frascos de plástico
MUESTREADO POR	: Cliente

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DEL AGUA SUPERFICIAL:

PARÁMETROS	UNIDAD	P1 Aguas arriba	P2 Aguas abajo
Turbiedad	NTU	10.8	36.0
Conductividad	µScm	213	293
Color	UCV-Pt/Co	16	32
Oxígeno Disuelto	mg/L	7.51	7.28
Aceites y grasas	mg/l	0.55	1.4
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	0.57	0.82
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	1.0	1.65
Sólidos Suspendidos	mg/L	112	242
Sólidos Sedimentables	mg/L	38	94

Atentamente,

ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.



Ing. Samuel López Chávez
CIP. N° 140674
TITULAR GERENTE

INFORME DE ENSAYO 01 DE MUESTRAS DE AGUA SUPERFICIAL

SEÑOR : ERICK OLIVA NORIEGA

TESIS : INFLUENCIA DE LA EXTRACCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN LA CALIDAD DE AGUA, SUBCUENCA RÍO TÓNCHIMA, CARRETERA RIOJA-YORONGOS 2021

TIPO DE MUESTRA : Agua Superficial-Río Tónchima
COORDENADAS : P1 N: 1129503-E: 143868 – P2 N: 1152751-E:1415171
FECHA DE MUESTREO : 18-01-2021
HORA DE MUESTREO : 16: 42 PM
FECHA DE RECEPCIÓN : 18-01-2021
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 18-01-2021
PUNTO DE MUESTRAS : 2
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : Frascos de Vidrio, Frascos de plástico
MUESTREADO POR : Tesista

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DEL AGUA SUPERFICIAL:

PARÁMETROS	UNIDAD	P1 Aguas arriba	P2 Aguas abajo
pH	Potencial de Hidrógeno	7.4	6.8
Temperatura	°C	22.2	22.4



(Handwritten signature)

Ing. Denis Izquierdo Hernández
Responsable de Lab. de Ciencias Básicas
DNI: 43089939

www.ucss.edu.pe

INFORME DE ENSAYO 03 DE MUESTRAS DE AGUA SUPERFICIAL

SEÑOR : ERICK OLIVA NORIEGA

TESIS : INFLUENCIA DE LA EXTRACCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN LA CALIDAD DE AGUA, SUBCUENCA RÍO TÓNCHIMA, CARRETERA RIOJA-YORONGOS 2021

TIPO DE MUESTRA : Agua Superficial-Río Tónchima

COORDENADAS : P1 N: 1129503-E: 143868 – P2 N: 1152751-E:1415171

FECHA DE MUESTREO : 01-02-2021

HORA DE MUESTREO : 15: 15 PM

FECHA DE RECEPCIÓN : 02-02-2021

FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 02-02-2021

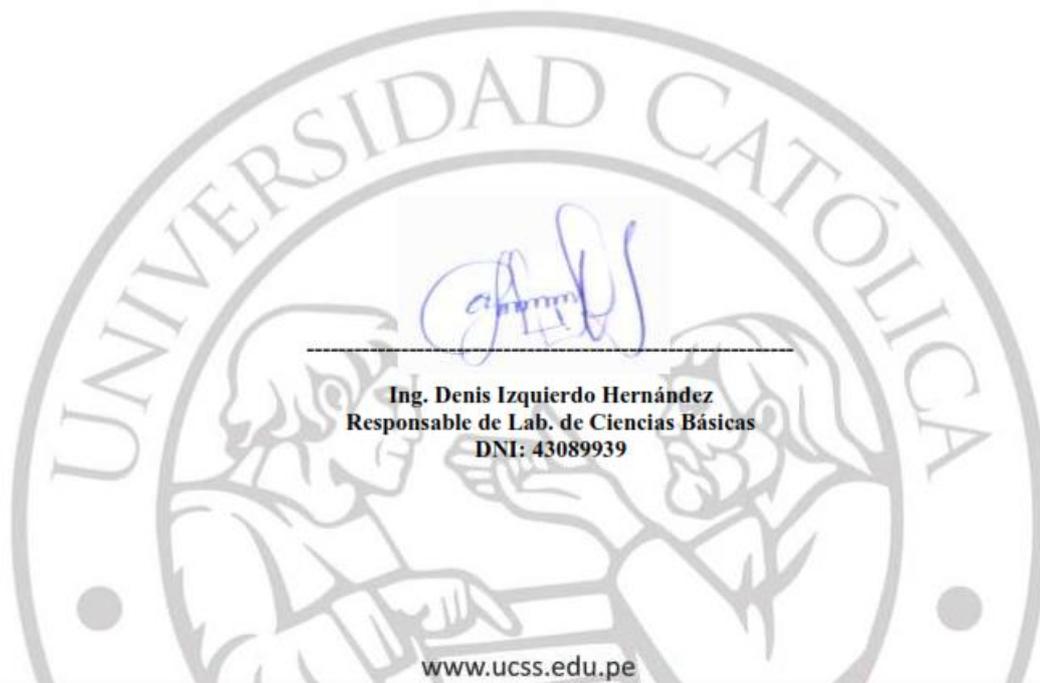
PUNTO DE MUESTRAS : 2

CONDICIÓN DE LA MUESTRA : Frascos de Vidrio, Frascos de plástico

MUESTREADO POR : Tesista

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DEL AGUA SUPERFICIAL:

PARÁMETROS	UNIDAD	P1 Aguas arriba	P2 Aguas abajo
pH	Potencial de hidrógeno	7.4	6.8
Temperatura	°C	18.6	19.00



INFORME DE ENSAYO 02 DE MUESTRAS DE AGUA SUPERFICIAL

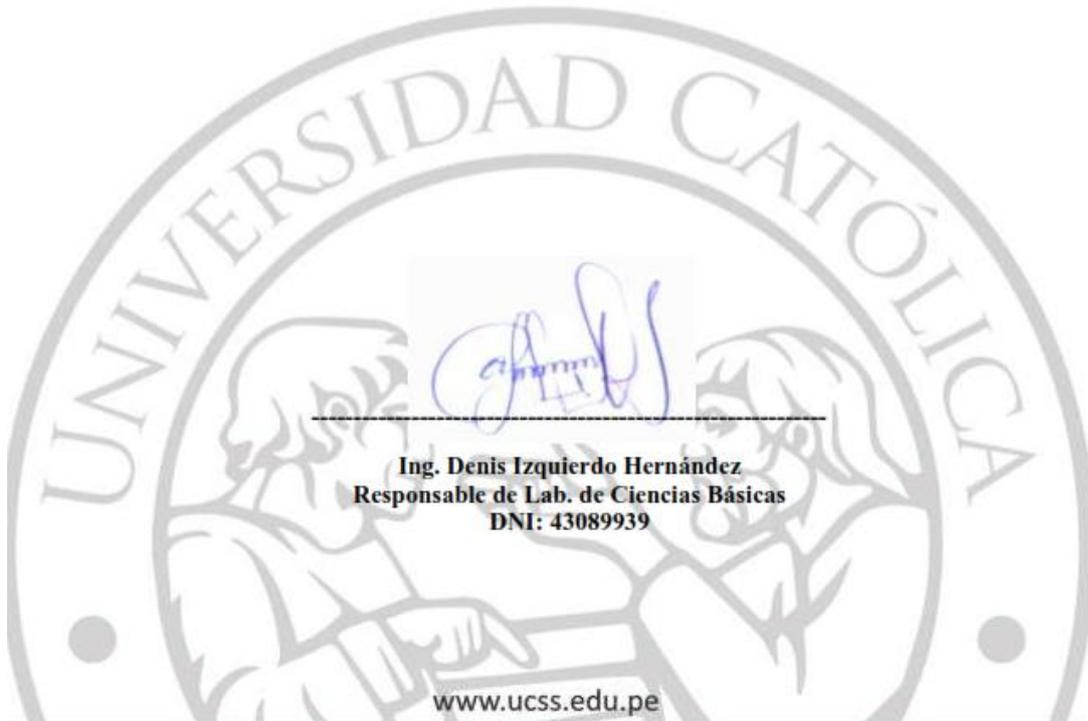
SEÑOR : ERICK OLIVA NORIEGA

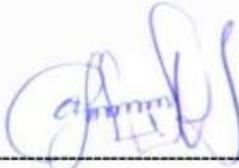
TESIS : INFLUENCIA DE LA EXTRACCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN LA CALIDAD DE AGUA, SUBCUENCA RÍO TÓNCHIMA, CARRETERA RIOJA-YORONGOS 2021

TIPO DE MUESTRA : Agua Superficial-Río Tónchima
COORDENADAS : P1 N: 1129503-E: 143868 – P2 N: 1152751-E:1415171
FECHA DE MUESTREO : 12-07-2021
HORA DE MUESTREO : 15: 22 PM
FECHA DE RECEPCIÓN : 13-07-2021
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 13-07-2021
PUNTO DE MUESTRAS : 2
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : Frascos de Vidrio, Frascos de plástico
MUESTREADO POR : Tesista

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DEL AGUA SUPERFICIAL:

PARÁMETROS	UNIDAD	P1 Aguas arriba	P2 Aguas abajo
pH	Potencial de hidrógeno	7.3	6.9
Temperatura	°C	18.8	18.9




 Ing. Denis Izquierdo Hernández
 Responsable de Lab. de Ciencias Básicas
 DNI: 43089939

www.ucss.edu.pe

INFORME DE ENSAYO 03 DE MUESTRAS DE AGUA SUPERFICIAL

SEÑOR : ERICK OLIVA NORIEGA

TESIS : INFLUENCIA DE LA EXTRACCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN LA CALIDAD DE AGUA, SUBCUENCA RÍO TÓNCHIMA, CARRETERA RIOJA-YORONGOS 2021

TIPO DE MUESTRA : Agua Superficial-Río Tónchima

COORDENADAS : P1 N: 1129503-E: 143868 – P2 N: 1152751-E:1415171

FECHA DE MUESTREO : 24-07-2021

HORA DE MUESTREO : 15: 40 PM

FECHA DE RECEPCIÓN : 26-07-2021

FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 26-07-2021

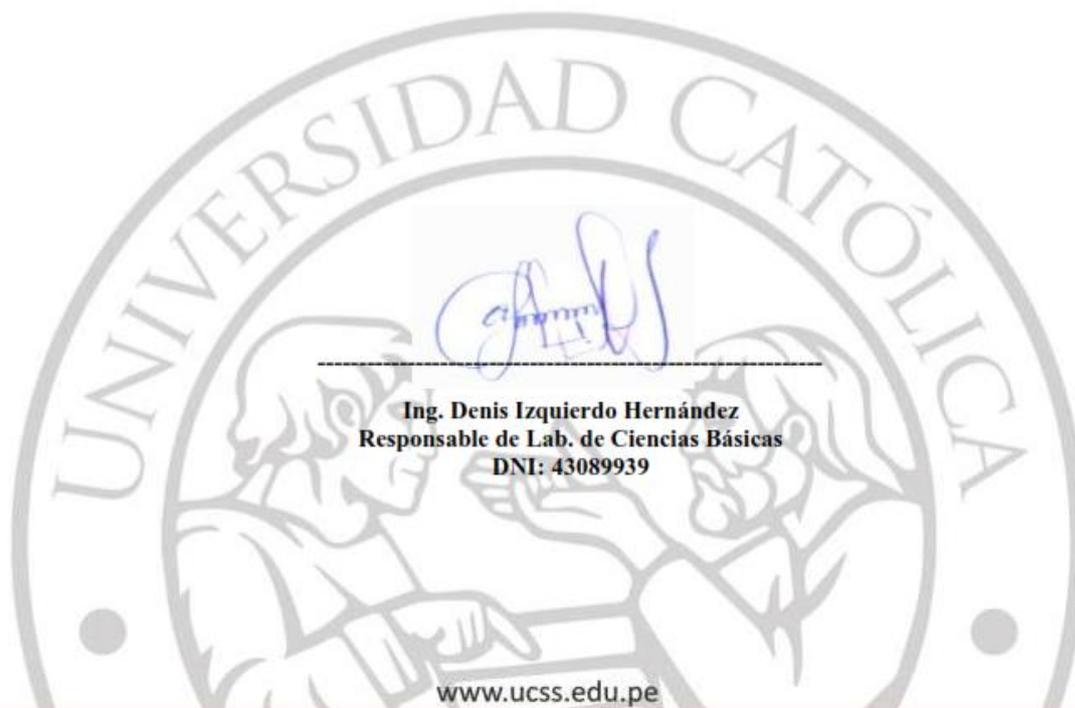
PUNTO DE MUESTRAS : 2

CONDICIÓN DE LA MUESTRA : Frascos de Vidrio, Frascos de plástico

MUESTREADO POR : Tesista

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DEL AGUA SUPERFICIAL:

PARÁMETROS	UNIDAD	P1	P2
		Aguas arriba	Aguas abajo
pH	Potencial de hidrógeno	7.3	6.8
Temperatura	°C	19.1	19.8





Ing. Denis Izquierdo Hernández
 Responsable de Lab. de Ciencias Básicas
 DNI: 43089939

www.ucss.edu.pe

Apéndice 4. Solicitud de permiso y autorización de la empresa extractora

"Año de la Universalización de la Salud"

Rioja, 24 de agosto de 2020

SOLICITA: Permiso

Señor:

Edgar Mas Angulo

Gerente General de Servicios Generales Pepelucho E.I.R.L.

Por medio de la presente me es grato dirigirme a Usted para expresarle mi cordial y respetuoso saludo y a la vez informarle que en la actualidad soy bachiller de ingeniería ambiental de la universidad Católica Sedes Sapientiae, es por ello que le solicito el debido permiso para realizar la tesis denominado **"INFLUENCIA DE LA EXTRACCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN, EN LA CALIDAD DE AGUA, SUBCUENCA RÍO TONCHIMA, CARRETERA RIOJA – YORONGOS, 2020"**, en la empresa que usted dignamente dirige y también que me brinde todas las facilidades y el acceso a la información necesaria, que me permita obtener datos para el desarrollo de mi tesis.

A la espera de su aceptación, me despido de usted reiterándole mi agradecimiento y expresándole mi alta consideración y estima.

Atentamente,



ERICK OLIVA NORIEGA
DNI: 74021788

"AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD"

Rioja, 24 de agosto 2020.

CARTA N° 01 – 2020- EMA/SGP

SEÑOR:

Erick Oliva Noriega

Asunto: AUTORIZO PERMISO

.....

La presente tiene por finalidad expresarle mi cordial saludo, así mismo informarle que su solicitud presentada por su persona a la empresa de Servicios Generales Pepelucho E.I.R.L., donde solicita autorización para realizar las investigaciones necesarias respecto a su tesis "INFLUENCIA DE LA EXTRACCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN, EN LA CALIDAD DE AGUA, SUBCUENCA RÍO TONCHIMA, CARRETERA RIOJA – YORONGOS, 2020", se le estará dando todas las facilidades necesarias y el acceso a la información para que pueda cumplir con sus objetivos trazados.

Sin otro particular me suscribo de usted,

Atentamente -

Edgar Mas Angulo
DNI: 01151931

Apéndice 5. Solicitud de permiso a la Municipalidad distrital de Yorongos

"Año de la Universalización de la Salud"

Rioja, 27 de agosto de 2020

SOLICITA: Permiso

Señor:

Lizandro Santa Cruz Pérez
Alcalde Municipal Distrital de Yorongos.

Por medio de la presente me es grato dirigirme a Usted para expresarle mi cordial y respetuoso saludo y a la vez informarle que en la actualidad soy bachiller de ingeniería ambiental de la universidad Católica Sedes Sapientiae, es por ello que le solicito el debido permiso para realizar la tesis denominado "INFLUENCIA DE LA EXTRACCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN, EN LA CALIDAD DE AGUA, SUBCUENCA RÍO TONCHIMA, CARRETERA RIOJA – YORONGOS, 2020", en el ámbito de su jurisdicción del Rio Tonchima y también me brinde todas las facilidades y el acceso a la información necesaria de la empresa SERVICIOS GENERALES PEPELUCHO E.I.R.L., que me permita obtener datos para el desarrollo de mi tesis.

A la espera de su aceptación, me despido de usted reiterándole mi agradecimiento y expresándole mi alta consideración y estima.

Atentamente,



ERICK OLIVA NORIEGA
DNI: 74021788

Apéndice 6. Resolución de Alcaldía que autoriza la extracción

**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YORONGOS**
DISTRITO DE YORONGOS, PROVINCIA DE RIOJA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

"Año del Dialogo y la Reconciliación Nacional"

RESOLUCION DE ALCALDÍA N° 044-2020-MDY/A

Yorongos, 17 de febrero de 2020

EL ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD DE YORONGOS.

VISTO:

La solicitud de Autorización para extracción de material de acarreo del rio tonchima, con registro N° 2105, recibida con fecha 20 de noviembre del 2019, solicitada por el señor Edgar Mas Montoya, y

**CONSIDERANDO:**

Que, de conformidad con el Artículo 194° de la Constitución Política del Perú, en concordancia con el Artículo II del Título Preliminar de la Ley Orgánica de Municipalidades, Ley N° 27972, éstas son Órganos del Gobierno Local y canales inmediatos de participación vecinal, que gozan de autonomía política, económica y administrativa, en los asuntos de su competencia;

Que, el Artículo 74° de la Constitución establece que los gobiernos regionales y los gobiernos locales pueden crear, modificar y suprimir contribuciones y tasas, o exonerar de éstas, dentro de su jurisdicción, y con los límites que señala la ley. Asimismo, señala que el Estado, al ejercer la potestad tributaria, debe respetar los principios de reserva de la ley y los de igualdad y respeto de los derechos fundamentales de la persona;

Que, el numeral 9 del Artículo 69° de la Ley N° 27972, establece que son rentas municipales, los derechos de extracción de materiales de construcción ubicados en los álveos y cauces de los ríos y canteras localizadas en su jurisdicción;

Que, conforme al numeral 3.6.3 del Artículo 79° de la Ley N° 27972, las municipalidades están facultadas para ejercer las funciones específicas y exclusivas para normar, regular y otorgar autorizaciones, derechos, licencias y realizar la fiscalización de las zonas de extracción de materiales de construcción;

Que, los Artículos 1° y 2° de la Ley N° 28221 Ley que regula el derecho por extracción de materiales de los álveos, cauces de los ríos, establece que, las Municipalidades Distritales y las Municipalidades Provinciales en su jurisdicción, son competentes para autorizar la extracción de materiales que acarrear y depositan las aguas en los álveos o cauces de los ríos y para el cobro de los derechos que correspondan, en aplicación de lo establecido en el inciso 9 del Artículo 69° de la Ley N° 27972, asimismo define que, se entiende por materiales que acarrear y depositan las aguas en los álveos o cauces de los ríos a los minerales no metálicos que se utilizan con fines de construcción, tales como los limos, arcillas, arenas, grava, guijarros, cantos rodados, bloques o balones, entre otros;

Que, conforme al Oficio N° 017-2020-ANA-AAA.HUALLAGA-ALA.ALTO MAYO, ingresado a la Municipalidad con fecha 13 de febrero del 2020, mediante el cual la Autoridad Local del Agua Alto Mayo, remite Opinión Técnica Vinculante favorable al Oficio N° 006-2020-MDY/GM, siendo parte de ello la solicitud del visto, para la autorización de extracción de material de acarreo del cauce del rio tonchima, sector Churuyacu, distrito de Yorongos;

Que, el Título II Del otorgamiento de Derecho de extracción y de los requisitos, en su artículo 5°; del REGLAMENTO QUE ESTABLECE EL RÉGIMEN DE EXTRACCIÓN DE

AV. RIOJA S/N - FRENTE A LA PLAZA DE ARMAS - YORONGOS
RUC: 20204664057
RPM 8980288493 - CEL. N° 980288493
YORONGOS - SAN MARTÍN



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YORONGOS
DISTRITO DE YORONGOS, PROVINCIA DE RIOJA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

"Año del Dialogo y la Reconciliación Nacional"

MATERIALES DE ACARREO DE LOS ÁLVEOS O CAUCES DE LOS RÍOS Y CANTERAS EN LA JURISDICCIÓN DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YORONGOS, aprobado mediante Ordenanza Municipal N° 004-2019-MDY, establece que "El procedimiento culmina con la emisión de la Resolución de Alcaldía donde se autorizará o no la extracción de material agregado".

En mérito a las facultades conferidas por la Ley Orgánica de Municipalidades, Ley N° 27972;

RESUELVE:



Artículo Primero. - AUTORIZAR, al Sr. EDGAR MAS MONTOYA, identificado con DNI N° 70421189, la extracción de material de acarreo del rio tonchima, sector churuyacu, de acuerdo al siguiente detalle:

1. TIPO DE MATERIAL Y CANTIDAD A EXTRAERSE:



ZONA DE EXTRACCION	SECTOR	VOLUMEN TOTAL m3	TIPO DE MATERIAL	RENDIMIENTO PROMEDIO (%)	VOLUMENES DE MATERIALES (m3)
Churuyacu	Churuyacu	744.30	HORMIGON	30,00	223.29
			PIEDRA	70,00	521.01
VOLUMEN TOTAL A EXTRAER				100,00	744.30

2. ZONA DE EXTRACCIÓN DE MATERIAL DE ACARREO:

Longitud : 744.30 m
Superficie : 0.07443 has
Altura de Corte : 1.00 m
Vértices : UTM WGS 84 18S

Vertices	Este (m)	Norte (m)
1	262 901	9 324 054
2	262 905	9 324 054
3	262 905	9 323 736
4	262 909	9 323 739

3. ZONA DE ACOPIO DE MATERIAL DE ACARREO:

Ubicación : Faja Marginal Izquierda del rio tonchima

Vertices	Sur Este	Norte
1	262 761	9 323 783

4. ZONA DE ACCESO Y SALIDA DE MATERIAL DE ACARREO:

Ubicación : Faja Marginal Izquierda del rio tonchima
Longitud : 250 m de acceso y salida.



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YORONGOS
DISTRITO DE YORONGOS, PROVINCIA DE RIOJA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

"Año del Dialogo y la Reconciliación Nacional"

Vertices	Sur Este	Norte
1	262 719	9 323 828

5. MAQUINARIA A UTILIZAR:

Unidad	Maquinaria	Capacidad (m3)	Marca	Placa	Color
01	Camión Volquete	10 m3	Jimbey	-	Crema
01	Excavadora	0.50 m3	Hitachi	UH07-7	Amarillo

6. PLAZO DE EXTRACCIÓN:

El plazo de extracción será hasta el 20 de mayo de 2020.

ARTÍCULO SEGUNDO.- ESTABLECER, que el incumplimiento de alguna de las disposiciones legales vigentes, así como el plan de cierre de cantera y reusarse a destinar material agregado para bachear el camino vecinal, dará lugar a la inmediata revocatoria de la presente autorización, así como a la imposición de las acciones administrativas y judiciales en caso corresponda.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER, que la Oficina de Rentas, efectúe todos los trámites que correspondan para el cobro por la cantidad de material agregado autorizado.

ARTÍCULO CUARTO.- ENCARGAR, a la Oficina de Rentas, Sub Gerencia de Desarrollo Económico Local y Gestión y Unidad de Gestión de Riesgos de Desastres, realicen labores constantes de fiscalización respecto a la autorización de material autorizado, en caso contrario adopten las acciones que correspondan.

ARTÍCULO QUINTO.- PONER EN CONOCIMIENTO, de la Autoridad Local del Agua Alto Mayo – ALA y de la Oficina de Fiscalización Ambiental - OEFA, el contenido de la presente Resolución, para su conocimiento y fines pertinentes.

ARTÍCULO SEXTO.- NOTIFICAR, la presente Resolución a las diferentes instancias de la Municipalidad Distrital de Yorongos, para su atención correspondiente.

Regístrese, Cúmplase y Archívese

c.c. Archivo.


 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YORONGOS
 Lizandro Santa Cruz Perez
 D.F. 15/01/1981