



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30

I. Título

ESTUDIO GEOQUÍMICO DE LAS AGUAS Y CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN LA INTERSECCIÓN DE LOS RÍOS COATA Y TOROCOCHA DE LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN – REGIÓN PUNO – 2021

II. Resumen del Proyecto de Tesis

El presente proyecto de investigación titulado “ESTUDIO GEOQUÍMICO DE LAS AGUAS Y CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN LA INTERSECCIÓN DE LOS RÍOS COATA Y TOROCOCHA DE LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN - REGIÓN PUNO - 2021”. Se realizará en los distritos Caracoto y Juliaca, provincia de San Román, departamento de Puno. El trabajo de investigación tendrá como objetivo el estudio de la geoquímica de las aguas y el nivel de contaminación de las concentraciones de los metales pesados (Al, As, Cd, Cr, Fe, Mn, Hg y Zn) en la intersección de los ríos Coata y Torococha de la provincia de San Román - región Puno.

El tipo de investigación será de carácter descriptivo – explicativo con enfoque cuantitativo por los análisis a realizar con orden numérico. La metodología consistirá en ejecutar en cuatro etapas: Etapa I: Gabinete, el cual consistirá con la recopilación de información y posibles antecedentes desarrollados de la zona de estudio, Etapa II: Trabajos en campo, consistirá en toma de muestra de agua, se realizará en época de estiaje en cinco (05) puntos estratégicos. Para la obtención de los datos fisicoquímicos se ejecutará in-situ, se utilizará un multiparámetro portátil HQ40D de Hach. Etapa III: Trabajo en laboratorio, la muestra de agua para el análisis de la concentración de los metales pesados (Al, As, Cd, Cr, Fe, Mn, Hg y Zn) será enviado al laboratorio ALB, el cual se analizará por el método de espectrometría por emisión atómica, y Etapa IV: El trabajo en gabinete II, consistirá en el tratamiento y procesamiento de los datos obtenidos en etapa de campo y el resultado emitido por el laboratorio ALAB.

Los resultados obtenidos sobre el conocimiento de los niveles de contaminación por los parámetros fisicoquímicos y metales pesados permitirían disponer de información necesaria para la toma de conciencia para el desecho de los residuos sólidos y el tratamiento de las aguas residuales antes del ingreso al río, así mismo para la toma de decisiones adecuadas en el campo de la salud, el medio ambiente y en general en el plano social repercutiendo positivamente en la realidad nacional peruana.



31 **III. Palabras clave**

32 Aguas superficiales, contaminación, fisicoquímico, geoquímica, metales pesados.

33 **IV. Justificación del proyecto**

34 El recurso hídrico es un componente fundamental para todas las actividades humanas, por
35 lo tanto, debe poseer buena calidad de agua, que cuente con un adecuado control monitorizado.
36 En el río Coata en la desembocadura del río Torococha este recurso es utilizado sin ningún
37 tratamiento previo para bebida de sus animales pecuarios, riego de cultivos, incluso para
38 consumo humano por las personas que viven en las riberas de este río (Gutiérrez, 2018). Las
39 concentraciones de metales disueltos y en suspensión decrecen al aumentar la salinidad. Este
40 hecho es observable sobre todo a valores de salinidad menores del 18%. Para valores superiores
41 al 18% hay gran dispersión de los resultados y la tendencia a disminuir es menos clara. La
42 disminución de las concentraciones de metales con la salinidad es explicable, entre otras razones,
43 por la dilución, con agua de mar, de las aguas dulces de no, más ricas en metales disueltas y en
44 materiales en suspensión (Liss, 1976).

45 La contaminación del río Coata se genera desde sus principales afluentes que vienen ser
46 los ríos lampa y Cabanillas, en sus nacientes estos ríos son contaminados por la actividad
47 antrópica exploración y explotación de la minería sea esta artesanal o mecanizado. La Unidad
48 Minera el Cofre – CIEMSA (distrito de Paratía, Provincia de Lampa, departamento de Puno)
49 Contribuye con la contaminación con el Vertimiento de aguas al río Paratía el cual desemboca al
50 río Unocolla, y esta llega al río Santa Lucía, para luego descargar al río Cabanillas, que al juntarse
51 con el río Lampa origina el río Coata que finalmente desagua en el lago Titicaca. También
52 contribuye con la contaminación el Reservorio de Mina Palca Pasivo Minero Cia (distrito de
53 Palca, provincia de Lampa del departamento de Puno).

54 En el aspecto social el crecimiento acelerado de la población a lo largo los Ríos Coata y
55 Torococha, genera el incremento de producción de residuos sólidos y vertimiento de líquidos
56 domésticos el cuál aportan con la contaminación del cauce de los ríos Coata y Torococha. Como
57 resultado de esta influencia sobre el río, se hace de vital importancia que se investigue los niveles
58 de contaminación del río Coata y Torococha llevarse a cabo con regularidad.

59 El presente trabajo constituye de suma importancia conocer la calidad del agua de los ríos
60 Coata y Torococha, determinando para ello los principales parámetros fisicoquímicos como pH,



61 conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos y Óxidos disueltos. El pH del agua determina la
62 movilidad de los elementos tóxicos o los metales pesados, cuando este está por debajo de 5.5 de
63 pH considerada como ácido, entonces la concentración de metales pesados como (Al, As, Cd,
64 Cr, Fe, Mn, Hg y Zn). será alto. Esta concentración afectara a los animales pecuarios, riego de
65 cultivos, incluso la salud de la población. Por las consideraciones anteriores. Así, este trabajo se
66 emprende con los siguientes objetivos: Determinar la concentración de los principales parámetros
67 fisicoquímicos en la intersección de las aguas superficiales de los ríos Coata y Torococha,
68 Determinar la presencia y las concentraciones de metales pesados (Al, As, Cd, Cr, Fe, Mn, Hg y
69 Zn) en las aguas superficiales de la intersección de los ríos Coata y Torococha y Evaluar los
70 niveles de contaminación según las concentraciones de los metales pesados en las aguas
71 superficiales de la intersección de los ríos Coata y Torococha con los estándares establecidos de
72 calidad ambiental para agua. Los resultados obtenidos sobre el conocimiento de los niveles de
73 contaminación por los parámetros fisicoquímicos y metales pesados permitirían disponer de
74 información necesaria para la toma de conciencia para el desecho de los residuos sólidos y el
75 tratamiento de las aguas residuales antes del ingreso al río, así mismo para la toma de decisiones
76 adecuadas en el campo de la salud, el medio ambiente y en general en el plano social
77 repercutiendo positivamente en la realidad nacional peruana.

78 **V. Antecedentes del proyecto**

79 En el ámbito local, nacional e internacional los trabajos realizados que más se asocian son
80 los referidos a continuación:

81 Capacoila (2017) "Evaluación de la concentración de metales pesados en las aguas
82 superficiales del Rio Coata". El objetivo de este proyecto fue evaluar la presencia y el grado de
83 contaminación de las concentraciones de los metales pesados (Al, Cd, Cr, Fe, Mn, y Hg) en las
84 aguas superficiales, se han realizado muestreos en dos épocas (avenida y estiaje) en cinco puntos
85 estratégicos, analizándose la concentración de los metales en mención en cada punto por el
86 método de Espectrometría por emisión atómica. Las concentraciones máximas fueron; Aluminio
87 1.043 mg/L, Cadmio 0.000 mg/L, Cromo 0.000 mg/L, Hierro 0.856 mg/L, Manganeseo 0.460
88 mg/L y Mercurio 0.000 mg/L, siendo Aluminio, Hierro y Manganeseo se encuentran por encima
89 de los límites, mientras Cadmio, Cromo y Mercurio se encuentran dentro de los límites de los
90 Estándares de Calidad Ambiental para Agua del Ministerio del Ambiente.



91 Asimismo, Gutiérrez (2018) en su trabajo “Evaluación de la calidad de agua del río Coata
92 en la desembocadura del río Torococha utilizando el Índice de Calidad de Agua del Consejo
93 Canadiense CCME–WQI y el ICA–PE, Puno – 2018”. Al realizar los estudios determina, que las
94 concentraciones de los parámetros químicos, microbiológicos y metales pesados del río Coata en
95 la desembocadura del río Torococha; la mayoría de los parámetros cumplen con el ECA-AGUA,
96 Categoría 3, a excepción oxígeno disuelto que no cumple con la concentración mínima en M1 y
97 M2, Demanda Bioquímica de Oxígeno que excede en M2 en los tres meses evaluados y
98 coliformes termo tolerantes que excede en M1 en el mes octubre y en M2 en los tres meses
99 evaluados.

100 Por su parte, Quispe & et al., (2019), evaluaron la “Concentración de metales pesados:
101 cromo, cadmio y plomo en los sedimentos superficiales en el río Coata, Perú”. En el artículo
102 mencionan que en los sedimentos superficiales del río en la cuenca baja del río hay presencia de
103 las concentraciones de los metales pesados como Cd, Cr y Pb, sin embargo, el Pb y Cd están por
104 debajo de los límites establecidos en los estándares de calidad ambiental, mientras que Cr se
105 encuentra por encima de los ECA para suelos.

106 A nivel nacional, resalta Herrera (2017) “Determinación de los niveles de concentración
107 de metales pesados en la Cuenca Mashcón – Cajamarca en los meses de Setiembre y diciembre,
108 2016”. Con el objetivo principal que se plantea el trabajo es la determinación de los niveles de
109 concentración de metales pesados, luego compararlo con los ECAs para agua, Obteniendo como
110 resultados que, la concentración de los metales pesados en época de estiaje y época creciente
111 respectivamente fue: Aluminio (0.615 mg/L, 0.086 mg/L); Cd (<LCM, <LCM); Fe (1.021 mg/L,
112 1.680 mg/L); Pb (0.004 mg/L, <LCM) y Zn (0.06 mg/L, 0.027 mg/L).

113 Asimismo, Humpiri (2017) “Concentración De Los Metales Pesados Y Propuestas De
114 Recuperación En La Sub-Cuenca Del Rio Crucero” en este artículo se presenta que La
115 concentración de metales pesados evaluados (As, Cd, Cu, Cr, Hg, Pb y Zn) en el agua superficial
116 de la Subcuenca Crucero no mostraron variaciones anuales (2011 a 2015) ni estacionales (estiaje
117 y avenida) en el periodo 2011 al 2015 ($p > 0,05$). La concentración de los metales pesados en el
118 agua superficial Cadmio, Mercurio y Zinc presentaron una mayor concentración en la zona de
119 cabecera de cuenca ($p < 0,05$), el resto de metales pesados (As, Cu, Cr y Pb) mostraron similares
120 concentraciones en ambas zonas (cabecera y receptor).

121 A nivel internacional, Vázquez (2009). En su tesis sobre “Estudio Geoquímico De Suelos



122 Y Aguas Como Base Para Evaluar La Contaminación: Relación Roca-Suelo-Agua”. De la
123 Universidad Complutense de Madrid. En su conclusión menciona que la composición de un agua
124 varía como consecuencia de una serie de reacciones que tienen lugar en el medio ambiente y, por
125 tanto, puede dar información sobre la influencia del material litológico, edáfico y actividades
126 antropogénicas con los que el agua ha estado en contacto. La composición del agua superficial
127 está determinada por su interacción con el sustrato rocoso de la cuenca.

128 VI. Planteamiento Del Problema

129 El rio Coata se forma por la intersección de los ríos Lampa y Cabanillas, en sus nacientes
130 estos ríos son contaminados por la actividad antrópica exploración y explotación de la minería
131 sea esta artesanal o mecanizado. La Unidad Minera el Cofre – CIEMSA (distrito de Paratía,
132 Provincia de Lampa, departamento de Puno) Contribuye con la contaminación con el Vertimiento
133 de aguas al río Paratía el cual desemboca al río Unocolla, y esta llega al río Santa Lucía, para
134 luego descargar al río Cabanillas, que al juntarse con el río Lampa origina el río Coata que
135 finalmente desagua en el lago Titicaca. También contribuye con la contaminación el Reservorio
136 de Mina Palca Pasivo Minero Cia (distrito de Palca, provincia de Lampa del departamento de
137 Puno). Por otro lado, el río Torococha (antes), actualmente se ha convertido en un canal de
138 desagüe de la ciudad de Juliaca, recolecta las aguas pluviales de los barrios aledaños y las
139 viviendas colindantes a este canal han encausado los desagües de sus domicilios. De esta manera
140 se pretende demostrar cuan contaminado está las aguas superficiales en la intersección de los ríos
141 Coata y Torococha. Mas aun es de conocimiento de todos que los ríos aguas abajo de esta
142 intersección son tomados como aguas de beber por las animales y poblaciones aledañas al río.
143 Existe un riesgo en la salud de la población y de los ecosistemas acuáticos en este lugar de estudio.

144 **Problema General:**

145 ¿Cuál es la geoquímica de las aguas y el nivel de contaminación de las concentraciones de los
146 metales pesados (Al, As, Cd, Cr, Fe, Mn, Hg y Zn) en la intersección de los ríos Coata y
147 Torococha de la provincia de San Román - región Puno - 2021?

148 **Problema Específico:**

149 - ¿Cuál es la geoquímica de las aguas y presencia de las concentraciones de metales pesados
150 (Al, As, Cd, Cr, Fe, Mn, Hg y Zn) en la intersección de los ríos Coata y Torococha de la
151 provincia de San Román - región Puno - 2021?



- 152 - ¿Cuál es la concentración de los parámetros fisicoquímicos en la intersección de las aguas
153 superficiales de los ríos Coata y Torococha de la provincia de San Román - región Puno?
154 - ¿Cuáles son los niveles de contaminación según las concentraciones de los metales pesados
155 en las aguas superficiales de la intersección de los ríos Coata y Torococha con los estándares
156 establecidos de calidad ambiental para agua?

157 **VII. Hipótesis del trabajo**

158 Si el nivel de contaminación de las concentraciones de los metales pesados (Al, As, Cd,
159 Cr, Fe, Mn, Hg y Zn) en la intersección de los ríos Coata y Torococha de la provincia de San
160 Román - región Puno - 2021, exceden los límites máximo permisibles (LMP) de la ECA y la
161 OMS, entonces existe un riesgo en la salud de la población y de los ecosistemas acuáticos en este
162 lugar de estudio.

163 **VIII. Objetivo general**

164 Estudiar la geoquímica de las aguas y el nivel de contaminación de las concentraciones
165 de los metales pesados (Al, As, Cd, Cr, Fe, Mn, Hg y Zn) en la intersección de los ríos Coata y
166 Torococha de la provincia de San Román - región Puno - 2021.

167 **IX. Objetivos específicos**

- 168 - Analizar la geoquímica de las aguas y las concentraciones de metales pesados como Al,
169 As, Cd, Cr, Fe, Mn, Hg y Zn.
170 - Determinar los parámetros fisicoquímicos en la intersección de las aguas superficiales de
171 los ríos Coata y Torococha de la provincia de San Román - región Puno - 2021.
172 - Evaluar los niveles de contaminación según las concentraciones de los metales pesados en
173 las aguas superficiales de la intersección de los ríos Coata y Torococha con los estándares
174 establecidos de calidad ambiental para agua.

175 **X. Metodología de investigación**

176 El presente trabajo de investigación que se utilizará será de método de investigación de
177 diseño no experimental. El tipo de investigación será de carácter descriptivo – explicativo con
178 enfoque cuantitativo por los análisis a realizar con orden numérico. se ejecutará en cuatro etapas:
179 Etapa I: Gabinete, Etapa II: Trabajos en campo, Etapa III: Trabajo en laboratorio y Etapa IV:
180 Gabinete II.



181 **ETAPA I: RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN**

182 En esta etapa consistirá la revisión bibliográfica (Tesis de diferentes universidades del
183 Perú, Artículos de investigación, informes técnicos de ANA Juliaca, así mismo, descarga de
184 imágenes satelitales del lugar de estudio (fuente SAS Planet), mapa de ubicación (usando como
185 fuente cartas nacionales y posteriormente procesadas en el programa ArcGIS 10.5), visitas
186 preliminares para identificar las estaciones de muestreo representativas.

187 **ETAPA II: TRABAJOS EN CAMPO**

188 **Muestreo de aguas**

189 En esta etapa consistirá tomar muestras para probar las metodologías, se tomarán 05
190 estaciones de muestreo el cual será referenciadas por GPS. Cada uno de los puntos de muestreo
191 tendrá la intención de saber el grado de contaminación producto de las actividades de la
192 población, mineras e industriales que realiza alrededor del de la ciudad de Juliaca a si mismo
193 también a las riberas del río Coata.

194 Para la obtención de las muestras, se realizará en época de estiaje (junio), considero que
195 es la época en el cual los ríos no presenta contaminación por aguas meteóricas. Para la recolección
196 de los datos in-situ y durante el muestre de agua se tendrá presente todos los materiales requeridos
197 para el momento del monitoreo como:

- 198 - Plano de ubicación de la zona de estudio
- 199 - Plano de ubicación de los puntos de monitoreo
- 200 - Cinta métrica de 50 m, Mapa cartográfico
- 201 - Preservante: HNO₃ y Pizeta con agua destilada
- 202 - Una jarra de 1 litro
- 203 - Un multiparámetro portátil HQ40D de Hach
- 204 - GPS Garmin modelo Etrex 10
- 205 - Guantes desechables estériles y Botas de jebe
- 206 - Cinta de embalaje
- 207 - Envases de muestreo de polietileno estéril de 1000ml
- 208 - Etiquetas de muestras y Cadena de custodia
- 209 - Tablero, Libreta de campo, Mascarillas, Papel secante y Marcador

210 **Puntos de muestreo**

211 En la recolección de muestras se contará con el apoyo del Instituto Científico Sostenible
212 Minero S.A.C. El monitoreo dará partida del punto M1 el cual estará situado en el rio Torococha,
213 aproximadamente 3 km aguas arriba de la desembocadura, pasando por M2 el cual estará ubicado



214 en el río Torococha, 200 metros aguas arriba de la desembocadura, M3 estará ubicado en el
215 Coata, 200 metros aguas abajo de la desembocadura del río Torococha, M4 estará ubicado en el
216 río Coata, 200 metros aguas arriba de la desembocadura del río Torococha y M5 se ubicara en el
217 Río Coata, 50 metros aguas arriba del puente Churi.

218 **Muestreo de agua para metales pesados**

219 Cada una de las muestras tendrá (600 ml/L) el cual se tomará en recipientes de plásticos
220 previamente esterilizadas. Las muestras se etiquetarán adecuadamente con las representaciones
221 de M1, M2, M3, M4 y M5, de tal manera que en el laboratorio se analizará con los mismos
222 códigos, estas muestras recolectadas y etiquetadas correctamente serán llevadas hacia el
223 laboratorio ALAB (Analytical Laboratory E.I.R.L.) Bellavista – Callao – Lima – Perú.
224 Acreditado por principales organizaciones nacionales e internacionales como: a) Instituto
225 Nacional de Calidad (INACAL-DA). Perú. b) International Accreditation Service (IAS). EEUU.
226 Entidad reconocida por INACAL-DA.

227 **Obtención de parámetros fisicoquímicos in-situ**

228 La metodología que se aplicará para la determinación de los parámetros fisicoquímicos
229 se realizará en in-situ, el equipo que se utilizará es un multiparámetro portátil HQ40D de Hach.
230 Previamente calibrado con estándares.

231 **Consideraciones técnicas específicas**

232 Se requiere tener todos los implementos necesarios para el proceso del muestreo de agua
233 y para la obtención de parámetros fisicoquímicos in-situ. Una vez en el punto de muestreo, el
234 operador responsable, se calza los guantes: de Nitrilo o Neopreno (nuevos), botas de jebe, lentes,
235 bata y se procede a recolectar muestra en Envases de muestreo de polietileno estéril de 1000ml
236 proporcionados por el laboratorio. todas las muestras se recolectan a contracorriente. Si fuera
237 posible a 30 cm por debajo de la superficie y a la mitad del cuerpo del agua, evitando las zonas
238 de turbulencia y evitando remover fondos de lodos o solidos de las paredes del cuerpo de agua
239 (en él río).

240 **Cadena de custodia**

241 Es el proceso de control y vigilancia del muestreo, incluyendo los métodos de toma de la
242 muestra, preservación, codificación, transporte y su correspondiente análisis. Esta es esencial
243 para asegurar la representatividad e integridad de la muestra desde su toma de las muestras hasta
244 el reporte de resultados por parte del laboratorio.



245 **Etiquetas**

246 Es la identificación de las muestras, debe pegarse a los frascos antes del muestreo y debe
247 contener la siguiente información:

248 **Código:** Número de Identificación de la muestra. **Fecha:** Fecha en la cual se realiza la toma de
249 la muestra. **Hora:** Hora de la toma de la muestra. **Lugar:** Es la ubicación general del sitio de
250 toma. (Coordenadas UTM). **Tipo de muestra:** Agua de manantial, termal, de río, de laguna, de
251 piscina, etc. **Punto de Toma:** Lugar donde se toma la muestra. **Parámetro medido In Situ:**
252 Temperatura, Conductividad, Caudal y pH. **Preservante:** preservante que se utiliza, metales
253 pesados HNO₃. **Responsable:** Nombre del recolector. **Solicitante:** Nombre de la Empresa o
254 persona que solita la toma de las muestras. **Teléfono:** Teléfono del usuario - Dirección: Dirección
255 del Usuario.

256 **ETAPA III: TRABAJOS DE LABORATORIO**

257 Para el análisis de metales pesados la metodología que será aplicada en el laboratorio
258 ALAB (Analytical Laboratory E.I.R.L.) Bellavista – Callao – Lima – Perú. Acreditado por
259 principales organizaciones nacionales e internacionales como: a) Instituto Nacional de Calidad
260 (INACAL-DA). Perú. b) International Accreditation Service (IAS). EEUU. Entidad reconocida
261 por INACAL-DA. Es espectrómetro de emisión óptica, el método EPA 200.7.

262 Determinación de metales y traza de elementos en agua y residuos por acoplamiento
263 inductivo plasma – método de espectrometría de emisión atómica. El tipo de ensayo que se
264 aplicara es metales totales ICP-OES.

265 ICP-OES para As

266 ICP-OES para Hg

267 ICP-OES para Cr, Sr, Ti, Mo, Na, Ni, P, Sb, Se, SiO₂, V, K, Li, Fe, Cu, Ca, Be, Ag, Zn, Cd, B,
268 Al, Mg, Mn, Sn, Tl, Co, Ba, Pb.

269 **ETAPA IV: TRABAJO DE GABINETE**

270 Los resultados obtenidos in-situ y los datos que se emitirá por parte del laboratorio van
271 brindar la información de la presencia de las concentraciones de los metales pesados. Estés
272 resultados emitidos por parte del laboratorio, se evaluarán los niveles de contaminación según
273 las concentraciones de los metales pesados existentes como Al, As, Cd, Cr, Fe, Mn, Hg y Zn, con
274 los estándares establecidos de calidad ambiental para agua. Al transcurso de la elaboración de
275 trabajo de investigación se contará con ayuda de software tales como: Google Eart, SAS Planet,
276 ArcGIS 10.5, Excel 2019, software geoquímico sobre calidad de aguas (Diagrames, aquachem)
277 y Microsoft Office 2019, con estos programas o software se realizarán el procesamiento y



278 automatización de la información obtenida durante periodo de campo. Para concluir, se hará la
279 redacción final del proyecto de investigación.

280 XI. Referencias

- 281 APHA, A. (1992). *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales*. Días
282 de Santos: Madrid.
- 283 ATSDR. (2011). *Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 4770 Buford Hwy. GA*
284 *30341*. Obtenido de <http://www.atsdr.cdc.gov/SPL/index.html>.
- 285 Barraza, J. (2017). *Geología Y Contaminación Por Fuentes Hidrotermales: Caso Río Ollachea*
286 *– Carabaya – Puno*. Repositorio Institucional Unap, 157 P.
- 287 Capacoila, J. (2017). *Evaluación De La Concentración De Metales Pesados En Las Aguas*
288 *Superficiales Del Rio Coata*. Repositorio Institucional Unap, 4(1), 110.
- 289 Goyenola, G. (2007). Goyenola, G. (2007). *Conductividad. Red de Monitoreo Ambiental*
290 *Participativo de Sistemas Acuáticos. Versión 1.0*. Retrieved from:
291 [http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/te](http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/Conductividad.pdf)
292 [maticas/Conductividad.pdf](http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/Conductividad.pdf).
- 293 Gutiérrez, V. (2018). *Evaluación de la calidad de agua del río Coata en la desembocadura del*
294 *río Torococha utilizando el índice de calidad de agua del consejo canadiense CCME-*
295 *WQI y el ICA-PE, Puno-2018*.
- 296 Herrera, A. (2017). *Determinación de los niveles de concentración de metales pesados en la*
297 *Cuenca Mashcón – Cajamarca en los meses de Setiembre y diciembre, 2016*. Depositario
298 de Universidad de Lambayeque, 83 p.
- 299 Humpiri, R. (2017). *Concentración De Los Metales Pesados Y Propuestas De Recuperación En*
300 *La Sub-Cuenca Del Rio Crucero*. Repositorio Institucional UNAP, p. 119.
- 301 Marin, G. (2003). *Fisicoquímica y microbiología de los medios acuáticos, tratamiento y control*
302 *de calidad de agua*. Madrid, España. Ed. Diaz de Santos S.A.
- 303 MINAM. (2017). *Ministerio del Ambiente: Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA)*
304 *para suelo. Decreto Supremo N° 004-2017 - MINAM*.
- 305 Monge, K. (2018). *Determinación De La Concentración De Los Metales Pesados En Los*
306 *Sedimentos En El Rio Chili De La Provincia De Arequipa Región Arequipa (p.104)*.
- 307 OMS (2006). *Guías para la calidad del agua potable, 3° Edición. Vol. 1*.



- 308 Peris, M. (2006). *Estudio de metales pesados en suelos bajo cultivos hortícolas de la provincia*
309 *de Castellon (España) PhD. Tesis, Ingeniería Química*. Valencia (España): Universidad
310 de Valencia, Facultad de Ingeniería.
- 311 Reyes, Y., Vergara, I., Torres, O.E., Díaz-Lagos, M., & González, E.E. (2016). *Contaminación*
312 *por metales pesados: Implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria*. *Revista*
313 *Ingeniería Investigación y Desarrollo*, 16 (2), pp. 66-77.
- 314 Solsona, F. (2002). *Guías para elaborar normas de calidad de agua de bebida en los países en*
315 *desarrollo*. CEPIS/OPS Lima. PE. 77p.
- 316 Vázquez, I. (2009). *Estudio geoquímico de suelos y aguas como base para evaluar la*
317 *Contaminación: Relación roca-suelo-agua. Tesis de la Universidad Complutense de*
318 *Madrid* .198p.

319 **XII. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto**

320 Se realizará la determinación de la concentración de los principales parámetros
321 fisicoquímicos, los cuales nos indicaran la calidad de estas aguas. Se determinará la presencia y
322 las concentraciones de metales pesados (Al, As, Cd, Cr, Fe, Mn, Hg y Zn) los cuales representan
323 riesgo a la salud, al ecosistema acuático y a los animales pecuarios. Así mismo, se evaluará los
324 niveles de contaminación según las concentraciones de los metales pesados en las aguas
325 superficiales de la intersección de los ríos Coata y Torococha con los estándares establecidos de
326 calidad ambiental para agua del ministerio del ambiente. por consiguiente, permitirá entender el
327 nivel de contaminación del rio Torococha que este desemboca en el rio Coata el cual es el
328 principal afluente del lago Titicaca.

329 Los resultados obtenidos del proyecto de investigación, permitirá disponer la información
330 adecuada para la toma de conciencia para el desecho de los residuos sólidos y realizar el
331 tratamiento de las aguas residuales antes de que estas sean vertidas directamente al rio Coata y
332 Torococha. Así mismo, los datos pueden ser utilizados como una herramienta técnica informativa
333 por las autoridades para dar a conocer la realidad actual de los recursos hídricos a la población
334 afectada. Estos datos ayudarán a implementar posteriores instrumentos, planes y programas de
335 gestión e intervención dirigidos a la protección de la salud y ecosistemas acuáticos.

336 **XIII. Impactos esperados**

337 **i. Impactos en Ciencia y Tecnología**



338 Se evidenciará la evaluación de la presencia y el nivel de contaminación de las
339 concentraciones de los parámetros fisicoquímicos y de metales pesados, el cual será útil
340 para las próximas investigaciones. Así como la utilización de tecnología moderna
341 (multiparámetros, ICP-OES) en la identificación de los parámetros fisicoquímicos y la
342 determinación de elementos traza en aguas.

343 **ii. Impactos económicos**

344 En referencia al medio económico, la evaluación de la presencia y el nivel de
345 contaminación de las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos y de metales
346 pesados (Al, As, Cd, Cr, Fe, Mn, Hg y Zn) en las aguas superficiales Coata y Torococha,
347 los datos ayudarán a las autoridades tomar decisiones adecuadas para implementar
348 posteriores instrumentos, planes y programas de gestión e intervención dirigidos a la
349 protección de la salud y ecosistemas acuáticos.

350 **iii. Impactos sociales**

351 Se puede mencionar que con los resultados de la evaluación de la calidad del agua
352 de estos ríos, se pretende hacer tomar conciencia a los ciudadanos aledaños de los ríos
353 Torococha y Coata con los desechos de los residuos sólidos y practicar la cultura ambiental.
354 Así mismo brindar la información de la calidad del agua a los pobladores que consumen
355 estas aguas.

356 **iv. Impactos ambientales**

357 En referencia al medio ambiente, la calidad del agua es lo más apreciado por el
358 hombre y los ecosistemas que contribuye a la salud de las poblaciones la información
359 brindada de los resultados, toma de conciencia e intervención de parte de las autoridades,
360 reduciendo así la contaminación de estas aguas y los problemas generados con la
361 comunidad que vive en las riberas del río Coata en la parte baja de la cuenca.

362 **XIV. Recursos necesarios**

363 Para el desarrollo del proyecto de investigación primero se determinará el valor de los
364 parámetros fisicoquímicos y el análisis del agua para la determinación de los metales pesados,
365 las cuales requirieron de una serie de equipos, materiales y reactivos:

366 **Materiales para el muestreo**

367 Libreta de campo, Cinta métrica de 50 m, Mapa cartográfico, Un recipiente de plástico,



368 Una jarra de 1 litro, Un multiparámetro portátil HQ40D de Hach, GPS Garmin modelo Etrex 10,
369 Guantes desechables estériles, Botas de jebes, Marcadores, cinta de embalaje, Etiquetas de
370 muestras, Cadena de custodia, Tablero, Mascarillas, Papel secante, Pizeta con agua destilada,
371 Envases de muestreo de polietileno estéril de 1000ml y Preservante: HNO₃,

372 **Materiales y equipos de gabinete**

373 Papel Bond 75g formato A-4, Folder manila, Lapiceros, Resaltador, USB, Impresoras
374 EPSON, Tinta para impresora, CDs y Computadora portátil (con los programas necesarios)
375 como: Software Microsoft office (Excel, Word, Power Point), Software google Earth, Software
376 SAS Planet, Software Arcgis, software geoquímico (aquachem y grammes) y otros.

377 **Servicios de terceros**

378 Servicio de ploteo, Servicio de impresión y escaneo, Servicio de fotocopias y Servicio de
379 Movilidad camioneta hilux 4x4.

380 **XV. Localización del proyecto (indicar donde se llevará a cabo el proyecto)**

381 La intersección de los ríos Coata y Torococha está ubicado cabalmente dentro del
382 departamento de Puno, se sitúa en la superficie de la provincia de San Román de la misma forma
383 ocupa la superficie de los distritos de Caracoto y Juliaca.

384 **XVI. Cronograma de actividades**

Actividades Año 2021 e inicios del 2022	Trimestres															
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	
Planteamiento del problema y objetivos de la investigación.	■	■														
Recopilación de la literatura y clasificación bibliográfica, selección y análisis de evidencia teórica relacionada con el tema de investigación.		■	■	■												
Utilización de los softwares (ArcGIS 10.5, SAS Planet, Google Earth y Software Microsoft office).			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Elaboración de plano de Ubicación e imágenes Satelitales etapa de Pre - campo.				■	■											
visita preliminar para identificar las estaciones de muestreo representativas y Planificación de trabajos a realizar en campo.					■											
Obtención de datos in-situ “parámetros fisicoquímicos” y muestreo de agua para “metales pesados”, Enviado al laboratorio ALAB. (Ejecutado en 18 /06/2021).						■										

