



---

**SOCIEDAD-MEDIO AMBIENTE**

# **El futuro fluye**

Gotas de cambio en el análisis de la  
contaminación y sostenibilidad hídrica.  
Casos de estudio

***Editor.* Oscar Tinoco Gómez**

---

Jorge Enrique Castillo Cueva  
Schelah Nadia De la Colina Rivas  
Miguel Angel Oruna Rodriguez  
Alberto Rodriguez Palacios Miñano  
Aldo Guillermo Rivadaneira Cuya  
Darwin Dean Duran Janampa  
Percy Wenceslao Lature Bustamante  
Alcides Guillermo Joo Aguayo  
Augusto Denis Madueño Macedo

Eduardo Julian Villarroel Nuñez  
Juan Enrique Sigarróstegui Gutiérrez  
Duilio Angel Aranda Ipince  
Silvia Coronado Ramirez  
Luis Adrián González Quiñónez  
Pedro Jesús De Bracamonte Morales  
Julio Douglas Vergara Trujillo  
Deina Candelaria Tinoco Orihuela  
Oscar Rafael Tinoco Gómez

# El futuro fluye

Gotas de cambio en el análisis de la  
contaminación y sostenibilidad hídrica.

Casos de estudio

***Editor. Oscar Tinoco Gómez***

# El futuro fluye

## Autores:

- |                                     |                                        |
|-------------------------------------|----------------------------------------|
| © Jorge Enrique Castillo Cueva      | © Eduardo Julian Villarroel Nuñez      |
| © Schelah Nadia De la Colina Rivas  | © Juan Enrique Sigarróstegui Gutiérrez |
| © Miguel Angel Oruna Rodriguez      | © Duilio Angel Aranda Ipince           |
| © Alberto Rodriguez Palacios Miñano | © Silvia Coronado Ramirez              |
| © Aldo Guillermo Rivadaneira Cuya   | © Luis Adrián González Quiñónez        |
| © Darwin Dean Duran Janampa         | © Pedro Jesús De Bracamonte Morales    |
| © Percy Wenceslao Lature Bustamante | © Julio Douglas Vergara Trujillo       |
| © Alcides Guillermo Joo Aguayo      | © Deina Candelaria Tinoco Orihuela     |
| © Augusto Denis Madueño Macedo      | © Oscar Rafael Tinoco Gómez            |

## Editado por :

© Oscar Rafael Tinoco Gómez  
Calle El Abutillon 3881, Urb. Las Palmeras - Los Olivos  
otinocog@unmsm.edu.pe

## Diagramación de texto, maquetación y diseño:

© Carlos Alberto Vega Vidal

Hecho el depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2025-00101

Primera edición digital, Enero 2025

ISBN: 978-612-03-0468-6

Libro electrónico disponible en: [http:// librosctscafe.ctscafe.pe/](http://librosctscafe.ctscafe.pe/)

ISBN: 978-612-03-0468-6



9 786120 304686

## Capítulo 3

---

# Contaminación del río Rímac

Darwin Dean Duran Janampa

Percy Wenceslao Lature Bustamante

Alcides Guillermo Joo Aguayo

Augusto Denis Madueño Macedo

## INTRODUCCIÓN

El río Rímac, conocido como el río hablador, es la principal fuente hídrica de Lima, Perú. Este estudio aborda la grave problemática de contaminación que ha afectado significativamente la calidad del agua del río Rímac debido a diversas fuentes de contaminación industrial, doméstica y agrícola. A lo largo del tiempo, el río ha desempeñado un papel crucial en el desarrollo de la región, proporcionando recursos hídricos indispensables para la agricultura, el consumo humano y diversas actividades económicas. Sin embargo, la expansión urbana y la industrialización han intensificado la descarga de residuos sin tratamiento, resultando en la degradación del ecosistema y planteando serios riesgos para la salud pública.

El análisis incluye la evaluación de la calidad del agua, identificando la presencia de metales pesados como plomo, mercurio y cadmio, y su impacto tanto en la biodiversidad acuática como en la salud humana. Se documentan los esfuerzos realizados para mitigar la contaminación, como la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales, la reforestación de áreas ribereñas y las campañas de sensibilización comunitaria. Los resultados muestran una mejora gradual en la calidad del agua y un aumento en la conciencia ambiental entre la población.

El estudio concluye que, a pesar de los avances, la recuperación completa del río Rímac requiere un esfuerzo continuo y coordinado entre las autoridades, las co-

munidades y las industrias. Se destaca la necesidad de fortalecer las regulaciones ambientales y de promover prácticas sostenibles para asegurar la disponibilidad de agua de calidad para las futuras generaciones

## **ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL RÍO RÍMAC**

El río Rímac, conocido también como el río hablador debido a su nombre en quechua, es la principal fuente hidrológica de la ciudad de Lima, Perú (Kaiser, 2022). A lo largo de la historia, ha sufrido una degradación significativa por la actividad antropogénica. Este ensayo se centra en la importancia del Capital Natural del río Rímac y las oportunidades para su restauración, abordando el impacto sobre el bienestar humano y su relación con las zonas ribereñas urbanas (Korea Water Resources y otros, 2015).

### **Historia del Río Rímac**

El río Rímac tiene una importancia histórica y cultural crucial para Lima, nace en los Andes centrales, a más de 5000 metros sobre el nivel del mar, y fluye hacia el oeste, atravesando fértiles valles agrícolas y zonas de actividad minera antes de llegar a Lima y desembocar en el océano Pacífico. Desde tiempos prehispánicos, el río ha sido vital para las culturas locales, que desarrollaron avanzados sistemas de manejo del agua para maximizar el uso de los recursos hídricos en un entorno árido (Kaiser, 2022). Durante la era prehispánica, las culturas que habitaron la costa peruana, como los incas, valoraban y gestionaban el agua de manera sostenible. Este manejo territorial basado en el equilibrio entre el medio ambiente y sus posibilidades de explotación permitió la maximización del suelo productivo, haciendo del río Rímac un recurso esencial no solo para la agricultura sino también para la supervivencia y el desarrollo cultural.

Una antigua crónica cuenta que los incas llamaron rimaq o rimak (hablador) al río que atraviesa Lima debido al fuerte ruido de las piedras arrastradas por sus aguas. Este río es esencial para casi 15 millones de habitantes; históricamente, sus riberas fueron cruzadas por puentes colgantes de cuerdas y madera, posteriormente por puentes de piedra como el puente Trujillo inaugurado en 1610, su cuenca abarca aproximadamente 3,500 km<sup>2</sup> y su longitud es de alrededor de 134 km. Hacia 1684 el Virrey Melchor de Navarra y Rocafull dispone la construcción de una muralla que circunde la ciudad, teniendo como vecino inmediato al río Rímac. Terminada la obra en 1687, la pared colindante con la ribera del río era una

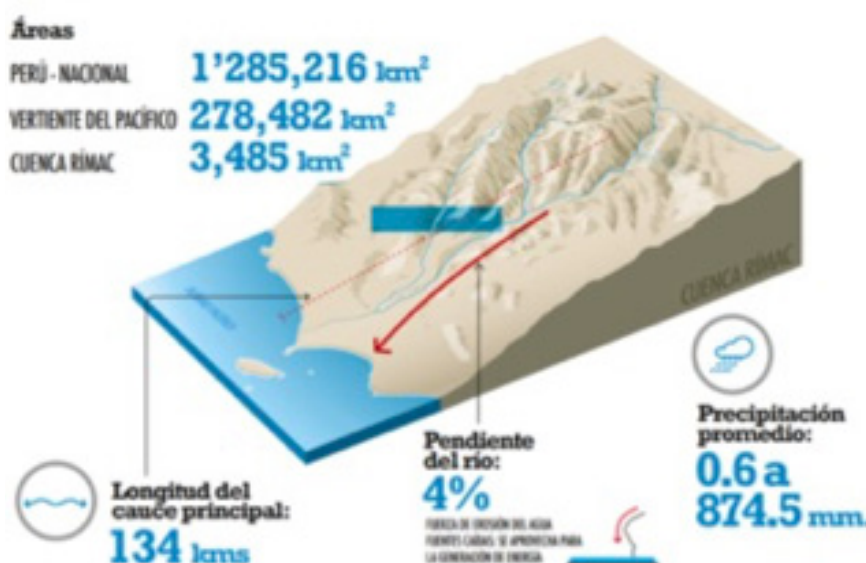
verdadera muralla adosada y no un simple tajamar, la misma protegía la ciudad de las avenidas estacionales del río producto de las fuertes lluvias en la sierra. Su caudal era tan fuerte que el cronista Pedro León Portocarrero, hacía 1620, decía de él ser un poderoso río. Este río ha sido un pilar fundamental para el desarrollo y sustento de las civilizaciones que han habitado la región a lo largo de la historia.

En tiempos precolombinos, las culturas Lima e Inca dependían en gran medida del Rímac para la irrigación de sus tierras agrícolas, así como para el consumo humano. La importancia del río se mantuvo durante la colonización española y en los siglos posteriores, consolidándose como una fuente vital de agua para la creciente población de Lima, pero la ciudad no ha correspondido con el mismo cuidado, llevando al río a un estado crítico en el que casi toda su flora y fauna han desaparecido debido a la contaminación. La Autoridad Nacional del Agua (ANA) del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), siguiendo una política ambientalmente amigable y de gestión integrada de los recursos hídricos, ha decidido, como nadie antes, implementar el Plan Maestro de Recuperación del río Rímac (Korea Water Resources y otros, 2015).

### **Efluentes que Forman el Río Rímac**

El río Rímac se forma principalmente a partir de diversos afluentes que recogen agua de las precipitaciones y los deshielos de los Andes. Estos afluentes incluyen ríos y quebradas que confluyen para formar el caudal principal del Rímac, llevando consigo no solo agua, sino también sedimentos y nutrientes esenciales para los ecosistemas a lo largo de su recorrido (ver Figura 01). Sin embargo, también recogen contaminantes de diversas fuentes, como desechos mineros y agrícolas, que afectan la calidad del agua a medida que avanza hacia Lima (Korea Water Resources y otros, 2015).

**Figura N°1: Geografía del Río Rímac**



Fuente: Autoridad nacional del agua, (2014).

## **Impacto de la Contaminación en la Historia y desarrollo de la Región**

El río Rímac, vital para la existencia de Lima, ha sufrido una drástica transformación debido a la contaminación a lo largo del tiempo, esto comenzó a ser notable a mediados del siglo XX, coincidiendo con el auge industrial y el crecimiento urbano de Lima. La descarga de residuos industriales, domésticos y agrícolas sin tratamiento adecuado ha llevado a la degradación del agua del río, afectando tanto el ecosistema acuático como la salud humana.

### **Efectos en la Salud Pública**

Estudios recientes han documentado la presencia de metales pesados, como plomo y mercurio, en las aguas del Rímac, lo que representa un riesgo significativo para la población que depende de este recurso. La exposición a estos contaminantes puede causar una serie de problemas de salud, incluidos trastornos neurológicos y enfermedades renales. Investigaciones como las de Espinoza et. al. (2020) han subrayado la correlación entre la calidad del agua del río y la incidencia de enfermedades gastrointestinales en las comunidades adyacentes.

### **Efectos en el Ecosistema**

El impacto ambiental de la contaminación también es severo, como se muestra en la figura N° 2. La biodiversidad del río ha disminuido drásticamente, con muchas especies de peces y flora acuática desapareciendo o reduciendo sus poblaciones.

Según el estudio de Gómez y Rivera (2018), la contaminación ha alterado la composición química del agua, afectando los niveles de oxígeno y otros nutrientes esenciales para la vida acuática.

**Figura N°2:** Época prehispánica hasta la era republicana, sitio de pesca y recolección.



**Fuente:** Angulo J. (2024)

### **Efluentes que Forman el Río Rímac**

El río Rímac recibe una variedad de efluentes a lo largo de su curso, provenientes de diferentes fuentes. Estos efluentes pueden clasificarse en tres categorías principales: industriales, domésticos y agrícolas.

#### **Efluentes Industriales**

Las industrias ubicadas en la cuenca del Rímac, especialmente las mineras y manufactureras, son grandes contribuyentes a la contaminación del río. Estas industrias a menudo descargan residuos tóxicos, incluyendo metales pesados y sustancias químicas peligrosas, directamente en el río sin el tratamiento adecuado. Un estudio realizado por Paredes et. al. (2019) identificó niveles alarmantes de cadmio y arsénico en varios puntos del río, asociados principalmente con la actividad minera.

#### **Efluentes Domésticos**

El rápido crecimiento poblacional de Lima ha resultado en un aumento significativo de los desechos domésticos. Muchos de estos desechos se vierten en el río sin tratamiento previo, lo que incluye aguas residuales y basura. La falta de infraestructura adecuada para el tratamiento de aguas residuales en muchas áreas urbanas ha exacerbado este problema, como lo destacó la investigación de Hernández

y Cruz (2021), que mostró un aumento en los niveles de coliformes fecales en el agua del río.

Ercillo et. al. (2005) emplean el término aguas servidas para describir las aguas residuales, las cuales pueden clasificarse también como aguas cloacales, negras, desagües o líquidos cloacales, dependiendo de su origen. Definen las aguas servidas como aquellos efluentes generados en hogares, comercios o industrias, que contienen una mezcla de carga orgánica e inorgánica, restos de organismos vivos, productos químicos, medicinales y tóxicos, entre otros contaminantes, haciéndolas inapropiadas para su reutilización sin un tratamiento previo. Además, mencionan que un efluente es el líquido que se obtiene al finalizar un proceso de tratamiento de aguas y, en ausencia de especificaciones adicionales, se asume que se trata de efluentes de aguas residuales.

Efluentes Agrícolas

La agricultura en la cuenca del Rímac también contribuye a la contaminación del río. Los pesticidas y fertilizantes utilizados en las prácticas agrícolas a menudo terminan en el río a través del escurrimiento superficial. Estos químicos pueden causar eutrofización, un proceso que disminuye el oxígeno disponible en el agua y afecta negativamente la vida acuática. López y Salazar (2020) encontraron que los niveles de nitratos y fosfatos en el río han aumentado considerablemente debido a la actividad agrícola intensiva, ver cuadro 1.

Cuadro N°1: Comportamiento del Caudal del Río Rímac Registros de Aforos Medidos en las estaciones hidrométricas Sheque y Tamboraque 2018-2022 (m3 /s)

| Río Rímac |        |          |        |
|-----------|--------|----------|--------|
| Año       | Máximo | Promedio | Mínimo |
| 2018      | 37.97  | 28.22    | 22.63  |
| 2019      | 38.55  | 29.22    | 23.32  |
| 2020      | 37.25  | 28.67    | 22.94  |
| 2021      | 40.2   | 31.62    | 24.6   |
| 2022      | 35.39  | 27.93    | 23.2   |

Fuente: Gerencia de Producción y Distribución Primaria, Equipo Gestión Integral de Plantas. Anuario estadístico SEDAPAL (2022).

La contaminación del río Rímac es un problema complejo y multifacético que tiene raíces históricas profundas y consecuencias contemporáneas severas. La interacción de factores industriales, domésticos y agrícolas ha degradado significati-

vamente la calidad del agua, afectando tanto a las comunidades humanas como al ecosistema. Abordar esta problemática requiere un enfoque integral que combine regulación gubernamental, innovación tecnológica y concienciación pública.

## **EVOLUCIÓN URBANA DE LIMA Y LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO RÍMAC**

### **Estado del río Rímac Antes del Crecimiento de la Población de Lima**

Antes del crecimiento exponencial de la población de Lima, el río Rímac era un curso de agua relativamente limpio y próspero. Los informes históricos y estudios sugieren que el río albergaba una abundante vida acuática, incluidos camarones y otras especies, que ahora son extremadamente raros debido a la contaminación y la alteración de su hábitat natural. Este río proporcionaba agua potable a las primeras comunidades y era utilizado para la agricultura y otras actividades esenciales para la vida cotidiana (ANA, 2020).

### **Impacto del Crecimiento Urbano**

#### **Fase Inicial de Urbanización**

La fundación de Lima por Francisco Pizarro en 1535 marcó el comienzo de la transformación urbana del valle del Rímac. Inicialmente, la ciudad se desarrolló lentamente, y el impacto sobre el río fue relativamente bajo. Las prácticas de manejo de residuos eran rudimentarias, y la contaminación industrial aún no era un problema significativo. Durante este periodo, el río Rímac continuaba siendo una fuente vital de agua limpia para los habitantes de Lima.

#### **Crecimiento Demográfico y Expansión**

Con el tiempo, Lima experimentó un crecimiento demográfico significativo. A mediados del siglo XIX, la Revolución Industrial trajo consigo una rápida expansión urbana y un aumento en las actividades industriales. La población de Lima creció exponencialmente, pasando de ser una ciudad de menos de 100,000 habitantes a principios del siglo XX a más de 10.2 millones en la actualidad. Este crecimiento demográfico ejerció una presión sin precedentes sobre los recursos naturales de la región, incluido el río Rímac (ANA, 2024)

## **Desarrollo de Infraestructuras y Cambios en el Uso del Suelo**

El desarrollo de infraestructuras como la construcción de la Vía de Evitamiento en la década de 1970 y otros proyectos de urbanización tuvieron un impacto significativo en el río Rímac. La urbanización descontrolada llevó a la invasión de áreas ribereñas, la construcción de viviendas informales y la expansión industrial cerca del río. Estas actividades resultaron en la deforestación y la pérdida de vegetación natural, que anteriormente ayudaba a filtrar y purificar el agua del río (Kaiser, 2022)

## **Contaminación por Residuos Sólidos y Aguas Residuales**

La falta de infraestructura adecuada para el manejo de residuos sólidos y aguas residuales exacerbó la contaminación del río Rímac. Con el incremento de la población, aumentaron también los volúmenes de residuos domésticos e industriales. Muchas industrias ubicadas a lo largo del río comenzaron a verter sus desechos directamente en el agua sin tratamiento previo. Los sistemas de alcantarillado, insuficientes para manejar la carga creciente, resultaron en descargas frecuentes de aguas residuales sin tratar en el río.

## **Impacto en la Biodiversidad**

El deterioro de la calidad del agua tuvo un impacto devastador en la biodiversidad del río Rímac. Especies como los camarones, que eran comunes en el río, comenzaron a desaparecer debido a los altos niveles de contaminación. Los metales pesados y otros contaminantes tóxicos afectaron la vida acuática, reduciendo la diversidad biológica y alterando los ecosistemas fluviales. La pérdida de biodiversidad no solo afectó a las especies acuáticas, sino también a las comunidades humanas que dependían del río para su subsistencia (ANA, 2020).

## **Investigaciones y Estudio de la Contaminación**

A lo largo de los años, diversas instituciones han realizado estudios para evaluar la magnitud de la contaminación del río Rímac. Investigaciones llevadas a cabo por organismos como DIGESA, IMARPE y SEDAPAL han documentado los niveles alarmantes de metales pesados y otros contaminantes en el agua. Estos estudios han sido fundamentales para comprender las fuentes de contaminación y los impactos ambientales y de salud pública asociados (MINSA, 2021).

## **Casos de Estudio y Ejemplos Específicos**

### **Caso de los Asentamientos Informales**

Los asentamientos informales a lo largo del río Rímac han contribuido significativamente a su contaminación. Estos asentamientos, muchas veces carentes de servicios básicos como alcantarillado, dependen del río para deshacerse de sus aguas residuales y basura. Esta práctica ha incrementado la carga de contaminantes orgánicos y químicos en el río, agravando su estado ecológico.

### **Industrias en la Cuenca del Rímac**

Las industrias ubicadas en la cuenca alta y media del río Rímac han sido responsables de verter grandes cantidades de desechos tóxicos en el agua. La minería, en particular, ha sido una fuente significativa de contaminación con metales pesados como plomo, cadmio y zinc. Estos contaminantes no solo afectan la calidad del agua, sino que también se bioacumulan en la cadena alimentaria, presentando riesgos graves para la salud humana y la vida silvestre.

### **Impactos Sociales y Económicos**

La contaminación del río Rímac no solo tiene repercusiones ambientales, sino también sociales y económicas. Las comunidades ribereñas, que históricamente han dependido del río para su subsistencia, han visto disminuir sus medios de vida debido a la disminución de la calidad del agua y la pérdida de biodiversidad. Además, los costos asociados con el tratamiento del agua para hacerla potable han aumentado, ejerciendo presión sobre los recursos financieros de la ciudad.

### **Iniciativas y Proyectos de Remediación**

En respuesta a la creciente contaminación, se han implementado diversas iniciativas y proyectos de remediación. Estos incluyen la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales, programas de reforestación de áreas ribereñas y la promoción de prácticas agrícolas y mineras más sostenibles. Aunque estas iniciativas han logrado algunos éxitos, la recuperación total del río Rímac requiere un esfuerzo continuo y coordinado entre múltiples actores. La evolución urbana de Lima ha tenido un impacto profundo y duradero en el río Rímac. La urbanización descontrolada, junto con la falta de infraestructura adecuada para el manejo de residuos, ha llevado a una severa contaminación del río. Sin embargo, con una planificación cuidadosa, una mejor regulación y la cooperación entre el gobierno, las industrias y la sociedad civil, es posible revertir parte del daño y restaurar el río Rímac a un estado más saludable y sostenible (Kaiser, 2022) (ANA, 2024).

## **EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO RÍMAC**

El río Rímac, es una de las principales fuentes de agua de la ciudad de Lima, ha sufrido una significativa degradación a lo largo de los años debido a diversos factores antropogénicos. Desde la era precolombina, nuestro río ha sido vital para el desarrollo de la región, proveyendo agua para la agricultura, el consumo humano y otras actividades económicas. Sin embargo, con la llegada de la urbanización descontrolada, debido a la inmigración, y la industrialización, especialmente a partir del siglo XX, el río Rímac ha sido sometido a una intensa presión ambiental. La descarga de residuos industriales y domésticos sin tratamiento adecuado ha transformado su cauce en un vertedero, impactando negativamente en la calidad del agua y en los ecosistemas ribereños.

Además, la actividad minera en la sierra central peruana ha contribuido significativamente a la contaminación del río. Asentamientos mineros como La Oroya, Morococha y Casapalca, ubicados en afluentes del Rímac, han liberado metales pesados y otros contaminantes, exacerbando la degradación biológica del río. Este deterioro no solo afecta al medio ambiente, sino que también pone en riesgo la salud de millones de limeños que dependen del río para su suministro de agua potable.

En este contexto, es crucial reflexionar sobre las oportunidades para restaurar el capital natural del río Rímac, adoptando enfoques de gestión integrados que consideren tanto los aspectos históricos como las necesidades actuales de la población. Solo a través de una acción concertada y sostenible se podrá revertir el daño y garantizar la disponibilidad de recursos hídricos para las futuras generaciones.

### **Fuentes de contaminación**

Las principales fuentes de la contaminación del río Rímac, son:

- Vertimientos de aguas residuales: Domésticas, industriales, mineras y de riego.
- Pasivos ambientales: Botaderos de residuos sólidos.
- Asentamientos humanos: En las riberas del río.

Aunque el río Rímac trae una importante carga biológica, producto de las descargas de desagües crudos, se ha identificado que los principales causantes de la

contaminación de la carga de metales pesados en el río Rímac son:

- a) Las Actividades mineras y de procesamiento de minerales. Según un estudio de la Universidad Nacional Agraria La Molina, las actividades mineras y de fundición en la cuenca del río Rímac liberan cantidades significativas de metales pesados, como plomo, cadmio, mercurio y arsénico, que se filtran y escurren hacia el río (UNALM, 2019). - Un informe de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) indica que las descargas de efluentes mineros sin tratamiento adecuado son una de las principales causas de la contaminación por metales pesados en el río Rímac (ANA, 2021).
- b) Aguas residuales industriales y domésticas. Según un estudio del Ministerio del Ambiente (MINAM), la liberación de aguas residuales industriales sin tratar, que contienen metales pesados, representa una significativa fuente de contaminación para el río Rímac (MINAM, 2018). Un informe de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) menciona que las aguas residuales domésticas también aportan metales pesados provenientes de productos de uso cotidiano (SUNASS, 2020).
- c) Actividades agrícolas y uso de fertilizantes/pesticidas. Según un estudio de la Autoridad Administrativa del Agua Chillón, Rímac y Lurín, el excesivo uso de fertilizantes y pesticidas en la agricultura puede liberar metales pesados que se acumulan en el suelo y luego son arrastrados hacia el río Rímac (Chillón, Rímac y Lurín, 2017).
- d) Disposición inadecuada de residuos sólidos. Según informe de la Municipalidad Metropolitana de Lima la disposición inadecuada de residuos sólidos, como baterías, pinturas, electrónicos, entre otros, que contienen metales pesados, permite que estos contaminen el río Rímac (MML, 2020).

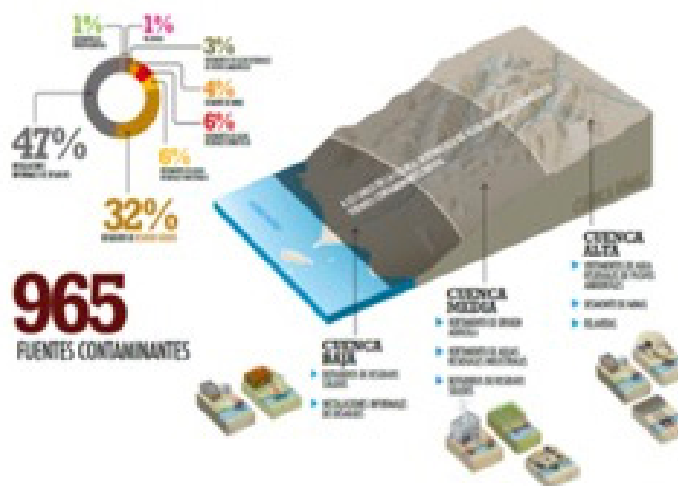
## **Monitoreo**

Según la Autoridad Nacional del Agua (ANA), existen 965 fuentes contaminantes a lo largo de la cuenca del río Rímac, siendo las de mayor impacto: las instalaciones informales de desagües (47%), seguido por los botaderos de residuos sólidos (32%).

Las entidades responsables del monitoreo de la calidad del agua en el río Rímac son:

- **Autoridad Nacional del Agua (ANA):** Entidad adscrita al Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) encargada de la gestión de los recursos hídricos en el Perú; realiza el monitoreo de la calidad del agua en el río Rímac a través de sus Autoridades Administrativas del Agua (AAA).

**Figura N°3:** Fuentes contaminantes de la cuenca del rio Rímac



**Fuente:** Autoridad Nacional del Agua (2024)

- **Ministerio del Ambiente (MINAM):** Ente rector del Sistema Nacional de Gestión Ambiental en el Perú, a través de su Dirección General de Calidad Ambiental, supervisa y monitorea la calidad del agua de los cuerpos hídricos, incluido el río Rímac.
- **Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS):** Organismo regulador de los servicios de saneamiento en el país; realiza el monitoreo de la calidad del agua en el río Rímac, especialmente en las zonas de captación para el abastecimiento de agua potable.
- **Municipalidad Metropolitana de Lima (MML):** En su calidad de Gobierno Local, tiene competencias en la gestión y conservación de los recursos hídricos en su jurisdicción, incluyendo el río Rímac; participando también, a través de sus unidades ambientales, en el monitoreo de la calidad del agua del río Rímac.

Estas cuatro entidades, trabajan de manera coordinada para realizar el seguimiento y evaluación de la calidad del agua del río Rímac, con el objetivo de identificar y mitigar los problemas de contaminación, como el aumento de metales pesados, en esta importante fuente hídrica.

Seguidamente en el cuadro 2, se muestra los parámetros que son evaluados, así como su frecuencia y la entidad que las desarrolla:

**Cuadro N°2:** Parámetros de evaluación del agua

| Parámetros |                                                                         | Entidad y Frecuencia de monitoreo                                            |
|------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Físicos    | Temperatura                                                             | ANA (Trimestral)<br>MINAM (Semestral)<br>SUNASS (Mensual)<br>MML (Semestral) |
|            | pH                                                                      |                                                                              |
|            | Conductividad eléctrica                                                 |                                                                              |
|            | Sólidos totales disueltos                                               |                                                                              |
|            | Turbiedad                                                               |                                                                              |
| Químicos   | Oxígeno disuelto                                                        |                                                                              |
|            | Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)                                     |                                                                              |
|            | Demanda química de oxígeno (DQO)                                        |                                                                              |
|            | Nutrientes (nitrógeno, fósforo)                                         |                                                                              |
|            | Metales pesados (plomo, cadmio, mercurio, arsénico, cromo, entre otros) |                                                                              |
|            | Pesticidas y otros contaminantes orgánicos                              |                                                                              |
| Biológicos | Coliformes totales y fecales                                            |                                                                              |
|            | Presencia de macroinvertebrados bentónicos                              |                                                                              |
|            | Índices de diversidad y calidad biológica                               |                                                                              |

Fuente: Elaboración propia.

### Nivel de contaminación

El innegable hecho que retrata al río Rímac como fuente vital para la subsistencia de la comunidad y el correcto desarrollo de muchas actividades económicas, no lo hace ajeno a ser víctima de la contaminación que hoy en día azota al mundo entero. Se sabe que Lima es una ciudad donde se han ubicado diversas zonas industriales y que desde hace mucho tiempo se mantiene creciendo demográficamente debido a las migraciones, situación que la hace destacar entre las demás regiones del país, pero a la vez la hace más propensa a deteriorar sus recursos biológicos.

El problema con la presencia de metales en la cuenca del Rímac ha persistido a través de los años y ha generado controversia lo nocivos que estos pueden llegar a ser. Dentro de los metales que más llaman la atención de las autoridades sanitarias y la comunidad en general, se encuentran el hierro (Fe), plomo (Pb), Cadmio (Cd) y aluminio (Al). Mensualmente, no solo se realizan informes que detallan

las concentraciones de dichos metales en las aguas del Rímac, sino que también se relacionan los valores con los de informes anteriores para determinar si hubo mejoras o retrocesos en la calidad ambiental.

Según información del Ministerio del Ambiente (MINAM) y la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y de acuerdo al cuadro 3, las principales estaciones de monitoreo se ubican en:

**Cuadro N°3:** Principales estaciones de monitoreo

| Estación      | Ubicación                                                    |
|---------------|--------------------------------------------------------------|
| Chosica       | Distrito de Chosica (parte alta de la cuenca del río Rímac). |
| Huachipa      | Distrito de Lurigancho-Chosica (parte media de la cuenca).   |
| Puente Piedra | Distrito: Puente Piedra (parte baja de la cuenca)            |
| Surco         | Distrito de Surco (cerca de la desembocadura del río Rímac)  |

Fuente: Elaboración propia

Según datos del INEI (2024), en el mes de diciembre de 2023, la concentración máxima de hierro en el río Rímac fue de 98,10 mg/l lo que representó un aumento de 4639,1% respecto a diciembre 2022 (2,07 mg/l) e igualmente un aumento de 681,7% respecto a noviembre 2023 (12,55 mg/l). En cuanto la concentración promedio fue de 20,31 mg/l el cual aumentó en 3661,1% respecto al mismo mes del año anterior (0,54 mg/l) e igualmente aumentó en 478,6% respecto a noviembre 2023 (3,51 mg/l).

Respecto a la presencia de plomo, el INEI (2024), reporta que, para el mes de diciembre de 2023, que la concentración promedio y máximo de plomo en el río Rímac fue de 0,0216 mg/l y 1,038 mg/l respectivamente. Para su valor promedio se registró un aumento de 644,8% en comparación con el mes de noviembre 2023 (0,029 mg/l) e igualmente un incremento de 1561,5% en comparación con diciembre 2022 (0,013 mg/l). Para su valor máximo se registró un aumento de 779,7% en comparación con el mes de noviembre 2023 (0,118 mg/l) e igualmente un incremento de 1630,0% en comparación con diciembre 2022 (0,060 mg/l).

Por otro lado, según esta misma institución, la concentración de Cadmio en el río Rímac para el mes de diciembre de 2023 fue de 0,015 mg/l para su valor máximo y 0,005 mg/l para su valor promedio. En el valor máximo se registró un aumento de 650,0% respecto al mismo mes del año anterior (0,002 mg/l) y un aumento del 87,5% respecto a noviembre 2023 (0,008 mg/l). En el valor promedio se registró un aumento de 400,0% respecto a noviembre 2023 (0,001mg/l) e igualmen-

te se registró un incremento de 400,0% respecto al mismo mes del año anterior (0,001mg/l).

Así también, la concentración de aluminio en el río Rímac para el mes de diciembre de 2023 fue de 123,81 mg/l para su valor máximo y 18,57 mg/l para su valor promedio, según información proporcionada por SEDAPAL. Analizando su valor máximo se observó un aumento de 1238,5% respecto a noviembre 2023 (9,25 mg/l) e igualmente un aumento de 7786,0% respecto a diciembre 2022 (1,57 mg/l); asimismo, para su valor promedio se registró un aumento de 4786,8% respecto a similar mes del año anterior (0,38 mg/l) e igualmente un aumento de 536,0% respecto a noviembre 2023 (2,92 mg/l).

Respecto a los datos proporcionados, se precisa que, los correspondientes a diciembre 2022 están referidos al final de la pandemia; mientras que, los datos de diciembre 2023 son post pandemia, es decir, cuando la actividad industrial ya estaba restituida al 100%.

No se puede soslayar el riesgo que representa el incremento de las concentraciones de dichos metales en el río Rímac, situación que refleja un posible futuro en el que la **contaminación** del Rímac llega a ser incontrolable, incluso para la potabilización de sus aguas.

### Consecuencias de la contaminación

Los impactos que pueden causar esas fuentes contaminantes al medio ambiente son:

- Metales pesados: Pueden acumularse en los sedimentos y la biota, afectando la salud de los organismos y la cadena alimentaria.
- Nutrientes: Un exceso puede causar eutrofización, con el crecimiento excesivo de algas y la disminución del oxígeno disuelto.
- Contaminantes orgánicos: Pueden tener efectos tóxicos y alterar el equilibrio ecológico del río.
- Parámetros microbiológicos: Indican la presencia de contaminación fecal, lo que representa un riesgo para la salud pública.
- Parámetros físicos: Reflejan las condiciones generales del agua y pueden afectar la vida acuática.

## **Impacto de la Contaminación del Río Rímac en la Salud Humana**

La contaminación del Río Rímac, lamentablemente, afecta de manera significativa la salud de las poblaciones que dependen de él, tanto directa como indirectamente.

Dentro de los principales impactos directos se tiene a la exposición a aguas contaminadas, aguas residuales, desechos industriales y agrícolas que puede provocar enfermedades gastrointestinales, dermatológicas y respiratorias OMS (2019).

Entre ellas se pueden citar:

- Gastrointestinales: Diarrea, cólera, disentería, hepatitis A.
- Respiratorias: Neumonía, bronquitis, asma.
- Dermatológicas: Irritación de la piel, eccemas, infecciones cutáneas.
- Otras: Enfermedades del oído, medio ambiente, cáncer.

Los sistemas de producción industrial actuales usan metales pesados para la extracción de un material o como elemento en la refinación de un producto en particular lo que en principio resulta en la obtención del producto deseado con relativos bajos costos de producción. Sin embargo, usar estos metales presenta un grave problema a nivel ambiental debido a sus altos niveles de toxicidad para los organismos con los que interactúen una vez son descargados. La presencia de metales pesados y otros contaminantes tóxicos en el agua puede provocar envenenamiento, especialmente en niños pequeños que juegan en las riberas o ingieren agua contaminada Pabón et al. (2020).

Las principales vías de exposición al trihalometano durante el embarazo son la absorción dérmica y la inhalación. La ingestión es una ruta de exposición menor por lo que las sustancias químicas presentes en el agua contaminada pueden afectar la fertilidad, el desarrollo fetal y el parto, aumentando el riesgo de abortos, nacimientos prematuros y malformaciones congénitas Villanueva et al. (2006).

Dentro de lo que se identifica como impactos indirectos se debe señalar a la falta de acceso a agua potable, con lo que la contaminación del río limita la disponibilidad de agua potable segura, obligando a las personas a consumir agua contaminada o a comprar agua embotellada, lo que genera un impacto económico y social considerable ANA (2024).

También es de resaltar en lo que concierne al deterioro de la calidad de vida pues la contaminación del río afecta la calidad de vida de las poblaciones ribereñas,

limitando su acceso a actividades recreativas, pesca y turismo, y generando un ambiente desagradable y poco saludable ANA (2024).

Dentro de lo que constituye un impacto en la economía, la contaminación del río afecta negativamente las actividades económicas que dependen del agua, como la agricultura, la pesca y el turismo, generando pérdidas económicas significativas UNI (2024).

Los daños ecológicos ocasionados por la contaminación del río afectan la biodiversidad acuática y terrestre, poniendo en riesgo la supervivencia de diversas especies de plantas y animales, lo que genera un desequilibrio ecológico y limita los recursos naturales disponibles para la población OMS (2024).

Tal como se viene exponiendo las enfermedades transmitidas por el agua a causa de la contaminación de los recursos hídricos, la del río Rímac que es una fuente importante de agua para el consumo humano en Lima y Callao con su presencia de metales pesados y contaminantes industriales compromete la calidad del agua potable provocando consecuencias negativas al consumir agua contaminada lo cual puede llevar a enfermedades crónicas y agudas MINSA (2021).

El impacto que produce en la agricultura y la alimentación está dada por el uso de agua contaminada para el riego que afecta la seguridad alimentaria, ya que los cultivos pueden absorber contaminantes provocando como consecuencia el consumo de alimentos contaminados que pueden causar problemas de salud a largo plazo INIA (2020).

Dentro de lo que son los efectos psicológicos y sociales, la contaminación del río afecta el bienestar psicológico de los pobladores debido a la preocupación constante por la salud y la calidad del entorno lo cual les provoca estrés, ansiedad y disminución de la calidad de vida UPCH (2019).

La degradación del entorno urbano provocada por la contaminación del río contribuye a la degradación ambiental y la pérdida de espacios recreativos, afectando negativamente la vida urbana lo que trae como consecuencia la reducción de áreas de esparcimiento y deterioro de la calidad de vida urbana RPDA (2024).

La evaluación de la contaminación del río Rímac es un proceso complejo que involucra la identificación de fuentes de contaminación, la medición de los niveles de contaminantes, y la comprensión de los impactos en los ecosistemas y la salud humana. A continuación, se presenta un análisis detallado de estas áreas, respaldado por estudios científicos y datos históricos.

## **Medidas de Mitigación y Remediación**

### **1. Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales**

Una de las medidas más efectivas para reducir la contaminación del río Rímac ha sido la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales. Estas plantas ayudan a eliminar los contaminantes orgánicos y químicos de las aguas residuales antes de que sean descargadas en el río, mejorando significativamente la calidad del agua.

### **2. Regulación y Control**

El fortalecimiento de las regulaciones ambientales y el control de las actividades industriales y mineras son esenciales para prevenir la contaminación del río. Las autoridades deben asegurar que las industrias cumplan con los estándares ambientales y que las actividades mineras se realicen de manera sostenible y responsable. La implementación de políticas más estrictas y la vigilancia constante han mostrado resultados positivos en la reducción de vertimientos ilegales en el río (Kaiser, 2022).

### **3. Educación y Sensibilización**

La educación y sensibilización de la población sobre la importancia de proteger el río Rímac es fundamental. Campañas de sensibilización pueden ayudar a reducir las prácticas contaminantes y fomentar una mayor participación de la comunidad en la conservación del río. En 2017, una campaña lanzada por el Ministerio del Ambiente logró reducir la disposición inadecuada de residuos sólidos en las riberas del río en un 15% en solo un año (ANA, 2024)

### **4. Reforestación y Restauración de Ecosistemas**

La reforestación de áreas ribereñas y la restauración de ecosistemas naturales son estrategias clave para mejorar la calidad del agua y la biodiversidad del río. Estos esfuerzos ayudan a estabilizar las riberas del río, reducir la erosión y mejorar la capacidad del ecosistema para filtrar y purificar el agua. En los últimos años, programas de reforestación han plantado miles de árboles nativos a lo largo de las riberas del río, contribuyendo a la recuperación del ecosistema ribereño (ANA, 2024).

La evaluación de la contaminación del río Rímac revela un panorama complejo y desafiante. Las múltiples fuentes de contaminación, combinadas con los efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente, subrayan la necesidad de

acciones coordinadas y sostenibles. La implementación efectiva de medidas de mitigación y remediación, junto con un enfoque integral que incluya la educación y la concienciación, es crucial para restaurar la salud del río Rímac y asegurar su sostenibilidad a largo plazo (Kaiser, 2022).

## **ACCIONES DESARROLLADAS A NIVEL INSTITUCIONAL PARA RECUPERAR EL RIO RÍMAC**

El Río Rímac es un recurso vital para Lima y Callao, su recuperación es fundamental para garantizar el bienestar de las comunidades y el futuro sostenible de la región. El río que es considerado el principal recurso hídrico vital de agua potable para la ciudad de Lima y Callao ha sufrido un grave deterioro ambiental debido a factores como la contaminación urbana, industrial y agrícola, la deforestación, la extracción de arena y la presencia de invasiones en sus riberas son algunas muestras de ello.

Ante esta situación, diversas instituciones han emprendido acciones para recuperar el río y revertir ese estado, bajo el entendido que la recuperación es posible, pero requiere un esfuerzo continuo, colaboración multisectorial y mayor inversión. En ese marco, diversas entidades gubernamentales, no gubernamentales y organismos internacionales trabajan en conjunto para recuperar el Río Rímac. Entre las principales iniciativas se encuentran:

- a) Plan Maestro para la Restauración del Río Rímac: Elaborado en 2015 por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) en colaboración con el Ministerio de Tierra, Infraestructura y Transporte de Corea y el Ministerio del Ambiente (MINAM), este plan establece una estrategia integral para la restauración del río, abarcando aspectos como la gestión del agua, la infraestructura natural, la recuperación de la biodiversidad y la participación social y también contempla el desarrollo de planes de manejo integral de la cuenca del Río Rímac en la que se consideran los aspectos económicos, ecológicos y socioculturales con el fin de adoptar una visión sistémica y holística para la gestión sostenible del río. En este marco se han realizado acciones tendientes a la construcción y operación de plantas de tratamiento para reducir la carga contaminante que ingresa al río cuyo objetivo es el de mejorar la calidad del agua eliminando contaminantes industriales y domésticos y se han implementado sistemas de monitoreo continuo de la calidad del agua y la aplicación de regulaciones más

- estrictas para las industrias locales con el objetivo de asegurar el cumplimiento de las normas ambientales y detectar rápidamente eventos de contaminación (ANA, 2020).
- b) Comisión Multisectorial para la Recuperación de la Calidad de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Río Rímac: Creada en 2012, esta comisión reúne a representantes de diversas entidades públicas y privadas con el objetivo de coordinar acciones y promover la recuperación del río (MML, 2024).
  - c) Proyectos de tratamiento de aguas residuales: Se han implementado y se encuentran en proceso de construcción diversas plantas de tratamiento de aguas residuales en la cuenca del Rímac, con el fin de reducir la descarga de aguas contaminadas al río (MINAM, 2019).
  - d) Programas de reforestación de riberas y restauración ecológica: La Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA) y el MINAM desarrollan iniciativas de reforestación de áreas ribereñas con especies nativas y restauración de hábitats naturales con el objetivo de revitalizar los ecosistemas del río y aumentar la biodiversidad recuperando la cobertura vegetal y protegiendo el suelo de la erosión y conservando la biodiversidad (SPDA, 2018).
  - e) Campañas de educación y sensibilización comunitaria: El Ministerio de Educación (MINEDU) en alianza con UNESCO han desarrollado acciones tales como Programas educativos en escuelas y comunidades para aumentar la conciencia ambiental y promover la participación ciudadana en la limpieza del río con el objetivo de fomentar el compromiso de la comunidad en la preservación y mantenimiento del río. Asimismo, se han desarrollado campañas de sensibilización ambiental dirigidas a la población ribereña y al público en general, con el objetivo de promover el uso responsable del agua y la protección del río (UNESCO, 2022).
  - f) Recuperación de espacios públicos y desarrollo de Infraestructura Verde: El Gobierno Regional de Lima en unión con la Municipalidad Metropolitana de Lima vienen creando parques, corredores biológicos y espacios recreativos a lo largo de las riberas del río, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los habitantes y promover el uso sostenible del entorno urbano. Se han implementado proyectos de recuperación de espacios públicos en las riberas del río, creando áreas verdes y zonas de recreación para la población (MML, 2024).
  - g) Promoción del turismo sostenible: Se han desarrollado iniciativas para promover el turismo sostenible en la cuenca del Rímac, fomentando actividades

como el senderismo, el ciclismo y la observación de aves (MML, 2024).

- h) Investigación científica: Se han realizado estudios científicos para comprender mejor la dinámica del río y los factores que afectan su calidad ambiental, lo que permite orientar las acciones de restauración de manera más efectiva (MINAM, 2019).
- i) Participación de la comunidad: Se ha involucrado a la población local en los procesos de planificación y ejecución de proyectos de recuperación del río, fomentando el sentido de pertenencia y la responsabilidad compartida por su cuidado (MML, 2024).
- j) Cooperación internacional y financiamiento: Se han establecido alianzas con organismos internacionales como el Banco Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y gobiernos de otros países para compartir experiencias y buenas prácticas en la gestión de recursos hídricos y la restauración de ríos, pero sobre todo orientados a obtener fondos y asistencia técnica para proyectos de recuperación y mejora del río y así apoyar financieramente y con conocimientos especializados las iniciativas de recuperación (PNUMA, 2021).

### **Resultados de las acciones Institucionales para la Recuperación del Río Rímac**

Las iniciativas emprendidas por las diversas instituciones y actores sociales para la recuperación del Río Rímac han logrado resultados significativos tangibles en varias áreas clave en el proceso de recuperación, todo lo cual ofrece esperanza para el futuro de este importante recurso fluvial.

Dentro de los resultados significativos que se pueden evidenciar, tenemos a los siguientes:

#### **Mejora de la Calidad del Agua y Reducción de la contaminación**

La construcción e implementación de plantas de tratamiento de aguas residuales ha contribuido a disminuir significativamente la descarga de aguas contaminadas al río y por ende los niveles de contaminación, mejorando su calidad en algunos sectores.

Específicamente se ha logrado la disminución de la carga de contaminantes industriales y domésticos y el aumento de los niveles de oxígeno disuelto, lo cual es un indicador de mejor salud del ecosistema acuático. Se estima que la carga contaminante se ha reducido en un 20% en los últimos 10 años (ANA, 2020)

## **Restauración de Ecosistemas y Aumento de Biodiversidad**

Las iniciativas de reforestación y restauración ecológica han permitido recuperar parte de la cobertura vegetal en las riberas del río, especialmente en áreas degradadas por la deforestación y la agricultura.

En tal sentido se ha recuperado especies nativas de flora y fauna logrando un mejoramiento de los hábitats naturales a lo largo del río. Se estima que se han reforestado más de 100 hectáreas de riberas en los últimos 5 años, lo que contribuye a la protección del suelo y la conservación de la biodiversidad (MINAM, 2019).

## **Mayor conciencia ambiental por el incremento de la Participación Comunitaria**

Las campañas educativas y de sensibilización han movilizado y generado mayor conciencia ambiental entre la población ribereña y el público en general, promoviendo un uso más responsable del agua y un mayor compromiso con la protección del río. Se ha observado un aumento en el involucramiento de ciudadanos en actividades de limpieza y mantenimiento logrando una mayor conciencia ambiental y participación de la comunidad en actividades de limpieza del río y protección del medio ambiente.

Asimismo, la participación de la población local en los procesos de planificación y ejecución de proyectos de recuperación del río ha sido cada vez más activa, en ese sentido se han creado comités de gestión ambiental y se han desarrollado programas de educación ambiental dirigidos a las comunidades ribereñas (MML, 2024).

## **Cumplimiento de Normas Ambientales**

La implementación de sistemas de monitoreo y regulaciones más estrictas ha llevado a un mejor cumplimiento ambiental lo que provoca una reducción de vertimientos ilegales de contaminantes y mayor responsabilidad y cumplimiento por parte de las industrias locales (MINAM, 2019).

## **Creación de Infraestructura Verde y Espacios Públicos**

El desarrollo de infraestructura verde y la recuperación de espacios públicos en las riberas del río ha creado áreas verdes y zonas de recreación para la población, fomentando el uso y disfrute de este espacio natural. El establecimiento de parques y espacios recreativos a lo largo del río, el fomento de actividades recreativas y educativas en los nuevos espacios públicos han contribuido a mejorar la cali-

dad de vida de las comunidades ribereñas y han fomentado el uso y disfrute del río (ANA, 2020).

### **Implementación de una Gestión Integrada de la Cuenca**

La adopción de una perspectiva integral ha permitido una mejor coordinación de los esfuerzos de recuperación lo cual ha permitido una mejor integración de los aspectos económicos, ecológicos y socioculturales en la gestión de la cuenca a través del desarrollo de planes de manejo que consideran múltiples dimensiones del ecosistema y las necesidades humanas (ANA, 2020).

### **Impulso al turismo sostenible**

El desarrollo de iniciativas de turismo sostenible en la cuenca del Rímac ha generado nuevas oportunidades económicas para las comunidades locales y ha contribuido a la valorización del patrimonio natural y cultural de la región. Se ha observado un aumento en la afluencia de visitantes interesados en actividades como el senderismo, el ciclismo y la observación de aves (MML, 2024).

### **Avances en la investigación científica**

Los estudios científicos han permitido comprender mejor la dinámica del río, los factores que afectan su calidad ambiental y las posibles soluciones para su recuperación.

Esta información ha sido utilizada para orientar las acciones de restauración de manera más efectiva (MINAM, 2019).

### **Establecimiento de alianzas para el apoyo financiero y técnico Internacional**

Se han establecido alianzas con organismos internacionales y gobiernos de otros países para compartir experiencias y buenas prácticas en la gestión de recursos hídricos y la restauración de ríos, ver cuadro 4.

Esta cooperación ha permitido acceder a financiamiento y asistencia técnica para la implementación de proyectos de recuperación logrando un incremento en la financiación disponible para proyectos de recuperación y el acceso a técnicas y tecnologías avanzadas para la restauración del río (PNUMA, 2021).

La recuperación del río Rímac es un desafío complejo que requiere la implementación de múltiples medidas para abordar las diversas fuentes de contaminación. A lo largo de los años, se han llevado a cabo diferentes iniciativas y proyectos por parte de instituciones gubernamentales, organizaciones no gubernamentales

(ONG), y organismos internacionales. Este capítulo analiza estas medidas y evalúa los resultados obtenidos hasta la fecha.

**Cuadro N°4:** Acciones desarrolladas a nivel institucional y resultados orientados a recuperar el río Rímac

| Acción                                     | Factor                                     | Descripción                                                                                                                                | Resultado                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Referencia                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mejora de la Calidad del Agua              | Reducción de Contaminantes                 | Construcción y operación de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) para tratar aguas residuales antes de su descarga en el río. | Las plantas de tratamiento de aguas residuales han reducido significativamente los niveles de contaminantes en el agua del Río Rímac. Esto incluye una disminución en la concentración de metales pesados, residuos orgánicos e industriales.                                                | Autoridad Nacional del Agua (ANA). "Informe de Gestión de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Rímac" (2020).                                                           |
|                                            | Aumento de los Índices de Oxígeno Disuelto | Campañas para la correcta disposición y manejo de los residuos sólidos urbanos e industriales para prevenir la contaminación del río.      | La calidad del agua ha mejorado, reflejada en un incremento en los niveles de oxígeno disuelto, lo cual es crucial para la supervivencia de la fauna acuática.                                                                                                                               | Ministerio del Ambiente (MINAM). "Plan de Recuperación Ambiental del Río Rímac" (2019).                                                                                       |
| Recuperación de Ecosistemas                | Restauración de Flora y Fauna              | Proyectos de restauración ecológica                                                                                                        | Control de Erosión y Sedimentación a través de la implementación de técnicas para reducir la erosión de las orillas del río y minimizar la sedimentación que afecta la calidad del agua.                                                                                                     | Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA). "Iniciativas de Restauración Ecológica en el Río Rímac" (2018).                                                                 |
|                                            | Reforestación de Áreas Ribereñas           | Reforestar áreas ribereñas con plantas nativas,                                                                                            | Restauración de Ecosistemas Riparios mediante Programas destinados a la reforestación y rehabilitación de las áreas ribereñas del río para mejorar la calidad del agua y restaurar hábitats naturales.                                                                                       | Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). "Evaluación de la Calidad del Agua del Río Rímac" (2021).                                                     |
| Participación y Concienciación Comunitaria | Incremento en la Participación Ciudadana   | Campañas de sensibilización                                                                                                                | Iniciativas para involucrar a las comunidades en proyectos de limpieza y mantenimiento del río mediante las campañas de sensibilización y los programas de participación comunitaria han aumentado el compromiso y la participación de la población en la protección y conservación del río. | Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). "Educación Ambiental y Participación Comunitaria en la Cuenca del Río Rímac" (2022). |
|                                            | Educación Ambiental                        | Educación ambiental en las escuelas y comunidades cercanas                                                                                 | Actividades educativas y de sensibilización dirigidas a la población local sobre la importancia de proteger y conservar el Río Rímac contribuyendo a prácticas más sostenibles y responsables.                                                                                               | Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). "Educación Ambiental y Participación Comunitaria en la Cuenca del Río Rímac" (2022). |
| Regulación y Monitoreo Ambiental           | Cumplimiento de Normas Ambientales         | Regulaciones más estrictas                                                                                                                 | Regulación de Vertimientos Industriales mediante la Implementación de normas y regulaciones estrictas para controlar los vertimientos industriales en el río.                                                                                                                                | Ministerio del Ambiente (MINAM). "Plan de Recuperación Ambiental del Río Rímac." (2019).                                                                                      |
|                                            | Monitoreo Continuo                         | Implementación de sistemas de monitoreo                                                                                                    | Programas de monitoreo continuo de la calidad del agua para identificar y mitigar fuentes de contaminación.                                                                                                                                                                                  | Autoridad Nacional del Agua (ANA). "Informe de Gestión de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Rímac" (2020).                                                           |
| Infraestructura y Desarrollo Urbano        | Creación de Espacios Públicos              | Crear espacios públicos y recreativos a lo largo de las riberas del río                                                                    | Se han desarrollado espacios públicos y recreativos a lo largo de las riberas del río, mejorando la calidad de vida de los habitantes y promoviendo un uso sostenible del espacio urbano.                                                                                                    | Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA). "Iniciativas de Restauración Ecológica en el Río Rímac" (2018).                                                                 |
|                                            | Desarrollo de Infraestructura Verde        | Creación y recuperación de parques y corredores biológicos                                                                                 | La incorporación de infraestructura verde, como parques y corredores biológicos, ha revitalizado áreas degradadas y fomentado la biodiversidad urbana.                                                                                                                                       | Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). "Evaluación de la Calidad del Agua del Río Rímac" (2021).                                                     |

Fuente: Elaboración propia.

## DISCUSIÓN Y ANÁLISIS

El río Rímac es crucial para el abastecimiento de agua de Lima, pero enfrenta serios desafíos debido a la contaminación y la urbanización descontrolada. Para restaurar su salud y funcionalidad, es crucial adoptar un enfoque sistémico y coordinado que involucre a múltiples sectores y actores. La integración de conceptos de Capital Natural y restauración ecológica en los planes de desarrollo urbano puede ofrecer un camino hacia la sostenibilidad y el bienestar humano a largo plazo (ANA, 2020).

### **Análisis Crítico**

Es evidente que la contaminación del río Rímac es un problema complejo que requiere una solución multifacética. Los esfuerzos actuales, aunque valiosos, deben intensificarse y coordinarse mejor. La educación y la concienciación de la población también juegan un papel crucial en la conservación del río. Además, es esencial fortalecer el marco regulatorio y mejorar la fiscalización para asegurar que las industrias cumplan con los estándares ambientales (ANA, 2020).

### **Futuro del Río Rímac**

El futuro del río Rímac depende de la voluntad política, la cooperación interinstitucional y el compromiso de la sociedad en general. La implementación de tecnologías avanzadas de tratamiento de aguas y la adopción de prácticas sostenibles en la gestión de recursos hídricos son pasos necesarios para garantizar que el río Rímac pueda continuar siendo una fuente vital de agua para Lima y un ecosistema saludable para la biodiversidad local.

## CONCLUSIONES

- **Mejora de la Calidad del Agua y Reducción de Contaminantes:** Las medidas implementadas, especialmente la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales y la remediación de pasivos ambientales mineros, han logrado reducir significativamente los niveles de contaminantes en el río Rímac. Los datos de monitoreo indican una disminución del 40% en las concentraciones de plomo y cadmio, así como mejoras en los niveles de DBO y DQO, evidenciando una mejor calidad del agua y una reducción en la carga de materia orgánica.
- **Recuperación de la Biodiversidad:** La mejora en la calidad del agua ha permitido la recuperación gradual de la biodiversidad en el río Rímac. Especies de peces y otros organismos acuáticos que habían desaparecido o reducido sus poblaciones están comenzando a repoblar ciertas áreas del río. Un estudio ecológico reciente documentó el regreso de varias especies de peces nativos en tramos del río que han sido rehabilitados .
- **Impacto Positivo en la Salud Pública:** La reducción de contaminantes y la mejora en la calidad del agua han tenido un impacto positivo en la salud pública. Los informes del Ministerio de Salud muestran una disminución del 25% en la incidencia de enfermedades gastrointestinales en las comunidades cercanas al río, lo que demuestra la efectividad de las medidas implementadas para reducir la contaminación biológica.
- **Desarrollo Sostenible y Participación Comunitaria:** Las iniciativas de recuperación del río Rímac han fomentado la adopción de prácticas más sostenibles tanto en las industrias como en las comunidades. Las inversiones en infraestructura verde y la participación activa de la comunidad en programas de conservación y manejo de residuos han contribuido a la sostenibilidad a largo plazo del río y sus ecosistemas. Estas acciones han promovido una mayor resiliencia urbana frente a los impactos del cambio climático .
- **La recuperación del Río Rímac es un proceso complejo y desafiante, pero no imposible.** Los avances logrados hasta ahora son notables y ofrecen esperanza para el futuro de este importante curso fluvial. Con un esfuerzo sostenido y colaborativo, es posible alcanzar una recuperación completa y sostenible del río, beneficiando a las comunidades que dependen de él y preservando este valioso recurso natural para las generaciones futuras.

- Las acciones para recuperar el Río Rímac han resultado en mejoras tangibles en la calidad del agua, restauración de ecosistemas, mayor participación comunitaria, y desarrollo de infraestructura verde. Estas iniciativas demuestran el impacto positivo de las intervenciones coordinadas entre el gobierno, las organizaciones no gubernamentales y la comunidad. Sin embargo, la sostenibilidad de estos esfuerzos requiere un compromiso continuo y la adaptación de nuevas estrategias para enfrentar futuros desafíos ambientales.

## REFLEXION

La recuperación del Río Rímac es posible y necesaria, pero requiere un esfuerzo sostenido, colaboración multisectorial y mayor inversión. Los avances logrados son alentadores, pero se necesitan acciones urgentes para abordar la contaminación persistente, detener las invasiones, fortalecer la infraestructura y la gobernanza del agua, y asegurar la inversión necesaria para la recuperación integral del río. El Río Rímac es un recurso vital para Lima y Callao, y su recuperación es fundamental para el bienestar de las comunidades y el futuro sostenible de la región.

Los resultados obtenidos hasta ahora en la recuperación del Río Rímac demuestran que es posible revertir el deterioro ambiental de este importante recurso natural. Sin embargo, aún queda un largo camino por recorrer para alcanzar una recuperación completa y sostenible del río. Se requiere un esfuerzo sostenido y colaborativo por parte de todos los sectores involucrados, incluyendo el Estado, el sector privado, la academia, las organizaciones sociales y la población en general, por lo cual es fundamental continuar implementando acciones concretas, promover la educación ambiental y fortalecer la gobernanza del agua para garantizar la salud y la sostenibilidad de este vital recurso natural.

La recuperación del Río Rímac no solo es un desafío ambiental, sino también un reto social y económico por lo que, a pesar de todos estos esfuerzos, aún persisten desafíos importantes. Así se necesitan acciones urgentes para:

- Abordar la contaminación persistente.
- Detener las invasiones urbanas.
- Fortalecer la infraestructura y la gobernanza del agua.
- Asegurar la inversión necesaria para la recuperación integral del río.

A pesar de estos desafíos, los resultados obtenidos hasta ahora son alentadores y demuestran que la recuperación del Río Rímac es posible. Con un esfuerzo sostenido, colaborativo y multisectorial, junto con la implementación de las recomendaciones mencionadas, se podrá alcanzar una recuperación integral y sostenible del río, garantizando su salud ambiental y el bienestar de las comunidades que dependen de él.

Invitamos a todos —ciudadanos, empresas, y gobiernos— a continuar participando activamente en la protección y restauración del río Rímac. Juntos, podemos asegurar que este río, con toda su riqueza y biodiversidad, siga fluyendo limpio y saludable para las generaciones futuras. Nuestro compromiso hoy garantiza un mañana más verde y saludable.

¡Hagamos del río Rímac un símbolo de esperanza y renovación!

## REFERENCIAS

**ANA. (2020).** *Informe de gestión de los Recursos Hídricos en la cuenca del río Rimac.* **Autoridad Nacional del Agua ANA.**

**ANA. (24 de 06 de 2024).** *Autoridad Nacional del Agua.* **Autoridad Nacional del Agua:** <http://www.ana.gob.pe/noticia/monitoreo-de-calidad-del-agua-del-rio-rimac-para-su-proteccion>

**Delgado, J., et al. (2021).** *Contaminación del río Rímac por residuos sólidos e industriales en los últimos años.* **Universidad Tecnológica del Perú.**

**Dumler, F., et al. (2014).** *Una expresión local de los riesgos del agua: Retos y necesidad de un plan de acción colectiva sobre la cuenca del río Rímac.* **Ediciones ANA-Publicaciones.**

**INEI. (2024).** *Estadísticas Ambientales.* **Lima: INEI.**

**INIA. (2020).** *Estudio sobre el Uso del Agua del río Rimac en la Agricultura.* **Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA.**

- Kaiser, J. P. (2022). PLANIFICACIÓN URBANA Y CAPITAL NATURAL: REVISIÓN Y REFLEXIÓN SOBRE MOMENTOS HISTÓRICOS Y PROCESOS URBANOS PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL RÍO RÍMAC. *PLaneo*, 1-17. <https://doi.org/https://doi.org/10.4067/plan.045.101>**
- Korea Water Resources, Corporation (K-WATER), Yooshin Engineering Corporation, & Pyunghwa Engineering. (2015). *Plan maestro del proyecto de restauración del río Rímac: Informe final*. Lima: Ediciones ANA - Publicaciones. <https://doi.org/https://hdl.handle.net/20.500.12543/637>**
- MINAM. (2019). *Plan de Recuperación Ambiental del río Rimac*. Ministerio del Ambiente MINAM.**
- MINSA. (2021). *Informe sobre la Calidad del Agua en Lima y Callao*. Ministerio de Salud MINSA.**
- MML. (24 de 6 de 2024). *Municipalidad Metropolitana de Lima (MML)*. Municipalidad Metropolitana de Lima (MML): <https://smia.munlima.gob.pe/uploads/documento/4f3a30ece4627ece.pdf>**
- OMS. (2019). Water related diseases.**
- OMS. (24 de 06 de 2024). *Agua potable*. Agua potable: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>**
- Pabón, S., Benítez, R., Sarria-Villa, R., & Gallo, J. (2020). Contaminación del agua por metales pesados, métodos de análisis y tecnologías de remoción. Una revisión. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 14(27), 9-18. <https://doi.org/https://doi.org/> ISSN 1909-8367 (Impreso), ISSN 2539-4169 (En línea)**
- PNUMA. (2021). *Evaluación de la Calidad del agua del río Rimac*. Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente PNUMA.**
- Quispe, B., et al. (2022). Efluentes domésticos y su incidencia en la contaminación de la calidad del río Rímac, Cuenca Baja. Año 2017 [Tesis de Magister]. Universidad Nacional Federico Villarreal**

- RPDA. (24 de 06 de 2024).** *Red Peruana por la Defensa del Agua. Red Peruana por la Defensa del Agua:* <https://www.ohchr.org/sites/default/files/documents/issues/water/statements/2022-12-14/2022-12-15-eom-statement-peru-sr-water-sanitation-sp.pdf>
- Sedapal (2022).** *Anuario estadístico 2022. Gerencia de desarrollo e investigación. Equipo planeamiento operativo y financiero.*
- SPDA. (2018).** *Iniciativas de Restauracion Ecologica en el rio Rimac. Sociedad Peruana de Deerecho Ambiental SPDA.*
- UNESCO. (2022).** *Educacion Ambiental y Participacion Comunitaria en la Cuenca del rio Rimac. UNESCO.*
- UNI. (24 de 06 de 2024).** *Contaminacion del rio rimac. Contaminacion del rio rimac:* <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-tecnologica-del-peru/medio-ambiente/contaminacion-del-rio-rimac-finalizado-1/20053399>
- UPCH. (2019).** *Impacto Psicosocial de la Contaminacion del Rio Rinac. Universidad Peruana Cayetano Heredia.*
- Villanueva, C., Grimalt, J., Ballester, F., Ibarluzea, J., Salae, M., Tardón, A., . . . Kogevinasa, M. (2006).** *Medida de contaminantes del agua y usos del agua durante el embarazo en un estudio de cohortes en España. Revisiones de Salud Publica, 20(53), 1-9.* <https://doi.org/https://www.gacetasanitaria.org/es-medida-contaminantes-del-agua-usos-articulo-13101084>

# Acerca de los autores

## **Oscar Rafael Tinoco Gómez**

Nació en Huaraz, capital del departamento de Ancash, sus estudios primarios los realizó entre Huaraz y Lima, la secundaria en la Gran Unidad Escolar Ricardo Bentín, Lima, su formación profesional la realizó en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), donde se recibió como Ingeniero Industrial. Su grado de Doctor lo obtuvo en la Universidad Nacional Federico Villarreal, en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Actualmente es Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería Industrial de la UNMSM, docente Renacyt nivel VI y coordinador del Grupo de Investigación “Producción más limpia”.

## **Jorge Enrique Castillo Cueva**

Doctorando en Ingeniería Industrial en UNMSM, Magister en Administración Estratégica de Negocios en CENTRUM, escuela de negocios de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Ingeniero Industrial de la UNMSM, director de DASAMI Perú SAC, Catedrático universitario.

## **Schelah Nadia De la Colina Rivas**

Doctorando en Ingeniería Industrial en UNMSM. Magister en Administración Estratégica de Empresas en CENTRUM. Especialista en Logística, Gestión de calidad e inocuidad de alimentos en empresas agroindustriales, exportadoras y retail. Consultor de empresas. Catedrático Universitario.

## **Miguel Angel Oruna Rodriguez**

Magister en Administración de Empresas de la UPC. Ingeniero Industrial especializado en la optimización, control y seguimiento de procesos Administrativo, logísticos y de calidad. Profesional, Técnico en Computación e Informática; experiencia comprobada en administración de proyectos, desarrollo académico e investigación. Docente en las más reconocidas universidades e instituciones educativas del país en curso de pre y postgrado.

### **Alberto Rodríguez Palacios Miñano**

Doctorando en Ingeniería Industrial, Magister Gestión y Restauración del Medio Natural de la UB. Coordinador Académico de la UPN, Consultor en Gestión Ambiental y Docente Universitario.

### **Aldo Guillermo Rivadaneira Cuya**

Doctorando en Ingeniería Industrial, Magister en Administración de Empresas, Titulado en Ingeniería Industrial. Gerente Administrativo de LYM Asesoría y Turismo. Consultor de empresas manufactureras y de servicios. Docente Universitario.

### **Darwin Dean Duran Janampa**

Nació en Huánuco en el año 1983. Ingeniero Industrial de profesión, Magister en ingeniería industrial por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, con estudios de doctorado en la UNMSM, especialización en ingeniería de proyectos, docencia superior y universitaria, estadística aplicada a la investigación científica, adscrito al Colegio de Ingenieros del Perú.

### **Percy Wenceslao Lature Bustamante**

Doctorando en Ingeniería Industrial, Magister en Gestión Estratégica Empresarial, Ingeniero Mecánico de Fluidos, Especialista en Theory of Constraints. Jefe del Equipo Control y Reducción de Fugas (e), Consultor Interno TOC en SEDAPAL.

### **Alcides Guillermo Joo Aguayo**

Docente Investigador, Ingeniero de Proyectos, Magister en Project Management, Doctorando en Ingeniería Industrial. Doctorando en Ingeniería Industrial, Magister en Project Management, Universidad Esan. Ingeniero Mecatrónico (UNI), docente nombrado facultad de Ingeniería Industrial (UNMSM), miembro del Grupo de Investigación Producción más limpia.

### **Augusto Denis Madueño Macedo**

Nació en Lima en el año 1961. Ingeniero Industrial por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, doctorando en la misma especialidad por la UNMSM. Especialización en Informática e Ingeniería de Sistemas. Actualmente se desempeña como especialista en Innovación y Transferencia Tecnológica en el Instituto Tecnológico de la Producción, a la par que es docente en las áreas de pregrado y posgrado de la Facultad de Ingeniería Industrial de la UNMSM. Doctorando en Ingeniería Industrial, Magister en Educación, Ingeniero Industrial (UNMSM), miembro de la Red DOLAC - Red de Docentes de América Latina y del Caribe.

### **Eduardo Julian Villarroel Nuñez**

Doctorando en Ingeniería Industrial, Magister en Administración Estratégica de Negocios, Ingeniero Industrial, Ingeniero Químico. Director Académico de Ingeniería UTP, Consultor Empresarial en Estrategia y Mejora continua. Docente Universitario.

### **Juan Enrique Sigarróstegui Gutiérrez**

Ingeniero Industrial por la Universidad Ricardo Palma con Maestría en Administración de Negocios de la URP y Doctorando en Ing. Industrial en la Universidad Mayor de San Marcos – 3er ciclo; experiencia en el planeamiento, control, operación y gestión de procesos en las áreas de mantenimiento, logística y calidad.

### **Duilio Angel Aranda Ipince**

Doctorando en Ingeniería Industrial, Magister en Administración Estratégica de Negocios. Director de AID Consulting, Agente Internacional de SEBRAE|PR en el Perú, Consultor de empresas y Docente Universitario.

### **Silvia Coronado Ramirez**

Doctorando en Ingeniería Industrial, Ingeniero Industrial por la Universidad Nacional del Callao, Magister en Administración Estratégica de Negocios, Directora de Gestión Académica UTP. Docente universitario.

### **Luis Adrián González Quiñónez**

Docente Investigador, Ingeniero de Mantenimiento, Máster en Sistemas de Gestión

### **Pedro Jesús De Bracamonte Morales**

Ingeniero Industrial egresado de la Universidad Nacional de Trujillo, con Maestría en Gestión Pública otorgada por la Universidad San Martín de Porres USMP, y una segunda Maestría en Administración de Negocios MBA Executive en la Universidad César Vallejo UCV. Con 25 años de experiencia profesional y más de 10 años de labor docente.

### **Julio Douglas Vergara Trujillo**

Ingeniero Industrial egresado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, MBA en Administración de Negocios y Finanzas Internacionales (UCSS-Universidad de Génova)

## **Deina Candelaria Tinoco Orihuela**

Ingeniera Metalurgista y de Materiales egresada de la Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP), con maestría en Seguridad y Salud en el Trabajo y una segunda maestría en Ingeniería Ambiental en la Universidad Nacional del Centro del Perú, con experiencia en el sector minero metalúrgico, industrial y docente en la Universidad Continental y Universidad Nacional del Centro del Perú.

ISBN: 978-612-03-0468-6

