



Informe de Resultados

Evaluación participativa de la calidad del agua de consumo humano en zonas de las Diócesis de Chosica, Carabayllo y Lurin - cuenca Rímac, Lima



Informe de Resultados

Evaluación participativa de la calidad del agua de consumo humano en zonas de las Diócesis de Chosica, Carabayllo y Lurin - cuenca Rímac, Lima

Datos: Junio-julio de 2009

Proyecto:
"Fortalecimiento ciudadano para la vigilancia de la calidad del agua potable en las Diócesis de Chosica, Carabayllo, Lurin en Lima"

Ceas

COMISIÓN EPISCOPAL DE ACCIÓN SOCIAL
Av. Salaverry 1945 - Lima 14 - Perú

Diócesis de Chosica
Diócesis de Lurín
Diócesis de Carabayllo

ELABORADO Y REVISADO POR
Ing. Paula Asteria Meza Porta CIP. 95491

CON LA COLABORACIÓN DE
Blgo. Daniel Martín Álvarez Tolentino CBP.7534

EQUIPO TÉCNICO
Ing. Carlos Alberto Lopez Mucha
Ing. Violeta Quispe Coquil.
Bach. Ing. Química Diana Pilar Victorio Cajahuanca

FOTOS
Archivos CEAS

DISEÑO
Miriam De la Cruz Ramírez

IMPRESIÓN
Editorial ROEL S.A.C.
Psje. Miguel Valcárcel 361 Urb. San Francisco - Ate

1,000 ejemplares
Julio 2010.

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2010-03817

La edición de esta publicación fue posible gracias al apoyo de:



Índice

Presentación	5
Agradecimiento	7
I. Objetivo	9
II. Marco normativo de referencia del estudio	9
III. Breve descripción del sistema de abastecimiento de agua en Lima	10
IV. Revisión de estudios anteriores	10
V. Promoviendo la participación social en la vigilancia ambiental del agua	11
VI. Ejecución del plan participativo de monitoreo de agua	13
6.1. La muestra	13
6.2. Estaciones de muestreo	13
Tabla N° 01: Estaciones de muestreo de agua superficial de tipo puntual	14
Tabla N° 02: Estaciones de muestreo de agua de consumo humano de tipo puntual	15
Tabla N° 03: Estaciones de muestreo de agua superficial y de consumo humano de tipo compuesto	16
6.3. Parámetro	16
6.3.1. Parámetros físicoquímicos	16
6.3.2. Desinfectante secundario	16
6.3.3. Parámetros inorgánicos	17
Tabla N° 04: Metales analizados, metodología y límite de detección	17
6.3.4. Parámetros microbiológicos	17
Tabla N° 05: Parámetros microbiológicos analizados, metodología y límites de detección	17
6.4. La toma de muestra	17
Tabla N° 06: Informe de la toma de muestra realizada	18
6.5. Laboratorio	19
6.6. Control de calidad	19
6.7. Estándares de referencias para el análisis e interpretación de resultados	20
Tabla N° 07: Valores de referencia de calidad ambiental de agua de consumo humano y agua superficiales	22
VII. Resultados de los parámetros evaluados en el campo y laboratorio	23
Tabla N° 08: Resultados de los parámetros evaluados de las muestras de agua superficial de la cuenca Rímac - muestreo puntual	24

Tabla N° 09:	Resultados de los parámetros evaluados del agua superficial del río Rímac antes de su tratamiento - muestreo compuesto	25
Tabla N° 10:	Resultados de los parámetros evaluados del agua de consumo después de su tratamiento - muestreo compuesto	26
Tabla N° 11:	Resultados de los parámetros evaluados de las muestras de agua de consumo humano en diversas zonas de Lima con influencia del río Rímac - muestreo puntual	27
VIII.	Comentarios e interpretación de resultados	28
Gráfico N° 01:	Cantidades de coliformes fecales en el agua superficial de la cuenca Rímac - muestreo puntual	29
Gráfico N° 02:	Variaciones de coliformes fecales antes y después de la planta de tratamiento - muestreo compuesto	30
Gráfico N° 03:	Cantidades de coliformes totales en el agua superficial de la cuenca Rímac - muestreo puntual	31
Gráfico N° 04:	Variación de coliformes totales antes y después de la planta de tratamiento - muestreo compuesto	32
Gráfico N° 05:	Contenido de plomo, cadmio y mercurio en el agua superficial de la cuenca Rímac - muestreo puntual	33
Gráfico N° 06:	Variación de plomo y cadmio antes y después de la planta de tratamiento - muestreo compuesto	34
Gráfico N° 07:	Contenido de plomo, cadmio y mercurio en el agua de consumo humano en diversos distritos de Lima - muestreo puntual	35
Gráfico N° 08:	Contenido de arsénico en el agua superficial de la cuenca Rímac muestreo puntual	36
Gráfico N° 09:	Variación de arsénico antes y después de la planta de tratamiento muestro compuesto	37
Gráfico N° 10:	Contenido de arsénico en agua de consumo en diversos distritos de Lima muestreo puntual	38
IX.	Conclusiones	46
X.	Recomendaciones	47
XI.	Glosario	48
XII.	Bibliografía	49
XIII.	Anexos	51

Presentación

El agua es un bien común esencial para la vida. Su disponibilidad es necesaria para los ciclos vitales de la tierra, y para la existencia humana. Por ello, el acceso al agua forma parte de los derechos inalienables de las personas, al ser la base para el ejercicio de otros derechos humanos, como el derecho a la vida, a la seguridad alimentaria, y a la salud (Compendio de la Doctrina Social de la Iglesia n. 485).

En este sentido, lograr que todas las personas, y en particular aquellas que viven en situación de pobreza, tengan acceso al agua, constituye un imperativo ético. Asimismo, asegurar el acceso al agua implica tomar conciencia de que se trata de un bien limitado, que requiere ser cuidado en salvaguarda de los derechos de las generaciones futuras.

Pero otro aspecto de vital importancia para la vida es la calidad del agua que se consume, por los efectos directos que tiene en la salud de las personas. Esta preocupación motivó que personas y organizaciones acompañadas por la Iglesia desde las Diócesis de Chosica, Lurín, y Carabayllo, conjuntamente con la Comisión Episcopal de Acción Social, impulsaran una experiencia de participación comunitaria, orientada a conocer el estado de la calidad del agua de consumo humano en Lima Metropolitana.

El proyecto “Vigilancia Ciudadana de la Calidad del Agua Potable en diversas zonas de Lima de la Cuenca del río Rímac”, ejecutado durante el año 2009, posibilitó la formación y capacitación de promotores ambientales, para su participación en un proceso de monitoreo ambiental de la cuenca Rímac, principal fuente abastecedora de agua de Lima Metropolitana. Esto demandó por parte de los promotores su apropiación del manejo de herramientas básicas para el trabajo de campo; el conocimiento de los impactos ambientales que afectan el agua a lo largo de su recorrido por la cuenca, identificando causas, responsabilidades y posibilidades de mejora; y la trasmisión de lo aprendido a sus organizaciones y comunidades.

El documento presentado es resultado de esta construcción colectiva, en la que han confluído el aporte de los promotores ambientales, y de los técnicos que diseñaron este estudio participativo, y tuvieron a cargo el análisis y la interpretación de los datos obtenidos.

Comisión Episcopal de Acción Social

Lima, julio de 2010

...La gestión sustentable del agua se vuelve un desafío socioeconómico, ambiental y ético, que debe comprometer no sólo a las instituciones sino a la sociedad entera. Ella debe ser enfrentada en conformidad con el principio de subsidiariedad, o sea, a través de la adopción de un abordaje participativo que comprometa tanto al sector privado como también, y sobretodo, a las comunidades locales...

(Mensaje del Papa Benedicto XVI, firmado por el Cardenal Tarcisio Bertone, para la celebración del Día Mundial del Agua, Marzo 2007)

Agradecimiento

Caritas Chosica; la Comisión Diocesana de Dignidad Humana de la Diócesis de Lurín; la Parroquia Virgen Dolorosa de la Diócesis de Carabayllo; y la Comisión Episcopal de Acción Social (CEAS) agradecen a todas las personas y organizaciones mencionadas a continuación, por su comprometido apoyo a esta experiencia de participación comunitaria, que busca contribuir al logro de agua de calidad para los pobladores de Lima.

DIÓCESIS DE CHOSICA

- Promotores ambientales de la Parroquia Nuestra Señora Del Monte Carmelo.
- Promotores ambientales de la Parroquia San Benito.
- Promotores ambientales de la Capilla San Pedro.
- Promotoras Voluntarias de Caritas - Chosica.
- Promotores de la Pastoral de Salud de la Capilla Cristo Liberador.
- Promotores de Salud de la Parroquia San Cristóbal.
- Agentes Pastorales de la Parroquia Nuestra Señora del Rosario.
- Red Ambiental Social de Santa Anita (RASSA).
- Comité Vecinal de Saneamiento Ambiental de Santa Anita (COOVESA).
- Coordinadora de Forestación y Reforestación de Santa Anita (COFORESA).
- Comedores Populares Autogestionarios de Ate-Vitarte.
- Comedores Populares Autogestionarios de Santa Anita.
- Comedores Populares Autónomos, Zona Campoy - San Juan de Lurigancho.
- Comedores Populares Autónomos, Zona Andrés Avelino Cáceres - San Juan de Lurigancho.
- Clubes de Madres de los Cerros de la Carretera Central - El Agustino.
- Red Ambiental del Movimiento de Niños Trabajadores de El Agustino.
- Movimiento de Adolescentes y Niños Trabajadores Hijos de Obreros Cristianos (MANTHOC) - El Agustino.
- Cooperativa de Mujeres de Ahorro y Crédito de Huaycán.
- Centro Educativo Mariano Melgar - Santa Anita.
- Asociación de Regantes de Ñaña.

DIÓCESIS DE LURIN

- Grupo Amigos de la Naturaleza - Parroquia Santa Isabel Saeton.
- Grupo Talitha Quimi - Capilla El Salvador.
- Grupo Yacmay Wasi - Parroquia San Francisco.
- Grupo Minka Wasi - Parroquia San Francisco.
- Promotores de la Pastoral - Parroquia San Pedro.
- Promotores de la Pastoral - Capilla Virgen del Rosario.
- Programa de Educación Básica PEBAL - La Inmaculada.
- Escuela Lima del Movimiento de Adolescentes y Niños Trabajadores Hijos de Obreros Cristianos (MANTHOC) - San Juan de Miraflores.
- Red de Vigilancia a la Calidad del Agua, Nueva Rinconada - San Juan de Miraflores.
- Dirigentes de los AA.HH. de las Pampas de San Juan.
- Socias de los Comedores Sociales de la Nueva Rinconada.
- Dirigentes del AA. HH. Absalón Alarcón, Nueva Rinconada - San Juan de Miraflores.
- Miembros de la Comisión Diocesana de Dignidad Humana - Pastoral Social, Diócesis de Lurín.

DIÓCESIS DE CARABAYLLO

- Agentes Pastorales de la Parroquia La Virgen Dolorosa.
- Representantes de Grupos Juveniles de la Parroquia La Virgen Dolorosa.

Informe de Resultados

I. OBJETIVO

Evaluar la calidad de agua de consumo humano con participación ciudadana en zonas de las Diócesis de Chosica, Carabayllo, Lurin, en Lima, considerando la calidad de agua de la cuenca Rímac.

II. MARCO NORMATIVO DE REFERENCIA DEL ESTUDIO

- Constitución Política del Perú.
- Ley N° 28611 “Ley General del Ambiente”.

El estudio resalta los derechos de la persona en concordancia con la Constitución Política del país, que en su artículo 1 manifiesta que “La defensa de la persona humana y el respeto de su dignidad son el fin supremo de la sociedad y del Estado”; y en su artículo 2, inciso 22, menciona que toda persona tiene derecho a “la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida”.

También, el estudio se basa en el principio de corresponsabilidad implícito en el Artículo III de la Ley General del Ambiente N° 28611 indica que:

“Toda persona tiene el derecho a participar responsablemente en los procesos de toma de decisiones, así como en la definición y aplicación de las políticas y medidas relativas al ambiente y sus componentes que se adopten en cada uno de los niveles de gobierno. El Estado concerta con la sociedad civil las decisiones y acciones de la gestión ambiental”.

Este principio de corresponsabilidad en la gestión ambiental se expresa con más detalle en el Capítulo 3, Artículo 113 de la misma ley:

“...Toda persona natural o jurídica, pública o privada, tiene el deber de contribuir a prevenir, controlar y recuperar la calidad del ambiente y de sus componentes...”

Asimismo, en el Título IV, Capítulo 1, Artículo 134, de la vigilancia ciudadana, se enuncia que:

La participación ciudadana puede adoptar las formas siguientes:

- Fiscalización y control visual de procesos de contaminación,
- Fiscalización y control por medio de mediciones, muestreo o monitoreo ambiental,
- Fiscalización y control vía la interpretación o aplicación de estudios o evaluaciones ambientales efectuadas por otras instituciones.

III. BREVE DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LIMA

Lima concentra el 30% de la población del Perú y es abastecida de agua potable principalmente del río Rímac¹, que constituye por ello, una de las cuencas más importantes del país. Este río nace en la vertiente occidental de la cordillera de los Andes, a una altitud máxima de aproximadamente 5,508 metros sobre el nivel del mar. A lo largo de su recorrido, se asientan diversas poblaciones y se desarrollan actividades extractivas, energéticas, industriales y agrícolas. A su llegada a Lima, las aguas del río Rímac son captadas por la empresa Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL) a la Planta de La Atarjea para su tratamiento convencional a través de la dosificación de polímeros, desarenización, primera cloración, dosificación de coagulantes, filtración, decantación, y desinfección a través de una segunda cloración. Luego, el agua tratada es distribuida a la población.

Otra fuente de agua de consumo humano para Lima se encuentra en el subsuelo del cual se extrae agua que es almacenada en reservorios o tanques. Entre las principales fuentes de recarga de la napa freática están las filtraciones de agua que se producen a través del lecho del río Rímac².

IV. REVISIÓN DE ESTUDIOS ANTERIORES

Para el presente estudio, fueron considerados como referencia los siguientes documentos:

- Ministerio de la Presidencia. "Plan de Manejo y Estudios de Factibilidad del Programa Ambiental de la Cuenca del río Rímac". Instituto Nacional de Desarrollo. 1998.
- Ministerio de Energía y Minas. "Evaluación Ambiental Territorial de la Cuenca del río Rímac". Diciembre del 2007.
- Ministerio de Salud. DIGESA, DESAs-Lima Este-Ciudad-Callao. Programa Nacional de Vigilancia de la calidad de recursos hídricos. Rímac, 2005, 2006 y 2007.

1 PNUMA, CONAM, Municipalidad Metropolitana de Lima, Municipalidad Provincial del Callao y el Grupo de Emprendimientos Ambientales. "GEO Lima y Callao", tabla 1.21 pág. 45, año 2005.

2 SEDAPAL. El agua potable. Plantas de Tratamiento de las aguas del río Rímac.

- Ministerio de Salud. DIGESA. Río Rímac y Afluentes 2007 – SEDAPAL.
- Ministerio de Salud. DIGESA. Evaluación de Monitoreo del río Rímac con datos de SEDAPAL - Enero 2009.

V. PROMOVRIENDO LA PARTICIPACIÓN SOCIAL EN LA VIGILANCIA AMBIENTAL DEL AGUA

Para lograr la participación de líderes comunitarios en la evaluación de la calidad del agua potable se ejecutó el siguiente proceso:

- Convocatoria a responsables y líderes.
- Talleres de sensibilización, socialización de conocimientos e información técnica sobre vigilancia ambiental
- Talleres de capacitación en temas de percepción, vigilancia y diseño de un plan de monitoreo de agua.
- Taller de construcción participativa del plan de monitoreo de agua.
- Visitas de conocimiento y/o reconocimiento de la Cuenca Rímac.
- Toma de muestras de agua en forma participativa.
- Visita a la planta de tratamiento de agua SEDAPAL – La Atarjea.

Como fuente de verificación de dicho proceso, se tienen mapas elaborados por los participantes y actas de participación en la toma de muestras.



Promotores dibujando la Cuenca Rímac



Promotores haciendo prácticas de manejo de equipo



Promotores conociendo y/o reconociendo la Cuenca Rímac

VI. EJECUCIÓN DEL PLAN PARTICIPATIVO DE MONITOREO DE AGUA

El proceso de monitoreo se ejecutó de acuerdo a las normas, reglamentos y protocolos siguientes:

Para el agua de consumo humano:

- Reglamento de los requisitos oficiales físicos, químicos y bacteriológicos que deben reunir las aguas de bebida para ser consideradas potables. Resolución Suprema del 17 diciembre del 1946.
- Norma Técnica Peruana NTP-ISO 5667-5, 2001 Parte 5 "Guía para el muestreo de agua de consumo humano y agua utilizada para el procedimiento de comidas y bebidas".

Para las aguas superficiales:

- Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales-DIGESA. 2007.

6.1 LA MUESTRA.-

Consistió en recolectar una porción representativa de agua en forma inopinada.

Los criterios de toma de muestra fueron:

- Representatividad: La muestra debe caracterizar al agua de la zona.
- Identidad: La ubicación del lugar de la toma de muestra debe ser bien definida.
- Homogeneidad: La muestra debe tomarse cuando se asegure una buena mezcla.

Los tipos de muestreo a tomar fueron:

- Puntual.- La muestra se toma en un tiempo y lugar determinado por única vez.
- Compuesto.- Cada 2 horas se toma una muestra en un mismo lugar durante 24 horas.

La toma de muestra para la medición de los diversos parámetros se hizo principalmente al agua de consumo, sin embargo, las mediciones también se efectuaron en las aguas superficiales de la cuenca para evaluar la variación de la calidad de agua en su recorrido por el río antes de su tratamiento. También, se hicieron mediciones con más frecuencia tomando muestras de agua de dos estaciones específicas: una antes de su ingreso a la planta de tratamiento de SEDAPAL – La Atarjea y otra en una vivienda cercana a la planta después de ser tratada, para conocer con más detalle la variación de calidad del agua. Este tipo de muestreo se denomina compuesto.

Los tipos de muestra se clasificaron en:

- Muestra de agua superficial (referida al agua de río).
- Muestra de agua de consumo humano.

6.2 ESTACIONES DE MUESTREO

Las tablas siguientes resumen la ubicación y datos de las estaciones de muestreo:

Tabla N° 01: Estaciones de muestreo de agua superficial de tipo puntual.

N°	Códigos Finales	Zona- Lugar	Coordenadas (UTM)	Altitud (msnm)	Lugar
1	CR-R-A-P-1	Cuenca Alta-Chinchan	363955N 8718732E	4495	Río Winco, antes de su unión con el río Chinchán.
2	CR-R-A-P-2	Cuenca Alta -Chinchan	365599N 8715416E	4321	Río Chinchán, después de la unión del río Winco y Yuracoocha.
3	CR-R-A-P-3	Cuenca Alta -Casapalca	364860N 8711224E	4128	Río Rímac, después de su paso por Casapalca.
4	CR-R-A-P-4	Cuenca Alta - Chicia	362014N 8703382E	3538	Río Rímac, antes del puente Anchi II.
5	CR-B-A-P-1	Cuenca Alta -Chicia	362030N 8703085E	3510	Río Blanco, antes de su desembocadura al río Rímac.
6	CR-R-A-P-5	Cuenca Alta -Chicia	361768N 8702912E	3514	Río Rímac, después de su unión con el río Blanco.
7	CR-R-A-P-6	Cuenca Media-San Mateo	359542N 8701376E	3331	Río Rímac, antes de la descarga de aguas del Túnel Graton.
8	CR-T-AT-P-1*	Cuenca Media -San Mateo	359484N 8701361E	3297	Aguas del Túnel Graton, antes de su descarga al río Rímac. **
9	CR-R-A-P-7	Cuenca Media -San Mateo	359370N 8701069E	3260	Río Rímac, después de su unión con las aguas del Túnel Graton
10	CR-R-A-P-8	Cuenca Media- Tamboraque	357728N 8697598E	2997	Río Rímac, antes de su paso por la Planta Concentradora y relavera de Tamboraque.
11	CR-R-A-P-9	Cuenca Media- Tamboraque	357610N 8697376E	2977	Río Rímac, después de su paso por la relavera de Tamboraque.
12	CR-R-A-P-10	Cuenca Baja -Ricardo Palma	318527N 8681718E	955	Río Rímac, antes de su unión con las aguas del río Santa Eulalia.
13	CR-SE-A-P-1	Cuenca Baja -Santa Eulalia	318682N 8681960E	962	Río Santa Eulalia, debajo del Puente Santa Eulalia.
14	CR-R-A-P-11	Cuenca Baja -Chosica	318017N 8681699E	931	Río Rímac, después de su unión con el río Santa Eulalia.
15	CR-R-A-P-12	Cuenca Baja -Huachipa	293301N 8671505E	409	Río Rímac, debajo del Puente de Huachipa.

* Para el laboratorio posee el código CR-R-A-T-1.

** El Túnel Graton tiene 12 kilómetros de longitud, con su entrada a 3,200 msnm, construido en los años 50 por la empresa Cerro de Pasco Corporation para drenar las galerías de mina de Casapalca, en la cuenca alta del río Rímac. Este túnel corta tres fallas geológicas que brindan a Lima un caudal de agua que fluctúa entre 4 a 6 metros cúbicos por segundo.

Fuente: Modesto Montoya, La ciencia en acción: ¿Agua por los Andes?, 2007 y http://www.ciberjire.com.pe/index.php?option=com_content&task=view&id=1677&Itemid=9.

Tabla N° 02: Estaciones de muestreo de agua consumo humano de tipo puntual

N°	Códigos Finales	Zona	Coordenadas (UTM)	Altitud (msnm)	Lugar de toma de muestra
1	CR-SA-AC-P-1	Cuenca Baja -Santa Anita	285001N 866770E	216	Grifo del domicilio
2	CR-SA-AC-P-2	Cuenca Baja -Santa Anita	284718N 8668295E	214	Grifo del domicilio
3	CR-SA-AC-P-3	Cuenca Baja -Santa Anita	284625N 8667535E	279	Grifo del domicilio
4	CR-SA-AC-P-4*	Cuenca Baja -Santa Anita	285428N 8668131E	270	Grifo del domicilio
5	CR-SL-AC-P-1	Cuenca Baja -San Luis	282745N 8665948E	215	Grifo del domicilio
6	CR-SL-AC-P-2*	Cuenca Baja -San Luis	282845N 8665837E	210	Grifo del domicilio
7	CR-AG-AC-P-1	Cuenca Baja -El Agustino	283032N 8666557E	223	Grifo del domicilio
8	CR-AG-AC-P-2	Cuenca Baja -El Agustino	282608N 8666363E	222	Grifo del domicilio
9	CR-AG-AC-P-3*	Cuenca Baja -El Agustino	284458N 8666127E	261	Grifo del domicilio
10	CR-VI-AC-P-1*	Cuenca Baja -La Victoria	282513N 8665857E	200	Grifo del domicilio
11	CR-AT-AC-P-1	Cuenca Baja -Ate	290335N 8668570E	328	Grifo del domicilio
12	CR-AT-AC-P-2	Cuenca Baja -Ate	294789N 8670911E	434	Grifo del domicilio
13	CR-SM-AC-P-1(1)	Cuenca Baja -San Martín de Porres	275085N 8670154E	100	Grifo del domicilio
14	CR-SM-AC-P-2(2)	Cuenca Baja -San Martín de Porres	275242N 8669371E	115	Grifo del domicilio
15	CR-SM-AC-P-3*	Cuenca Baja -San Martín de Porres	275070N 8670108E	119	Grifo del domicilio
16	CR-SJL-AC-P-1(3)	Cuenca Baja -San Juan de Luiganchó	281136N 8673329E	235	Grifo del domicilio
17	CR-SJL-AC-P-2(4)	Cuenca Baja -San Juan de Luiganchó	281698N 8671931E	233	Grifo del domicilio
18	CR-SJL-AC-P-3(5)	Cuenca Baja -San Juan de Luiganchó	283704N 8678220E	336	Grifo del domicilio
19	CR-SJL-AC-P-4*	Cuenca Baja -San Juan de Luiganchó	285890N 8678002E	442	Grifo del domicilio
20	CR-SJM-AC-P-1(6)	Cuenca Baja -San Juan de Miraflores	285529N 8657170E	148	Grifo del domicilio
21	CR-SJM-AC-P-2(7)	Cuenca Baja -San Juan de Miraflores	284531N 8654939E	84	Grifo del domicilio
22	CR-SJM-AC-P-3(8)	Cuenca Baja -San Juan de Miraflores	287890N 8659266E	294	De recipiente de almacenamiento en domicilio
23	CR-SU-AC-P-1*	Cuenca Baja - Santiago de Surco	284301N 8654512E	87	Grifo del domicilio

Para el laboratorio poseen los códigos: (1) CR-SM-AC-P-01, (2) CR-SM-AC-P-02, (3) CR-SL-AC-P-01, (4) CR-SL-AC-P-02, (5) CR-SL-AC-P-03, (6) CR-SJ-AC-P-01, (7) CR-SJ-AC-P-02 y (8) CR-SJ-AP-P-01, respectivamente.

*Estaciones adicionales en el segundo monitoreo.

Tabla N°03: Estaciones de muestreo de agua superficial y de consumo humano de tipo compuesto.

Códigos Finales	Zona	Coordenadas (UTM)	Altitud (msnm)	Lugar de toma de muestra
CR-R-A-C-1 ^{*(1)}	Cuenca Baja - Santa María de Huachipa ^{**}	287064N 8670570E	290	(A) Río Rímac después de su unión con el río Huaycoloro, antes de la captación de la Planta de Tratamiento
		288607N 8670845E	308	(B) Río Rímac antes de su unión con el río Huaycoloro, antes de la captación de la Planta de Tratamiento.
CR-SA-AC-C-1 ⁽¹⁾	Cuenca Baja - Santa Anita	285197N 8668700E	248	Grifo principal de un comedor popular cercana a la Planta de Tratamiento.

* Para el laboratorio posee el código CR-R-A-C-12.

** Esta estación fue cambiada de(A) a (B) por prohibición de acceso.

(1) En ambos casos, en la codificación de las muestras colectadas, se adicionó al final del código las letras A, B, C... etc. con el fin de diferenciar las horas de monitoreo

6.3 PARÁMETROS

Los parámetros evaluados fueron:

6.3.1 Parámetros físicoquímicos.- Son los principales indicadores de calidad de agua tomados en el campo, se evaluó:

- Potencial de Hidrógeno (pH)
- Temperatura (T)
- Conductividad Eléctrica (CE)
- Oxígeno Disuelto (OD)
- Turbidez (Turb).

La evaluación de estos parámetros se realizó con equipos portátiles debidamente calibrados: Multiparámetro HQ30d marca HACH y Turbidímetro 2100P marca HACH.

6.3.2 Desinfectante secundario.- Evaluado como cloro residual (Cl), el cloro es muy utilizado en la desinfección del agua de consumo. La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda efectuar análisis frecuentes de este parámetro³. Su medición se realizó mediante el Set de Cloro residual, sólo en aguas de consumo humano.

3 Organización Mundial de la Salud, 2006. Guías para la calidad del agua potable. Primer Apéndice a la Tercera Edición. Volumen I, Recomendaciones. Suiza. Pág. 263-264.

6.3.3 Parámetros Inorgánicos.-

Se evaluó la presencia de metales considerados riesgosos para la salud de las personas.

Tabla N°04: Metales analizados, metodología y límite de detección.

Parámetros	Metodología	Límite de Detección de laboratorio
Plomo (Pb)	APHA 3111 B. Pág. 3-17, 21st Edition 2005. Metals by flame atomic absorption Spectrometry – B. Direct Air– Acetylene Flame Method.	<0.009 mg/L
Cadmio (Cd)	APHA 3111 B. Pág. 3-17, 21st Edition 2005. Metals by flame atomic absorption Spectrometry – B. Direct Air– Acetylene Flame Method.	<0.002 mg/L
Mercurio (Hg)	EPA 245.1. Rev.3.0 1994. Cold Vapor Atomic Absorption Spectrometry.	<0.00021 mg/L
Arsénico (As)*	APHA 3114 C. Pág. 3-37, 21st Edition 2005. Continuous Hydride Generation / Atomic Absorption Spectrometric Method.	<0.00025 mg/L

*Analizado en el laboratorio como metales totales. Metal o metaloide en caso del Arsénico.

6.3.4 Parámetros Microbiológicos.-

Su presencia es indicador que el agua puede estar contaminada con aguas residuales u otro tipo de desechos en descomposición⁴.

Tabla N°05: Parámetros Microbiológicos analizados, metodología y límite de detección.

Parámetros	Metodología	Límite de Detección
Coliformes Totales (CT)	APHA 9221 B. Pág. 9-49, 21st Edition 2005. Standard Total Coliform Fermentation Technique.	1,8 NMP/100MI (Agua superficial) • 1,1 NMP/100mL (Agua potable)
Coliformes Fecales (CF)	APHA 9221 E. Pág. 9-56, 21st Edition 2005. Fecal Coliform Procedure.	1,8 NMP/100MI (Agua superficial) • 1,1 NMP/100mL (Agua potable)

6.4 LA TOMA DE MUESTRA

Se llevó a cabo de acuerdo a lo programado en el plan diseñado, con una significativa y activa participación de líderes y pobladores capacitados en calidad de promotores ambientales. La siguiente tabla resume la información:

4 Gerard Kiely. Ingeniería ambiental. Volumen I. Mc Graw Hill. Pág. 158-169.



Tomando muestra de agua en el Río.

Tabla N°06. Información de la toma de muestra realizada.

Monitoreo	Fecha	Tipo de muestreo	Tipo de muestra	N° de Estaciones	Condiciones Climáticas
Primero	26 de junio de 2009	Compuesto	Agua superficial y de consumo	2	Nublado
	27 de junio de 2009	Puntual	Agua de consumo humano	16	Nublado
	28 de junio de 2009	Puntual	Agua superficial	15	Soleado
Segundo	18 de julio de 2009	Puntual	Agua de consumo humano	23	Nublado
	19 de julio de 2009	Puntual	Agua superficial	15	Soleado
	20 de julio de 2009	Compuesto	Agua superficial y de consumo	2	Con ligera llovizna en horas de la mañana



Tomando muestra de agua en un domicilio

6.5 LABORATORIO

El contenido de metales y los parámetros microbiológicos se analizaron en el Laboratorio ECOLAB S.R.L. de la ciudad de Lima, laboratorio acreditado y certificado por INDECOPI según Resolución 115-2007/CRT-INDECOPI.

6.6 CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad se hizo desde el inicio, siguiendo con rigurosidad lo indicado en los protocolos. Todas las muestras fueron recolectadas en frascos estériles, debidamente preservados y transportados en coolers refrigerados, los cuales fueron recepcionados por el laboratorio antes de las 24 horas. Además, se contó con blancos viajeros y duplicados de muestras.

6.7 ESTÁNDARES DE REFERENCIAS PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Para analizar e interpretar la calidad del agua de consumo humano y el agua superficial, se consideraron como referencia estándares internacionales y estándares correspondientes de acuerdo a la legislación nacional vigente.

Para el agua de consumo humano:

- Resolución Directoral N° 3930-2009/DIGESA/SA, que aprueba la “Directiva para la interpretación de resultados de ensayo de análisis para agua de consumo humano y aguas residuales domésticas”.
- Reglamento de los requisitos oficiales físicos, químicos y bacteriológicos que deben reunir las aguas de bebida para ser consideradas potables- Resolución Suprema del 17 de diciembre del 1946.
- Guía para la calidad de agua potable de la Organización Mundial de la Salud. Tercera Edición. 2004.

Para las aguas superficiales:

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. D.S. N° 002-2008-MINAM, Categoría 1: Poblacional y recreacional, aguas superficiales destinadas para producción de agua potable, sub categoría A2: aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional, y Categoría 3: Riego de Vegetales y bebida de animales. Las categorías se seleccionaron por los usos que la población le da al agua.



Letrero que indica la ubicación en la descarga de las aguas del túnel Graton.

TABLA N°7: VALORES DE REFERENCIA DE CALIDAD AMBIENTAL DE AGUA DE CONSUMO HUMANO Y AGUAS SUPERFICIALES.			
Parámetro	Unidad	Agua consumo humano	
		Res. Dir. N°3930-2009/DIGESA/SA 29/set/2009	OMS (2004)
		Resolución Suprema s/n 17/dic/1946	
Parámetros Físicos y Químicos			
pH	Unidad de pH	<10.6	NE
Oxígeno disuelto	mg/L	NE	5.5- 9.0
Conductividad eléctrica	µS/cm	NE	≥5
Turbidez	UNT	<1.33 ⁽¹⁾	1600
			100
Desinfectante Secundario			
Cl residual	mg/L	NE	5.0 (C)
			NE
Inorgánicos			
Arsénico	mg/L	0.1	0.01 (P)
Cadmio	mg/L	NE	0.003
Mercurio	mg/L	NE	0.001
Plomo	mg/L	0.1	0.01
			0.05
Parámetros Microbiológicos			
Coliformes Fecales	NMP/ 100 mL	<2.2 ⁽²⁾	0 ⁽³⁾
Coliformes Totales	NMP/ 100 mL	NE	NE
			2000
			3000
			1000 *
			5000 *

NE: No especifica valor.

* Para tallo bajo

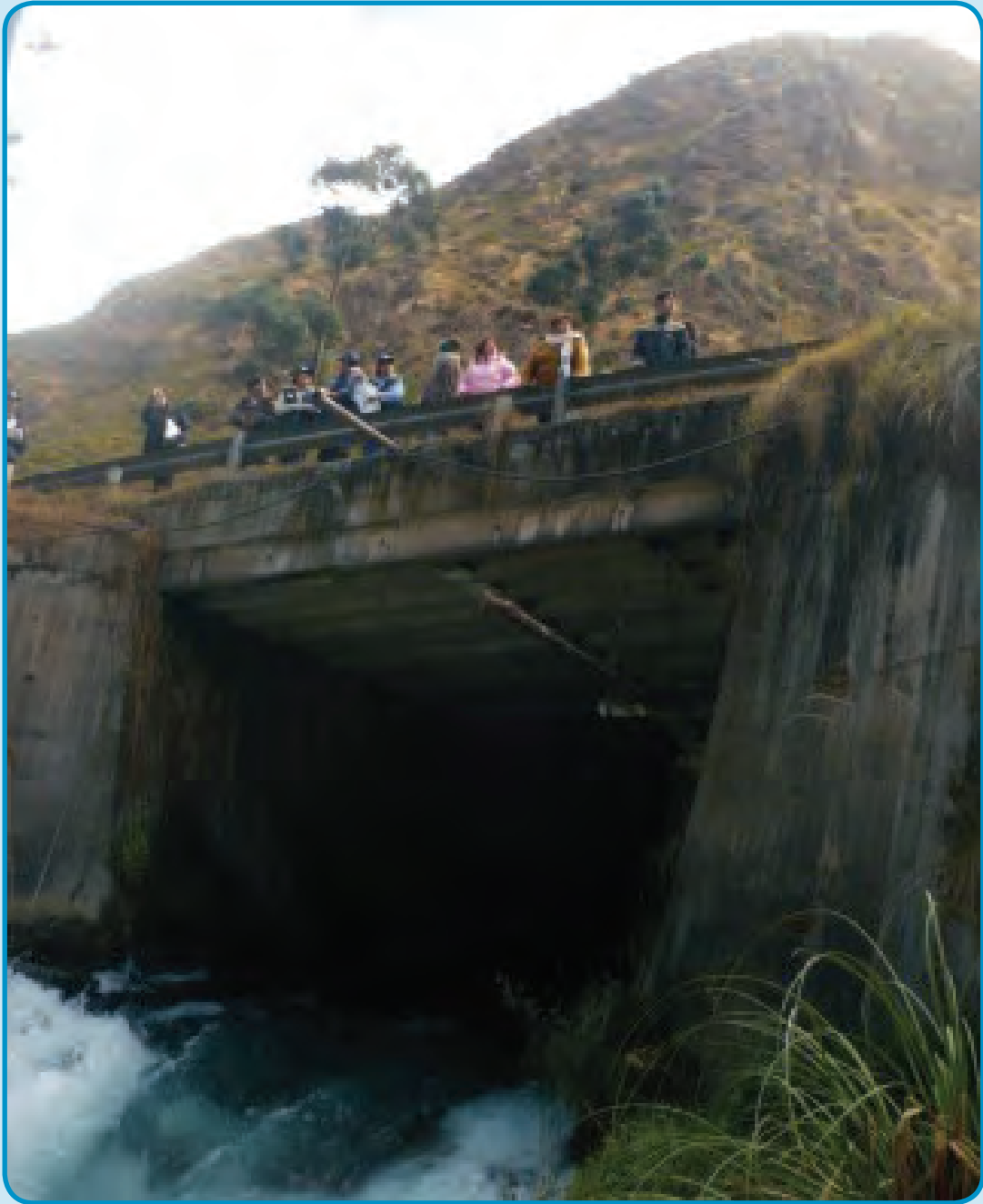
(1) Equivalente de 10 ppm (7.5 ppm de SiO₂ = 1 UNT <http://arturobola.tripod.com/turbi.htm>) la turbidez no debe exceder este valor. UNT = Unidad Nefelométrica de Turbiedad

(2) Una sola muestra Standard, interpretada aisladamente, será considerada BACTERIOLOGICAMENTE PURA cuando ninguna de las 5 Porciones Standard examinadas muestren presencia de gérmenes del grupo coliforme.

(3) No detectable en ninguna muestra de 100 mL

(C): Para que la desinfección sea eficaz, debe haber una concentración residual de cloro libre ≥ 0.5 mg/L tras un tiempo de contacto de al menos 30 min a pH <8

(P): Valor de referencia provisional dado que hay evidencia de que la sustancia es peligrosa, pero existe escasa información disponible relativa a sus efectos sobre la salud.



Túnel Graton.



Promotora ambiental midiendo parámetros de campo.

VII. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS EN EL CAMPO Y EL LABORATORIO

Las tablas siguientes muestran los resultados de campo y laboratorio de todos los parámetros evaluados.

TABLA N°8: RESULTADOS DE LOS PARAMETROS EVALUADOS DE LAS MUESTRAS DE AGUA SUPERFICIAL DE LA CUENCA RIMAC MUESTREO PUNTUAL

N°	Código Final	Monitoreo	Hora	Parámetros fisicoquímicos			Contenido de metales					Parámetros microbiológicos			
				pH	T (°C)	OD (mg/L)	CE (µs/cm)	Turb. (UNT)	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)	Hg (mg/L)	As (mg/L)	CT (NIMP/100 mL)	CF (NIMP/100 mL)	
1	CR-R-A-P-1	M1	11:15	7,9	7	7,8	264	22,6	<0,0021	<0,009	<0,002	<0,00021	0,0031	4,5	<1,8
		M2	11:00	7,7	7,3	7,2	288	4,9	<0,0021	<0,009	<0,002	<0,00021	0,0025	23	<1,8
2	CR-R-A-P-2	M1	11:35	8	11,6	6,9	420	1,3	<0,0021	<0,009	<0,002	<0,00021	0,0024	2	<1,8
		M2	10:55	8	11,4	6,4	415	0,9	<0,0021	<0,009	<0,002	<0,00021	0,003	360	<1,8
3	CR-R-A-P-3	M1	12:25	7,9	11	7	766	10,7	0,025	0,025	<0,002	<0,00021	0,0133	240	<1,8
		M2	12:05	7,7	12,2	6,9	854	11,7	0,02	0,02	<0,002	<0,00021	0,0115	240	49
4	CR-R-A-P-4	M1	12:55	8,1	12	7,7	790	9,9	<0,0021	<0,009	<0,002	<0,00021	0,0121	2	<1,8
		M2	12:27	8,2	11,5	7,7	821	3,5	<0,0021	0,016	<0,002	<0,00021	0,0097	49	<1,8
5	CR-B-A-P-1	M1	13:20	8	11,7	8	280	4	<0,0021	<0,009	<0,002	<0,00021	0,0038	23	<1,8
		M2	12:52	7,7	12	7,5	241	4,8	<0,0021	<0,009	<0,002	<0,00021	0,0043	360	49
6	CR-R-A-P-5	M1	13:31	8,1	11,8	6,8	552	6,3	<0,0021	<0,009	<0,002	<0,00021	0,0075	<1,8	<1,8
		M2	12:53	8	11,6	7,5	444	4,3	<0,0021	<0,009	<0,002	<0,00021	0,0059	920	<1,8
7	CR-R-A-P-6	M1	14:00	7,9	11	8	548	10,3	<0,0021	<0,009	<0,002	<0,00021	0,0067	240	23
		M2	13:30	7,9	11,6	7,7	457	4,3	<0,0021	<0,009	<0,002	<0,00021	0,0065	240	23
8	CR-T-AT-P-1*	M1	14:05	7,1	19,1	5,8	1054	4,2	<0,0021	0,008	0,008	<0,00021	0,0439	<1,8	<1,8
		M2	13:23	7,3	19,6	6	1074	4,8	0,03	0,006	0,006	<0,00021	0,0478	540	<1,8
9	CR-R-A-P-7	M1	14:39	7,8	16,8	6,9	912	4,6	<0,0021	<0,009	0,006	<0,00021	0,0373	<1,8	<1,8
		M2	14:00	7,8	16,6	7	850	6,9	0,023	0,003	<0,0021	0,0331	2	<1,8	
10	CR-R-A-P-8	M1	14:45	7,8	16,7	7,3	917	5,8	0,025	0,004	0,004	<0,00021	0,04	4,5	<1,8
		M2	16:28	7,7	16,8	7,2	859	13,2	0,032	0,002	<0,0021	0,0325	23	5,6	
11	CR-R-A-P-9	M1	15:15	7,8	16,1	7,1	905	6,7	<0,0021	0,004	0,004	<0,00021	0,0369	2	<1,8
		M2	16:25	7,9	16,8	7,1	868	4,3	0,026	0,003	<0,0021	0,0323	2	<1,8	
12	CR-R-A-P-10	M1	16:55	7,5	20,5	8	798	5,5	<0,0021	<0,009	<0,002	<0,00021	0,0234	920	33
		M2	17:10	7,6	20,9	7,6	807	7,6	<0,0021	<0,009	<0,002	<0,00021	0,0233	1600	540
13	CR-SE-A-P-1	M1	17:20	7,7	18,6	8,5	584	4,8	<0,0021	<0,009	<0,002	<0,00021	0,0142	240	23
		M2	16:59	8	19,6	8,3	573	2,4	<0,0021	<0,009	<0,002	<0,00021	0,0096	1600	920
14	CR-R-A-P-11	M1	17:58	7,6	18,2	8,5	550	3,5	<0,0021	<0,009	<0,002	<0,00021	0,0169	1400	920
		M2	17:45	7,2	19,5	8	704	5,9	<0,0021	<0,009	<0,002	<0,00021	0,0189	1600	920
15	CR-R-A-P-12	M1	19:09	7,9	16,8	9,5	627	7,9	<0,0021	<0,009	0,002	<0,00021	0,0223	920	350
		M2	18:23	7,9	17,4	9,5	610	5,4	<0,0021	<0,009	<0,002	0,00033	0,0231	920	240
D.S. N° 002-2008-MINAN 30/jul/2008	Cat 1, AZ. Tratamiento Convencional			5,5-9,0	NE	≥5	1600	100	0,05	0,003	0,002	0,01	3000	2000	
				5,5-8,5	NE	≥4	<2000	NE	0,05	0,005	0,001	0,05	5000	1000	
R.M. - 011-96-EM/VM 13/ene/1996 (a)	Niv. Máx. Perm. para Unidades Minera Metalúrgicas en Oper. o que reinician Oper.			>6 y <9	NE	NE	NE	NE	0,4	NE	NE	1	NE	NE	
				5,5-10,5	NE	NE	NE	NE	1	NE	NE	1	NE	NE	

NE: No especifica valor. * Efluente de actividad minera. (a) Aplicable a efluente de actividad minera (CR-T-AT-P-1). Los valores que presentan el signo (<) "menor que", indican que dicho parámetro es menor al límite de detección de la metodología empleada por el laboratorio.

La tabla N° 8 contiene los resultados de campo y de laboratorio de los parámetros evaluados en el primer monitoreo (M1) y en el segundo monitoreo (M2) de las muestras de agua superficial recolectadas en la cuenca del río Rimac. Estos resultados comparados a los estándares para agua superficial nos indican la variación de la calidad de agua en la cuenca. Las estaciones de muestreo (1-15) están ordenadas de la cuenca alta hacia la cuenca baja.

TABLA N°9: RESULTADOS DE LOS PARAMETROS EVALUADOS DEL AGUA SUPERFICIAL DEL RÍO RÍMAC ANTES DE SU TRATAMIENTO MUESTREO COMPUESTO

Muestras	Monitoreo	Hora	Parámetros fisicoquímicos				Contenido de metales						Parámetros microbiológicos	
			pH	T (°C)	OD (mg/L)	CE (µS/cm)	Turb. (UNT)	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)	Hg (mg/L)	As (mg/L)	CT (NMP/100 mL)	CF (NMP/100 mL)	
A	M1*	11:10	7,1	21,1	8,3	997	32,4	0,002	<0,00021	0,0245	14000	1600		
	M2	9:31	7,9	16,8	9,4	628	12,2	<0,009	<0,00021	0,0221	920	240		
B	M1*	13:30	7,6	22,2	5,9	1426	63	<0,009	<0,00021	0,0237	9200000	24000		
	M2	11:20	7,9	16,8	9,3	645	5,8	<0,009	<0,00021	0,0226	3500	1600		
C	M1	16:09	7,6	17,9	8,6	613	29,1	<0,009	<0,00021	0,0248	11000	1600		
	M2	13:29	7,9	17	9,4	623	9,9	<0,009	<0,00021	0,0234	5400	1600		
D	M1	17:09	7,6	17,8	8,9	613	18,9	<0,009	<0,00021	0,0246	9200	1100		
	M2	15:34	7,8	17	9,3	622	10,2	<0,009	<0,00021	0,0232	5400	1600		
E	M1	19:00	7,5	17,1	9	628	19,2	<0,009	<0,00021	0,0252	350	240		
	M2	17:40	7,8	16,9	9,3	608	9,9	<0,009	<0,00021	0,0232	1600	240		
F	M1	21:00	7,7	16,5	9,2	622	19,8	<0,009	<0,00021	0,025	350	240		
	M2	19:30	7,7	16,8	9,3	618	9,9	<0,009	<0,00021	0,0235	1600	240		
G	M1	23:35	7,8	16,7	8,7	624	20,3	<0,009	<0,00021	0,0259	540	240		
	M2	21:35	7,9	16,4	9,3	619	11	<0,009	<0,00021	0,0235	5400	920		
H	M1	1:45	7,8	16,5	8,9	620	12,4	<0,009	<0,00021	0,0245	1600	920		
	M2	23:40	7,7	16,1	8,7	616	8	0,009	<0,00021	0,0222	1600	240		
I	M1	3:45	7,4	16,4	8,9	638	11,8	<0,009	<0,00021	0,0234	1600	920		
	M2	1:35	7,8	16,1	9,4	603	6,8	<0,009	<0,00021	0,0225	1600	240		
J	M1	5:32	7,8	16,1	8,9	632	11,6	0,009	<0,00021	0,0238	1600	920		
	M2	3:35	7,8	16,1	8,7	623	6,3	<0,009	<0,00021	0,0222	3500	240		
K	M1	7:36	7,7	16,2	8,9	641	15,3	<0,009	<0,00021	0,0238	1600	920		
	M2	5:35	7,9	16,1	9,5	625	7,6	<0,009	<0,00021	0,0223	3500	240		
L	M1	9:32	8	16,6	9,1	635	20,4	<0,009	<0,00021	0,0238	350	240		
	M2	7:35	7,8	16,4	9,6	615	11	<0,009	<0,00021	0,0228	9200	1600		
Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM - 30/jul/2008			5,5-9,0	NE	≥5	1600	100	0,05	0,003	0,002	0,01	3000	2000	

NE: No especifica valor.
Los valores que presentan el signo (<) "menor que", indican que dicho parámetro es menor al límite de detección de la metodología empleada por el laboratorio.

* Muestras tomadas en el Río Rímac después de la unión con el río Huaycoloro, los demás muestras se tomaron antes de esta unión.

La tabla N° 9 contiene los resultados de campo y laboratorio de los parámetros evaluados en el primer monitoreo (M1) y segundo monitoreo (M2) de las muestras de agua superficial tomadas en el río Rímac antes de su ingreso a la Planta de Tratamiento. Las muestras fueron recolectadas en un mismo punto –excepto en *- cada 2 horas. Estos resultados comparados con los estándares para agua superficial destinada a producción de agua potable (DS N° 002-2008-MINAM – A2) indican la variación de agua en un periodo de 24 horas.

TABLA N° 10: RESULTADOS DE LOS PARAMETROS EVALUADOS DEL AGUA DE CONSUMO DESPUES DE SU TRATAMIENTO MUESTREO COMPUESTO

Muestras	Monitoreo	Hora	Parámetros fisicoquímicos					Desinfectante Secundario	Contenido de metales					Parámetros microbiológicos	
			pH	T (°C)	OD (mg/L)	CE (µS/cm)	Turb. (UNT)		Cl (mg/L)	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)	Hg (mg/L)	As (mg/L)	CT (NMP/100 mL)	CF (NMP/100 mL)
A	M1	9:00	8	22.4	8.2	674	1.1	2.5	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0096	<1.1	<1.1	
	M2	9:00	8	21	9.3	652	0.7	1	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0076	<1.1	<1.1	
B	M1	11:00	7.6	20.6	7.5	671	0.7	1.5	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0091	<1.1	<1.1	
	M2	11:00	7.9	20	9.5	647	1.5	1.5	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0085	<1.1	<1.1	
C	M1	13:00	7.9	21	8.3	671	0.7	2	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0086	<1.1	<1.1	
	M2	13:00	8.1	20.2	9.4	651	0.6	1.5	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0086	<1.1	<1.1	
D	M1	15:00	7.8	20.5	8.3	670	0.9	2	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0071	<1.1	<1.1	
	M2	15:00	8.1	19.9	9.6	650	2.4	2	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0087	<1.1	<1.1	
E	M1	17:00	7.9	21	8.4	670	1.5	1.5	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0071	<1.1	<1.1	
	M2	17:00	8.1	20.4	9.4	649	2.3	1.5	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0083	<1.1	<1.1	
F	M1	19:00	8.1	20	8.2	660	0.6	3	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0069	<1.1	<1.1	
	M2	19:00	8.1	18.7	9.6	647	0.4	1.5	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0086	<1.1	<1.1	
G	M1	21:05	8	21.3	9.2	668	0.8	3	<0.009	0.002	<0.00021	0.0068	<1.1	<1.1	
	M2	21:00	7.6	19.5	9.5	649	0.9	2	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0086	<1.1	<1.1	
H	M1	23:05	8	20.2	8.3	664	1	3	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0056	<1.1	<1.1	
	M2	23:00	8	20.5	9.4	650	1.3	2	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0085	<1.1	<1.1	
I	M1	1:00	8.1	20.3	8.2	665	1.7	2.5	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0057	<1.1	<1.1	
	M2	1:00	8.3	20.1	9.6	650	0.5	2.5	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0077	<1.1	<1.1	
J	M1	3:00	7.2	19.9	7.5	669	1	1.5	0.009	<0.002	<0.00021	0.0057	<1.1	<1.1	
	M2	3:00	8.1	21	9.4	651	2.9	2	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0081	<1.1	<1.1	
K	M1	5:00	7.5	19.4	7.9	667	1.3	2.5	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0057	<1.1	<1.1	
	M2	5:00	7.8	19.2	9.6	649	1.5	2	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0083	<1.1	<1.1	
L	M1	7:00	8	20.3	7.5	661	1.1	1.5	<0.009	<0.002	<0.00021	0.006	<1.1	<1.1	
	M2	7:00	7.8	19	9.7	650	1.7	2.5	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0086	<1.1	<1.1	
Resolución Directoral N° 3930-2009/DIGESA/SA 24/sep/2009	OMS (2004)		NE	NE	NE	NE	NE	NE	5.0 (C)	0.01	0.003	0.001	NE	0 (1)	
	R.S. s/in 17/dic/1946		<10.6	NE	NE	NE	<1.33 (2)	NE	0.1	NE	NE	0.1	NE	<2.2	

NE: No especifica valor.
 (1) No debe ser detectable en ninguna muestra de 100 mL
 (2) Equivalente de 10 ppm (7.5 ppm de SiO₂ = 1 UNT <http://arturoboia.tripod.com/turbi.htm>) la turbidez no debe exceder este valor. UNT = Unidad Nefelométrica de Turbiedad
 (C): Para que la desinfección sea eficaz, debe haber una concentración residual de cloro libre ≥ 0.5 mg/L tras un tiempo de contacto de al menos 30 min a pH <8
 (P): Valor de referencia provisional dado que hay evidencia de que la sustancia es peligrosa, pero existe escasa información disponible relativa a sus efectos sobre la salud.
 Los valores que presentan el signo (<) "menor que", indican que dicho parámetro es menor al límite de detección de la metodología empleada por el laboratorio.

La tabla N° 10 contiene los resultados de campo y laboratorio de los parámetros evaluados del agua de consumo humano. La muestra se recolectó en una vivienda que funciona como comedor de madres, cercano a la Planta de Tratamiento. La recolección de la muestra de agua se hizo cada 2 horas en un período de 24 horas. Estos resultados comparados con la RD 3930-2009/DIGESA/SA indican la variación de la calidad de agua potable que suministraría la Planta de la Atarjea de SEDAPAL.

TABLA N° 11: RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS DE LAS MUESTRAS DE AGUA DE CONSUMO HUMANO EN ZONAS DE LIMA CON INFLUENCIA DEL RÍO RIMAC-MUESTREO PUNTUAL

N°	Código Final	Muestreo	Hora	Parámetros fisicoquímicos				Destintante Secundario	Contenido de metales					Parámetros microbiológicos	
				pH	T (°C)	OD (mg/L)	CE (µS/cm)		Turb. (UNT)	Cl (mg/L)	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)	Hg (mg/L)	As (mg/L)	CT (NMP/100)
1	CR-SA-AC-P-1	M1	11:30	7.5	19.7	9.1	660	0.6	1	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0065	<1.1	<1.1
		M2	09:20	7.6	19.6	9.5	636	0.3	2	<0.009	<0.002	<0.00021	0.006	<1.1	<1.1
2	CR-SA-AC-P-2	M1	12:24	7.6	18.1	9.2	667	0.7	1.5	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0044	<1.1	<1.1
		M2	09:57	7.3	18.1	9.5	634	0.6	2	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0074	<1.1	<1.1
3	CR-SA-AC-P-3	M1	13:20	7.5	18.1	9.3	658	0.7	2	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0042	<1.1	<1.1
		M2	11:06	7.2	18.3	9.7	637	0.4	2	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0076	<1.1	<1.1
4	CR-SA-AC-P-4	M1	10:25	7.6	18.6	9.2	637	0.3	2	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0037	<1.1	<1.1
		M2	15:34	7.2	20.3	8.9	635	0.7	2	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0066	<1.1	<1.1
5	CR-SL-AC-P-1	M1	11:59	7.1	19.5	9	614	0.5	2	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0066	<1.1	<1.1
		M2	14:27	7.1	18.7	9.1	617	0.5	2	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0068	<1.1	<1.1
6	CR-SL-AC-P-2	M1	16:35	7.1	18.1	9.3	636	0.7	1.5	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0061	<1.1	<1.1
		M2	13:18	7.2	18.6	9.3	614	0.5	2	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0067	<1.1	<1.1
7	CR-AG-AC-P-1	M1	17:11	7	18.5	9.4	639	0.7	2	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0065	<1.1	<1.1
		M2	15:00	7.1	18.8	9.5	616	0.5	2	<0.009	<0.002	<0.00021	0.007	<1.1	<1.1
8	CR-AG-AC-P-2	M1	15:37	7.6	21.8	7.2	749	0.4	2	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0027	<1.1	<1.1
		M2	13:54	7.1	18.7	9	614	0.9	1.5	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0068	<1.1	<1.1
9	CR-AG-AC-P-3	M1	18:35	7.2	22.3	8.2	874	0.3	2	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0027	<1.1	<1.1
		M2	17:19	7.6	22.3	8.3	876	0.2	>3*	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0022	<1.1	<1.1
10	CR-AT-AC-P-1	M1	20:04	7	21.9	8.1	874	0.2	2	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0031	<1.1	<1.1
		M2	18:29	7.2	21.8	8.3	862	0.6	2	<0.009	<0.002	<0.00021	0.003	<1.1	<1.1
11	CR-SM-AC-P-1	M1	11:00	8	19.3	7.6	652	0.8	2.5	<0.009	<0.002	<0.00021	0.005	<1.1	<1.1
		M2	15:40	7	19.1	10.4	628	1.1	1.5	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0074	<1.1	<1.1
12	CR-SM-AC-P-2	M1	11:43	7.8	19.7	9.5	652	1.8	1.5	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0067	<1.1	<1.1
		M2	16:25	7.4	19.7	11.4	627	1.4	1.5	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0066	<1.1	<1.1
13	CR-SM-AC-P-3	M1	12:50	8.1	19.3	7.5	653	0.9	1.4	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0069	<1.1	<1.1
		M2	20:05	7.1	20	9.3	627	0.6	1.5	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0066	<1.1	<1.1
14	CR-SJL-AC-P-1	M1	13:45	7.9	19	9.6	651	1.3	2	<0.009	<0.002	<0.00021	0.006	<1.1	<1.1
		M2	20:35	6.9	20	9.6	641	2.4	1	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0067	<1.1	<1.1
15	CR-SJL-AC-P-2	M1	14:30	7.9	18.7	7.8	651	1.4	2	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0049	<1.1	<1.1
		M2	18:20	7.3	19.1	10.2	631	3	1.5	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0075	<1.1	<1.1
16	CR-SJL-AC-P-3	M1	17:40	7.3	19.2	8.9	638	1.1	0	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0066	<1.1	<1.1
		M2	17:30	7.4	19.5	9.9	665	0.8	>3*	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0045	<1.1	<1.1
17	CR-SJM-AC-P-1	M1	13:25	7.3	19.3	9.7	636	1.2	3	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0068	<1.1	<1.1
		M2	18:26	7.9	17.8	9.3	662	1.2	2	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0038	<1.1	<1.1
18	CR-SJM-AC-P-2	M1	14:00	7.1	19.2	9.3	638	5.1	3	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0076	<1.1	<1.1
		M2	16:50	7.4	17.1	7.5	664	1.3	0.5	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0096	<1.1	<1.1
19	CR-SJM-AC-P-3	M1	12:45	7.3	17.8	9.3	630	3.3	0.5	0.01	<0.002	<0.00021	0.0036	<1.1	<1.1
		M2	14:25	6.9	20.1	8.9	637	2.1	>3*	<0.009	<0.002	<0.00021	0.0063	<1.1	<1.1
20	Resolución Directoral N° 3930-2009/DIGESA/SA	OMS (2004)	NE	NE	NE	NE	NE	NE	6.0 (C)	0.01	0.003	0.001	0.01(P)	NE	0 (1)
21	R.S.		<10.6 (2)	NE	NE	NE	NE	NE	NE	0.1	NE	NE	0.1	NE	<2.2
22	s/n 17/dic/1946														

(1) No debe ser detectable en ninguna muestra de 100 mL. (2) Valor para aguas tratadas. *El rango de medición del Kit de cloro fue de 0 a 3 mg/l. NE: No especifica valor.
 (3) Equivalente de 10 ppm (7.5 ppm de SiO2 = 1 UNT http://arturoboia.tripod.com/turbi.htm) la turbidez no debe exceder este valor. UNT = Unidad Nefelométrica de Turbiedad
 (C): Para que la desinfección sea eficaz, debe haber una concentración residual de cloro libre ≥ 0.5 mg/L tras un tiempo de contacto de al menos 30 min a pH <8
 (P): Valor de referencia provisional dado que hay evidencia de que la sustancia es peligrosa, pero existe escasa información disponible relativa a sus efectos sobre la salud.
 Los valores que presentan el signo (<) "menor que", indican que dicho parámetro es menor al límite de detección de la metodología empleada por el laboratorio.

La tabla N° 11 contiene los resultados de campo y laboratorio de los parámetros evaluados del agua de consumo humano. Las muestras se recolectaron en diversas viviendas que consumen agua con influencia de la cuenca del río Rimac. Los resultados corresponden al primer monitoreo (M1) y al segundo monitoreo (M2). Los resultados comparados con los estándares que indica la RD N° 39.30 - 2009/DIGESA/SA señalan la calidad de agua potable que suministran las fuentes de agua muestreadas en estas viviendas.



Foto mostrando la toma de muestra de agua en estación ubicada después de los depósitos de relave de Tamboraque.

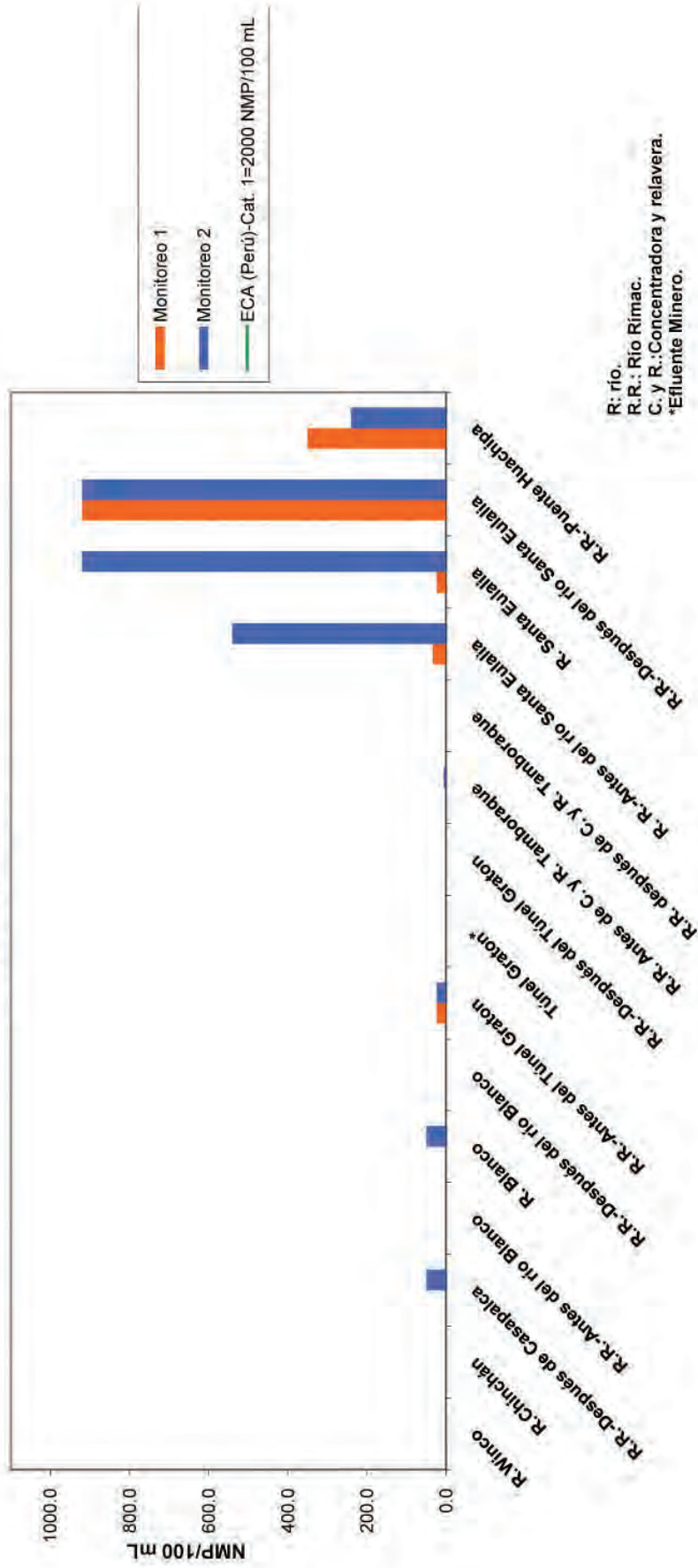
VIII. COMENTARIOS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Para este propósito se presentan en forma gráfica los resultados de los datos más significativos, a fin de que se pueda visibilizar la variación de valores de los diversos parámetros.

Los comentarios están referidos a: agua usada para el consumo humano; los parámetros evaluados en la cuenca de muestreo superficial; y los parámetros del muestreo compuesto antes y después del tratamiento del agua para ser potabilizada.

La interpretación se hace comparando los resultados reportados en los monitoreos con los valores que la normatividad señala para cada caso de acuerdo al uso del agua.

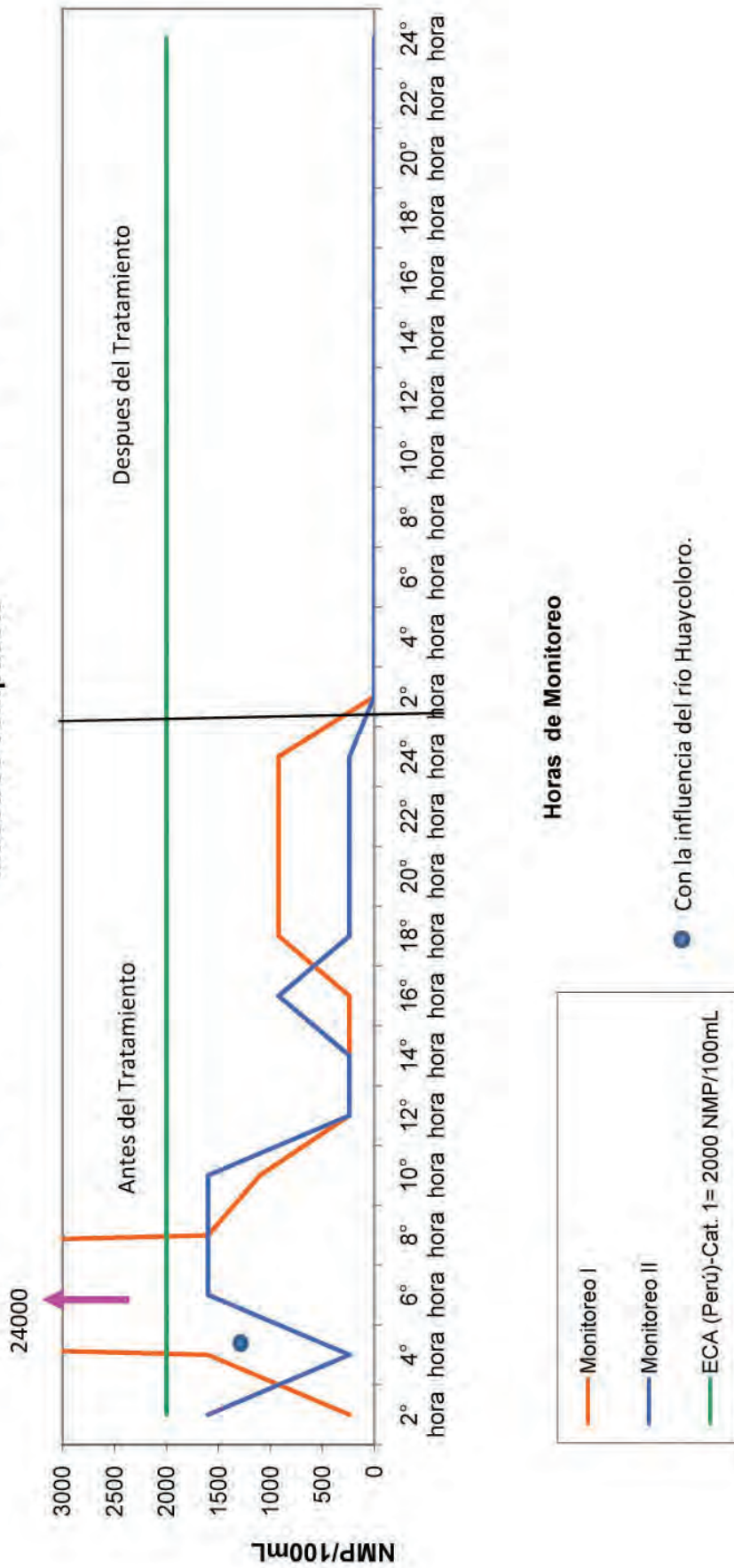
Gráfico N° 01: Cantidades de coliformes fecales en el agua superficial de la Cuenca Rímac
Muestreo puntual



Estaciones de Monitoreo

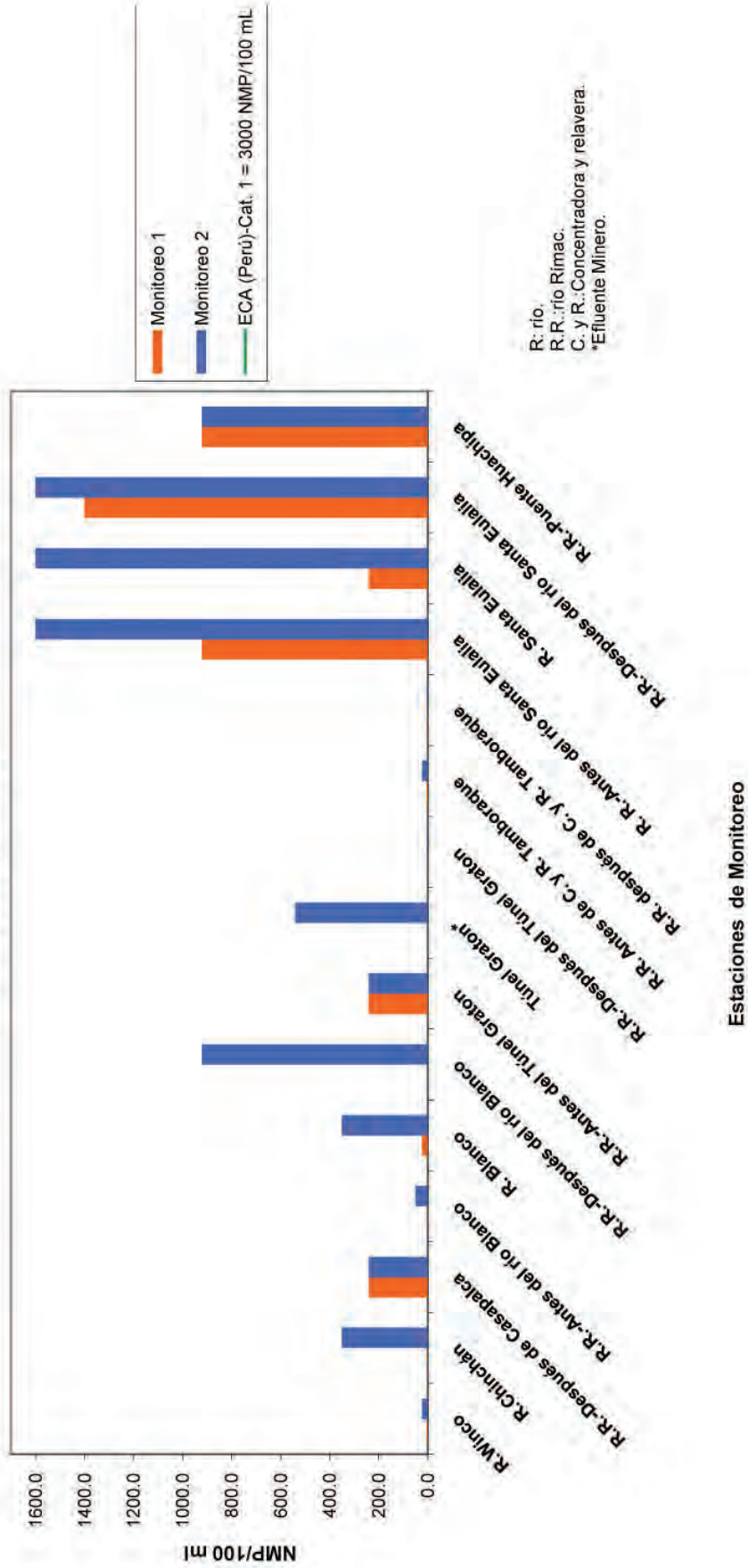
El gráfico muestra el contenido de coliformes fecales en el río Rímac desde un punto cercano a su nacimiento, el río Winco, hasta el Puente Huachipa. Se puede notar el incremento de este parámetro conforme el agua discurre cuenca abajo.

Gráfico N°02: Variación de coliformes fecales antes y después de la Planta de Tratamiento
Muestreo compuesto



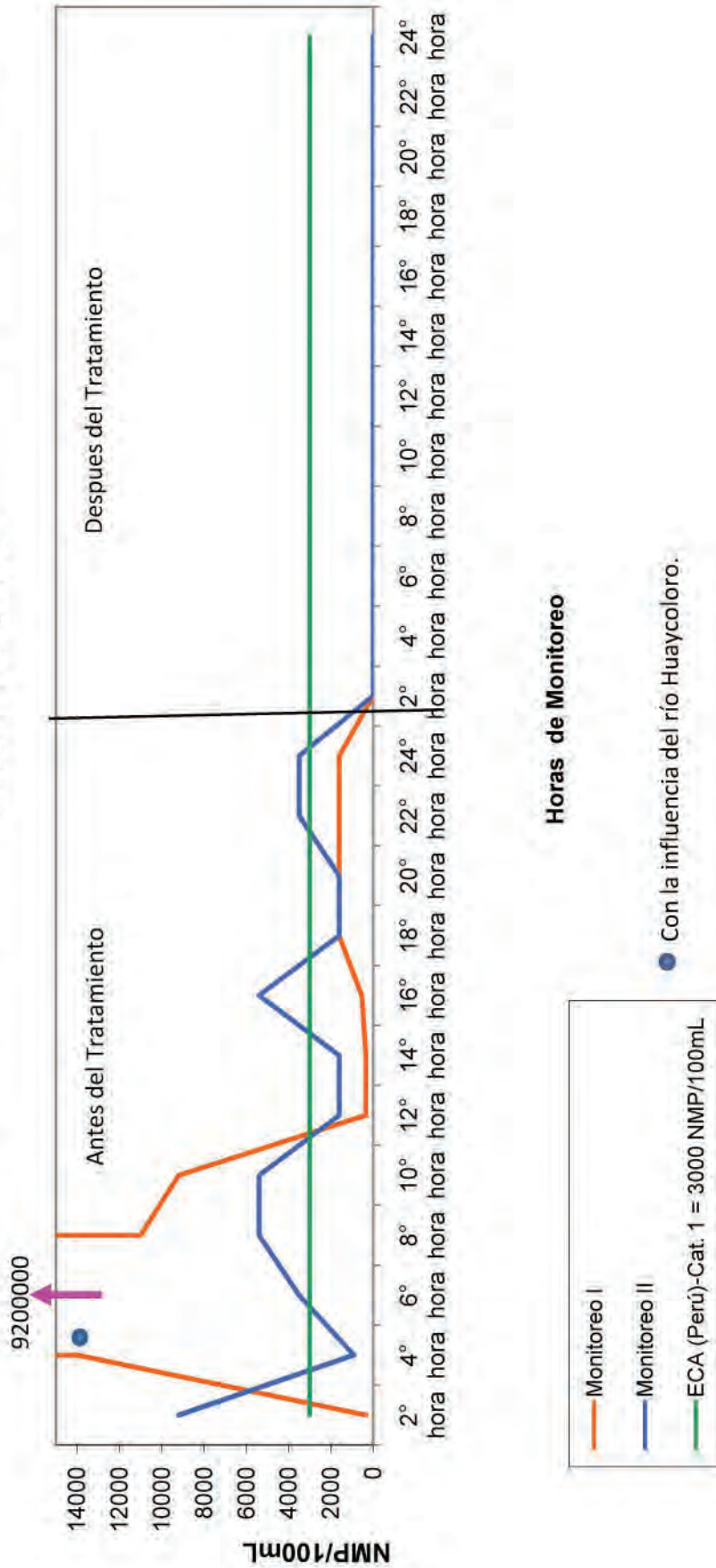
El gráfico muestra comparativamente el contenido de coliformes fecales en el agua del muestreo compuesto (24 horas) realizadas en estaciones fijas antes y después del tratamiento del agua. Se aprecia que el contenido de coliformes fecales, antes del tratamiento varían para cada muestra mientras que después del tratamiento su presencia no se evidencia.

Gráfico N° 03: Cantidades de coliformes totales en el agua superficial de la Cuenca Rímac
Muestreo puntual



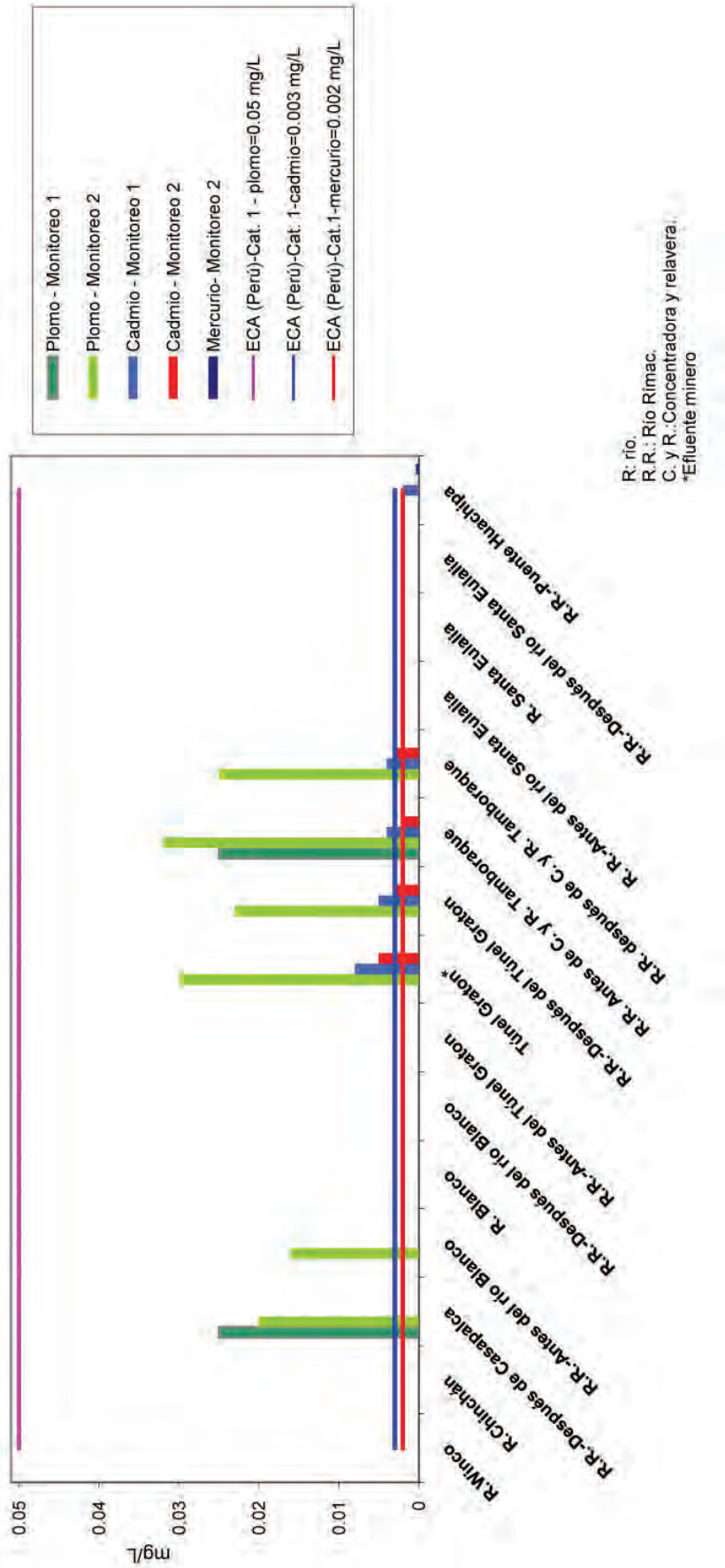
El gráfico muestra el contenido de coliformes totales en el agua superficial de la cuenca del río Rímac, desde el río Winco, punto cercano a su nacimiento, hasta el puente Huachipa. Se puede apreciar el incremento de este parámetro conforme el agua discurre cuenca abajo.

Gráfico N°04: Variación de coliformes totales antes y después de la Planta de Tratamiento
Muestreo compuesto



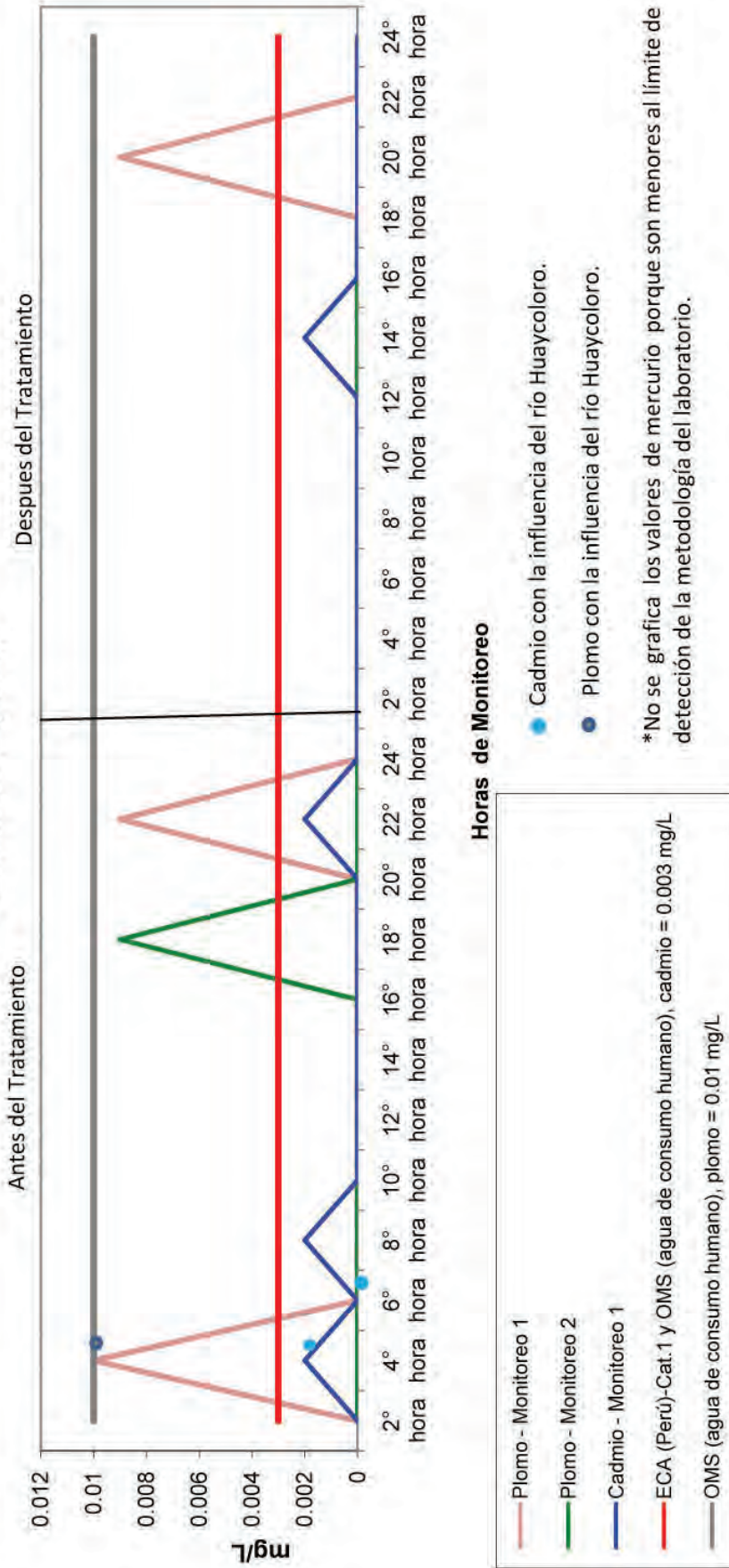
El gráfico muestra comparativamente el contenido de coliformes totales en el agua del muestreo compuesto (24 horas), realizado en estaciones fijas antes y después del tratamiento del agua. Se nota que el contenido de coliformes fecales, antes del tratamiento, varía para cada muestra, mientras que, después del tratamiento su presencia no se evidencia.

Gráfico N°05: Contenido de plomo, cadmio y mercurio en el agua superficial de la Cuenca Rímac
Muestreo puntual



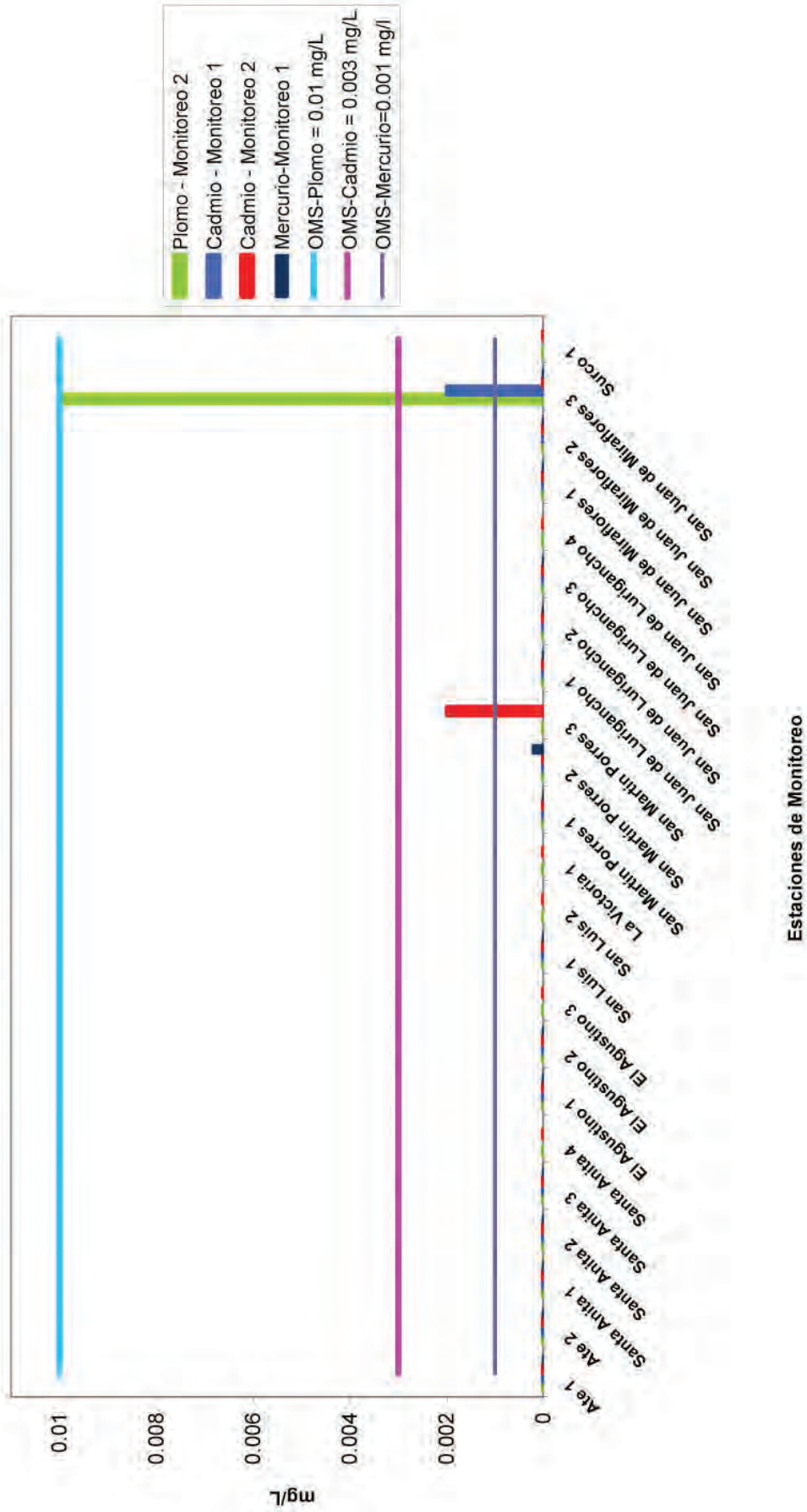
El gráfico muestra el contenido de plomo, cadmio y mercurio en el río Rímac, desde un punto cercano a su nacimiento, el río Winco, hasta el puente Huachipa. Se aprecia el incremento de la presencia de plomo y cadmio en algunas estaciones específicas.

**Gráfico N° 06: Variación de plomo y cadmio antes y después de la Planta de Tratamiento*
Muestreo compuesto**



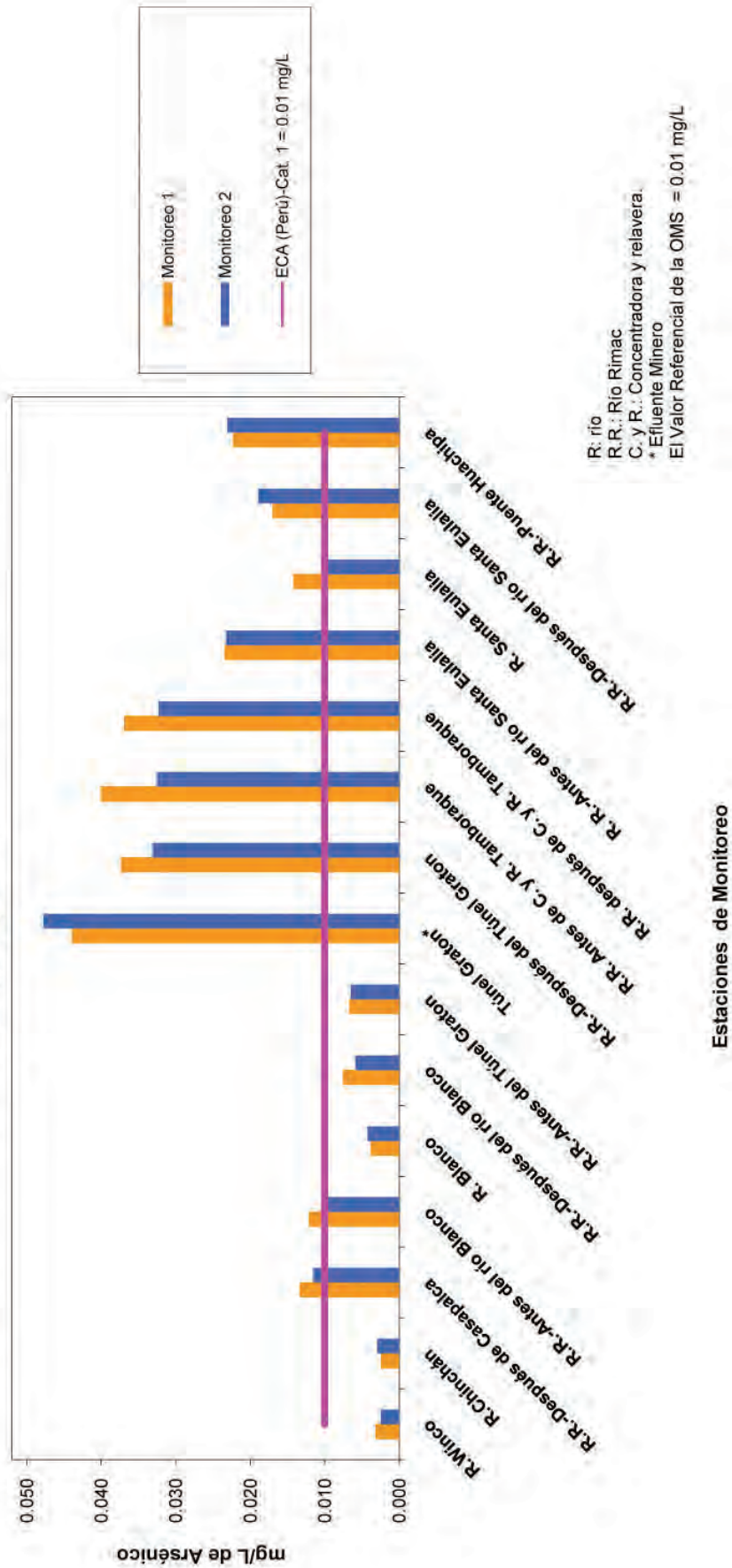
El gráfico muestra comparativamente el contenido de plomo y cadmio en el agua del muestreo compuesto (24 horas), realizado en estaciones fijas, antes y después del tratamiento del agua. Se aprecia que tanto el contenido de plomo y cadmio varía para cada muestra y que tiene la misma tendencia para cada muestra después del tratamiento.

Gráfico N° 07: Contenido de plomo, cadmio y mercurio en el agua de consumo humano según distrito estudiado - Muestreo puntual



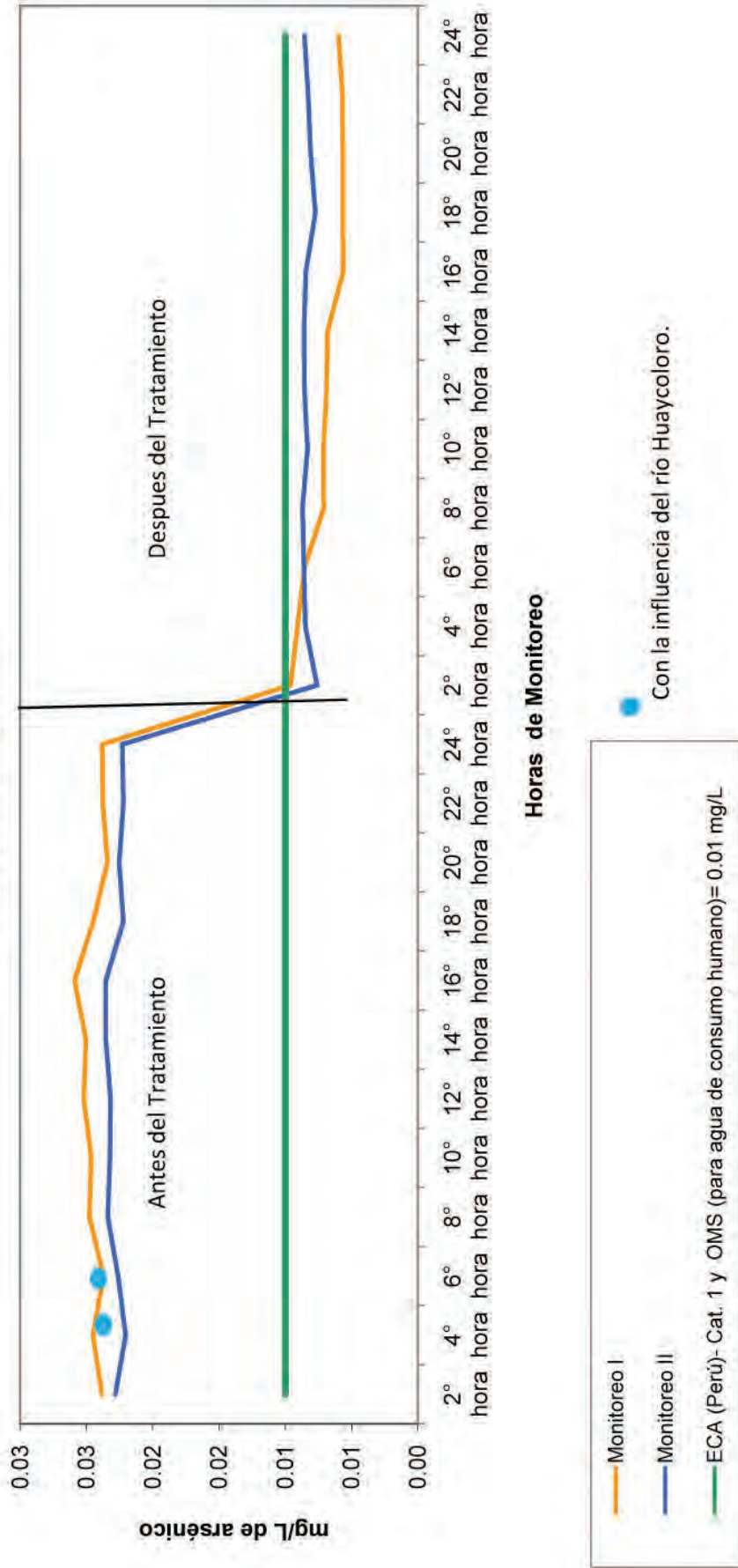
El gráfico muestra el contenido de plomo, cadmio y mercurio en aguas tomadas en viviendas de las zonas de estudio.

Gráfico N° 08: Contenido de arsénico en el agua superficial de la Cuenca Rímac
Muestreo puntual



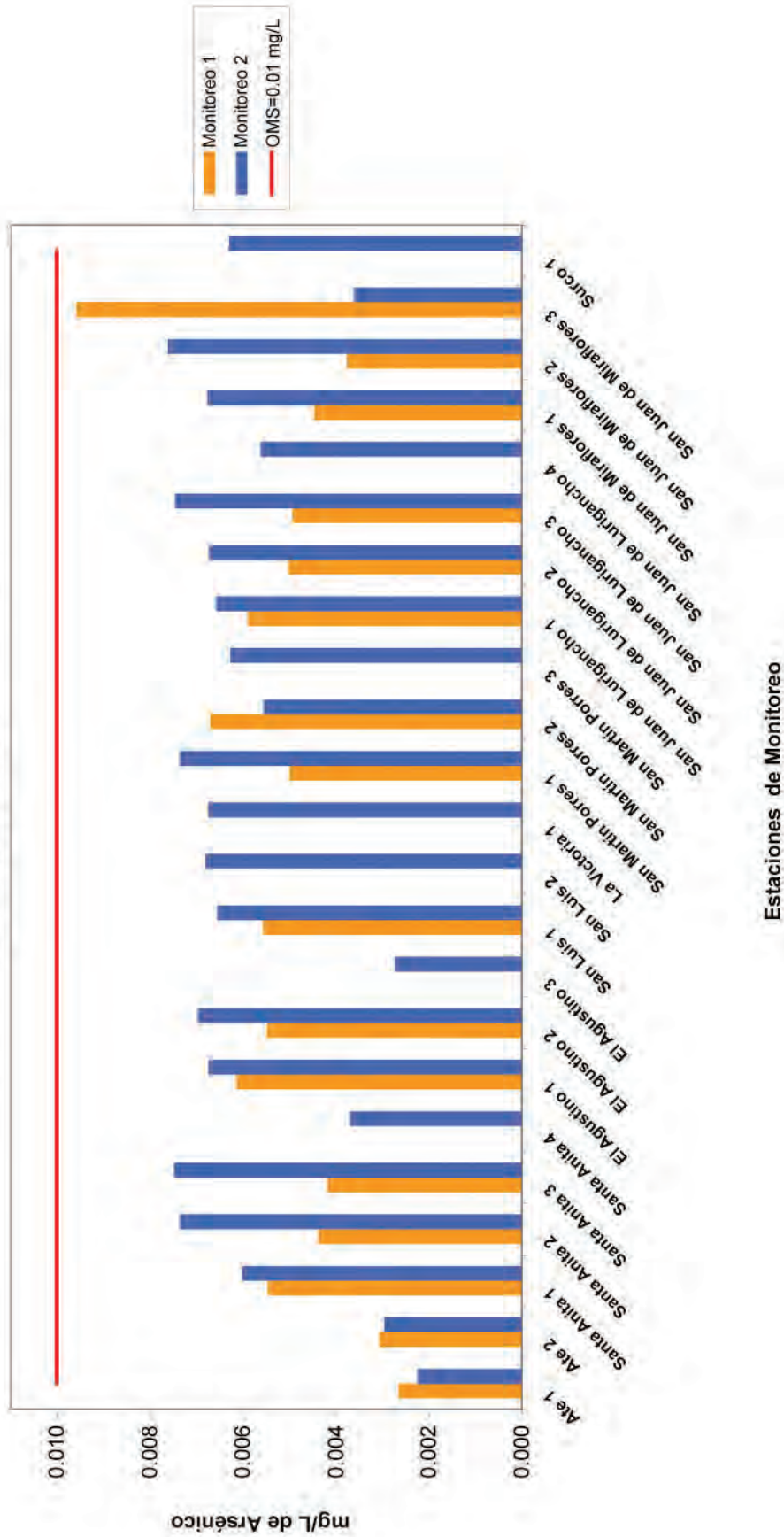
El gráfico muestra el contenido de arsénico en el agua de la cuenca del Rímac desde el río Winco –punto cercano a su nacimiento– hasta el puente Huachipa. Se aprecia el incremento en contenido conforme el agua discurre aguas abajo.

Gráfico N°09: Variación de arsénico antes y después de la Planta de Tratamiento
Muestreo compuesto



El gráfico muestra comparativamente el contenido del arsénico en el agua del muestreo compuesto (24 horas) realizado en estaciones fijas antes y después del tratamiento del agua. Se puede apreciar que el contenido de arsénico en el agua es mayor y constante antes del tratamiento, y que este contenido disminuye pero, es constante, después del tratamiento.

**Gráfico N° 10: Contenido de arsénico en agua de consumo según distrito estudiado
Muestreo puntual**



El gráfico muestra el contenido de arsénico en aguas tomadas en viviendas de diferentes zonas de los distritos estudiados. En todas las estaciones se halló presencia de arsénico, pero por debajo del nivel de riesgo que propone la OMS.

A partir de los resultados obtenidos de los dos muestreos ejecutados en esta sección se indica las tendencias de calidad de agua en el momento de la toma de muestra. Los valores encontrados para los diversos parámetros evaluados en los dos procesos de muestreo son bastante similares, esto confirma una buena calidad técnica del monitoreo y que la calidad del agua no ha variado significativamente del primer al segundo muestreo.

Comentarios e interpretación de resultados de parámetros evaluados en el agua de consumo humano. Muestreo Puntual

La Resolución Directoral N° 3939-2009/DIGESA/SA 29/ set/2009, mencionada en la tabla N°7, sirve de referencia para realizar los comentarios e interpretación de los datos reportados por el monitoreo de agua de consumo humano que se encuentran sistematizados en la tabla N° 11 y en el gráfico N° 7 del presente informe.

- Los valores de pH encontrados varían de 6,9 a 8,1. La norma peruana indica que debe ser menor a 10,6; todos los valores encontrados están dentro de este límite. La OMS no propone ningún valor, sin embargo menciona que el pH es uno de los parámetros operativos más importantes de la calidad de agua, siendo su valor óptimo generalmente de 6,5 a 9,5⁵.
- El valor de la turbidez del agua estuvo en el rango de 0.3 a 5.1 UNT. El máximo valor fue reportado en una vivienda de San Juan de Miraflores (CR-SJM-AC-P-2), superando en 3.83 veces el valor del reglamento peruano para agua de consumo (<1.33 UNT). Una turbidez elevada puede proteger a los microorganismos de los efectos de la desinfección, estimular la proliferación de bacterias y generar una demanda significativa de cloro⁶. La OMS no propone un valor para este parámetro, sin embargo indica que su valor "... debe ser menor que 0,1 UNT para que la desinfección sea eficaz, y los cambios en la turbidez son un parámetro importante de control de los procesos..."⁷.

5 Organización Mundial de la Salud, 2004. Guías para la calidad del agua potable. Tercera edición. Volumen I, Recomendaciones. Suiza. Pág. 323 (versión en castellano).

6 Organización Mundial de la Salud, 2004. Guías para la calidad del agua potable. Tercera edición. Volumen I, Recomendaciones. Suiza. Pág. 4 (versión en castellano).

7 Organización Mundial de la Salud, 2004. Guías para la calidad del agua potable. Tercera edición. Volumen I, Recomendaciones. Suiza. Pág. 176 (versión en castellano).

- La presencia de coliformes fecales y totales en todos los puntos monitoreados reportaron valores < 1.1 NMP/100mL y están dentro del límite establecido por la norma peruana. La OMS indica que “debe haber ausencia de coliformes totales inmediatamente después de la desinfección, y la presencia de estos organismos indica que el tratamiento es inadecuado”⁸.
- El contenido de cloro residual varió de 0,5 a más de 3,0 excepto en el agua de consumo de una vivienda de San Juan de Lurigancho (CR-SJL-AC-P-4) donde el valor encontrado en ese momento fue de 0,0 mg/L. La OMS recomienda que para que la desinfección sea eficaz, debe haber una concentración residual de cloro libre $\geq 0,5$ tras un tiempo de contacto de al menos 30 minutos⁹.
- Se evidenció plomo con un valor de 0,01 mg/L en el agua de una vivienda de San Juan de Miraflores (CR-SJM-AC-P-3). Para todos los demás puntos evaluados el reporte de laboratorio fue $< 0,009$ mg/L. Para el plomo la norma peruana establece un valor de 0,1 mg/L y la OMS recomienda 0,01 mg/L para este parámetro. Entre los valores de la norma peruana y de la OMS existe una diferencia de 10 veces, esto significa que el valor de 0,01 mg/L encontrado en la referida vivienda (CR-SJM-AC-P-3) está en un nivel preocupante según lo indicado por la OMS. Pero, comparado con los valores de la norma peruana, el valor hallado no es de preocupación.
- Se evidenció cadmio con un valor de 0,002 mg/L en el agua de una vivienda de San Juan de Miraflores (CR-SJM-AC-P-3) este valor está por debajo de lo que establece la OMS. Para todos los demás puntos evaluados el reporte de laboratorio indica $< 0,002$ mg/L. La norma peruana no especifica valor propio para este parámetro y la OMS establece un valor de 0,003 mg/L.
- Se evidenció mercurio con un valor de 0,00021 mg/L en el agua de una vivienda de San Martín de Porres (CR-SM-AC-P-2). El nivel de mercurio hallado está por debajo de lo que refiere la OMS. Para todos los demás puntos evaluados el reporte de laboratorio indica $< 0,00021$ mg/L. La norma peruana no especifica valor propio para este parámetro y la OMS establece un valor de 0,001 mg/L.
- Se evidenció presencia de arsénico en valores que varían de 0,0027 a 0,0096 mg/L en todas las muestras de agua que se tomaron en los domicilios. Estos valores están por debajo de lo que establece la norma peruana y lo que recomienda la OMS. El valor de la norma peruana es de 0,1 mg/L y el de la OMS es 0,01 mg/L. Sin embargo, es de destacar que entre los valores de la norma peruana y de la OMS, existe 10 veces de diferencia para este parámetro.

8 Organización Mundial de la Salud, 2004. Guías para la calidad del agua potable. Tercera edición. Volumen I, Recomendaciones. Suiza. Pág. 219 (versión en castellano).

9 Organización Mundial de la Salud, 2004. Guías para la calidad del agua potable. Tercera edición. Volumen I, Recomendaciones. Suiza. Pág. 151 (versión en castellano).

Comentarios e interpretación de resultados de parámetros evaluados en el agua superficial, cuenca río Rímac. Muestreo Puntual

El Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM del 30/jul/2008, que aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, principalmente en la categoría 1, denominada Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, en la sub categoría A2 denominada como Aguas que pueden ser potabilizadas con el tratamiento convencional, nos sirve de referencia para realizar los comentarios e interpretación de resultados. Los datos reportados del monitoreo de agua superficial están sistematizados en la tabla N° 8 y presentados en los gráficos número: 1, 3, 5 y 8.

El monitoreo del río Rímac, como ya se indicó antes, se hizo para conocer la variación de la calidad de agua desde la zona de su nacimiento hasta antes de ser captada para su tratamiento. La OMS recomienda que "...una vez que se han determinado los factores de peligro potenciales y sus fuentes..." es necesario evaluar los componentes fuentes de los peligros, y en el cuadro 4,1 menciona ejemplos de información útil para evaluar un sistema de abastecimiento de agua de consumo, entre las cuales menciona dos componentes: Cuencas de captación y aguas superficiales.¹⁰

- Los valores de pH encontrados varían entre 7,1 a 8,2 y están dentro del rango que establece la norma peruana. Estos valores indican su tendencia a la alcalinidad.
- Las concentraciones de Oxígeno Disuelto varían de 6,4 a 9,5 mg/L. La norma peruana establece un rango de 5,5 -9,0 mg/L para este parámetro. Todos los valores encontrados están dentro de estos límites.
- Los valores de la conductividad eléctrica reportados varían de 241 a 912 $\mu\text{S}/\text{cm}$. El valor más bajo se encuentra en aguas del río Blanco (CR-B-A-P-1). El valor de la conductividad tiene directa relación con presencia de sales y/o iones en el agua. Cuanto menor es el valor de la conductividad eléctrica, el agua es más pura. La norma peruana establece un valor de hasta 1600 $\mu\text{S}/\text{cm}$. para este parámetro.
- La conductividad de las aguas del río Winco en el nacimiento del río Rímac (CR-R-A-P-1) reporta un valor de 264 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ese valor se incrementa a 765 $\mu\text{S}/\text{cm}$. luego de su paso por Casapalca (CR-R-A-P-3) y a 912 $\mu\text{S}/\text{cm}$. después de recibir aguas del Túnel Graton (CR-T-AT-P-1). Este valor disminuye a 627 $\mu\text{S}/\text{cm}$. en aguas muestreadas en el Puente Huachipa. En este último punto, el caudal del río aumentó considerablemente. Esta situación favorece la dilución de iones y/o sales presentes en el agua. Esto significa que la presencia de sales y/o iones en el agua del río Rímac se ha ido incrementando aguas abajo respecto al valor hallado en su nacimiento.

10 Organización Mundial de la Salud, 2004. Guías para la calidad del agua potable. Tercera edición. Volumen I, Recomendaciones. Suiza. Pág. 34 (versión en castellano).

- La cantidad y calidad de iones y/o sales riesgosos para la salud que contiene el agua son importantes factores a tomar en cuenta en todo proceso de tratamiento de agua, para su remoción.
- La presencia de coliformes fecales y totales en las aguas del río Rímac se ve fuertemente incrementada conforme estas discurren cuenca abajo. Los mayores incrementos se reportan antes de unirse al río Santa Eulalia (CR-R-A-P-10); después de unirse con el río Santa Eulalia (CR-R-A-P-11); y finalmente a la altura del Puente Huachipa (CR-R-A-P-12), donde reportan valores de 350 y 920 NMP/100mL para coliformes fecales y totales respectivamente.
- Cabe señalar que como para aguas destinadas a la producción de agua potable la norma peruana establece valores límites de 2000 NMP/100mL y 3000 NMP/100mL para coliformes fecales y totales respectivamente.
- La turbidez varió en la cuenca entre 0.9 y 22.5 UNT, que corresponden a valores de la estación climática en el momento que se tomó las muestras. Este rango de valores son menores al estándar de calidad ambiental peruano que señala un valor de 100 UNT para este parámetro. Es seguro que este valor cambiará fuertemente en épocas de lluvia. Un mayor valor en la turbidez significará mayor esfuerzo de la planta de tratamiento para el procesamiento del agua por el contenido de elementos y/o compuestos que son origen de la mayor turbidez del agua. Un valor bajo de turbidez no asegura ausencia de metales y/o sales en el agua.
- La presencia de plomo en la cuenca es evidenciada en varios puntos evaluados, así se tiene valores de: 0,025 mg/L luego de su paso por Casapalca (CR-R-A-P-3) y 0,025 mg/L luego de su paso por la relavera de Tamboraque (CR-R-A-P-9). Estos valores están dentro de lo que establece la normatividad peruana, que establece un valor de 0,05 mg/L para este parámetro. En general, para los demás puntos monitoreados, el laboratorio reporta valores < 0,009 mg/L, que es el límite de detección del laboratorio en la metodología que emplea para el análisis del plomo.
- La presencia de cadmio es evidenciada en varios puntos, se tiene reportes de: 0,005 mg/L en aguas del Rímac después que recibió las descargas de agua del Túnel Graton (CR-R-A-P-7) y 0,004 mg/L, en aguas del Rímac después de su paso por la relavera Tamboraque (CR-R-A-P-9). Estos valores son ligeramente superiores a la normatividad peruana, que establece un valor de 0,003 mg/L para este parámetro. En general, para los demás puntos evaluados el laboratorio reporta un valor de < 0,002 mg/L, que es el límite de detección del laboratorio en la metodología que emplea para el análisis del cadmio.
- En cuanto al mercurio el laboratorio reporta un valor de < 0,00021 mg/L, excepto en aguas a la altura del Puente Huachipa (CR-R-A-P-12) que reporta un valor de 0,00033 mg/L. la normatividad peruana para este parámetro indica un valor de 0,002 mg/L. Todos los valores encontrados están por debajo de lo que la norma indica.

- Se constató la presencia de arsénico en todos los puntos monitoreados. Los valores encontrados están en el rango de 0,0025 a 0,0373 mg/L. Los mayores valores se encuentran luego que el río recibe aguas del Túnel Graton (CR-R-A-P-7), con un valor de 0,0373 mg/L, y después de su paso por la relavera de Tamboraque, (CR-R-A-P-9) con un valor de 0,0369 mg/L. Los menores valores se encontraron en los dos puntos iniciales de la zona de nacimiento del río. Estos valores se van incrementando cuenca abajo, llegando a superar lo indicado por la normatividad peruana, que es 0,01 mg/L para este parámetro.
- Los resultados indican que las aguas que provienen del Túnel Graton - efluente minero - (CR-T-AT-P-1) tienen las siguientes características: conductividad hasta 1074 $\mu\text{S}/\text{cm}$., contenido de plomo hasta 0,03 mg/L, contenido de cadmio hasta 0,008 mg/L, contenido de arsénico hasta 0,0478 mg/L. La cantidad de elementos que contienen estas aguas y su caudal significativo hace que sea una de las fuentes principales que influyen en la calidad final del agua del río Rímac.



Comentarios e interpretación de resultados de parámetros evaluados en el agua superficial del río Rímac antes de su ingreso y después del tratamiento que recibe en la Planta de SEDAPAL – La Atarjea. Muestreo compuesto de 24 horas:

Para la interpretación se tomará como referencia la norma correspondiente a agua superficial destinada a la producción de agua potable y la norma que está vigente para agua de consumo que se mencionan en la tabla N° 7. Pero, principalmente la interpretación comparará la variación de los diversos parámetros medidos en el agua antes y después de su tratamiento. Los datos para la interpretación de resultados están sistematizados en las tablas N° 9 y 10, presentados en los gráficos N° 2, 4, 6 y 9.

En la toma de muestra, fue necesario cambiar el punto de monitoreo del agua superficial debido a que hubo dificultades para su acceso luego de haber tomado la segunda muestra, entonces los valores de las dos primeras muestras se reportan con influencia del río Huaycoloro y las siguientes sin su influencia. Los puntos de monitoreo fueron:

- Río Rímac en Santa María de Huachipa, antes de la planta de tratamiento (CR-R-A-C-1).
- Grifo principal de un comedor popular en Santa Anita, cercano a la planta de tratamiento (CR-SA-AC-C-1).

La comparación se presenta en el siguiente cuadro:

Rango de valores reportados antes del tratamiento del agua.	Rango de valores reportados después del tratamiento. Del agua
pH: de 7,1 a 8,0	pH: de 7,2 a 8,3
Temperatura: de 16,1 a 22,2 °C.	Temperatura: de 19,2 a 22,4 °C.
Oxígeno disuelto: de 8,3 a 9,6 mg/L.	Oxígeno disuelto: de 7,5 a 9,7 mg/L.
Conductividad eléctrica: de 603 a 1426* μ S/cm.	Conductividad eléctrica: de 647 a 674 μ S/cm.
Turbidez: de 6,3 a 29,1 UNT.	Turbidez: de 0,4 y 2,9 UNT
Coliformes totales: de 350 a 9200000* NMP/100 mL.	Coliformes totales: < 1,1 NMP/100 mL.
Coliformes fecales: de 240 a 24000* NMP/100 mL.	Coliformes fecales: < 1,1 NMP/100 mL.
Cloro residual. No se midió	Cloro residual: de 1 a 3 mg/L.
Plomo: de < 0,009 a 0,01 mg/L.	Plomo: de < 0,009 a 0,01 mg/L.
Cadmio: de < 0,002 a 0,002 mg/L.	Cadmio: de < 0,002 a 0,002 mg/L.
Mercurio: < 0,00021 mg/L.	Mercurio: < 0,00021 mg/L.
Arsénico: de 0,0221 a 0,0259 mg/L.	Arsénico: de 0,0056 a 0,0096 mg/L.

Del cuadro comparativo se desprende que:

- La planta de tratamiento influye positivamente en la variación de los parámetros. Esta influencia se da principalmente en la reducción de los coliformes fecales, reducción de los coliformes totales y la reducción del contenido de arsénico. La reducción de la turbidez es significativa, sin embargo en varios momentos los valores que reportaron las aguas en el comedor popular superaron lo que la normatividad peruana indica.
- La influencia de la planta de tratamiento para la reducción de plomo y cadmio no es perceptible en este monitoreo, el rango de valores no varió.
- La influencia de las aguas del río Huaycoloro son significativas en cuanto a conductividad, coliformes fecales y coliformes totales. Los valores que reportaron están presentes en el cuadro comparativo con el signo (*)

Además de lo que el cuadro comparativo puede mostrar en cuanto a los valores reportados para los diferentes parámetros, podemos mencionar que:

- Las aguas del río Rímac, antes de su tratamiento, presentaron valores elevados de coliformes totales y fecales, superando en varios momentos lo establecido en la norma peruana para aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.
- Las aguas del río Rímac, antes de su tratamiento, reportaron presencia de plomo en tres momentos, alcanzando un valor de hasta 0,01 mg/L. Los valores reportados están dentro de lo que la norma peruana indica.
- Las aguas del río Rímac, antes de su tratamiento, reportaron presencia de cadmio en tres momentos reportando valores de 0,002 mg/L, los valores reportados están dentro de lo que la norma peruana indica.
- Las aguas del río Rímac, antes de su tratamiento, reportaron presencia de arsénico en todo momento alcanzando valores de 0.0259 mg/L, siempre por encima de lo que la norma peruana indica, para aguas destinadas para producción de agua potable.
- Los valores de los diversos parámetros evaluados en el agua analizada en el grifo del comedor popular, en general están dentro de lo que la norma peruana y la OMS indican. Sin embargo, es necesario resaltar que el contenido de arsénico en algunos momentos es cercano a lo que la OMS indica como nivel de riesgo.
- De la data reportada relacionada a Arsénico; considerando como 100% la cantidad que ingresa a la Planta de tratamiento, se calculó en un promedio de 32,6 % la cantidad de arsénico presente en el agua del comedor popular respecto al ingreso a la Planta de tratamiento. Entonces, se calcula que la Planta de tratamiento ha removido un promedio del 67.4% del arsénico que ingresa del agua. En los dos períodos de muestreo compuesto ejecutados, se observó que todo el agua que trae el río Rímac es captado por la planta para su tratamiento.

IX. CONCLUSIONES

- Existe un interés creciente de los pobladores en la problemática relacionada al agua, a su calidad y a la presencia de metales en ella; así como de otros parámetros que tienen influencia en la salud de las personas.
- La participación activa de promotores ambientales, formados por convocatoria de organizaciones comunitarias de los líderes y lideresas promotores ambientales capacitados ha hecho de este monitoreo un proceso enriquecido en todas sus etapas de ejecución. El proceso ayuda a la toma de conciencia frente a la responsabilidad de todos para que la gestión ambiental mejore respecto al recurso agua y salud.
- La evaluación del agua superficial de la cuenca del río Rímac, desde su nacimiento hasta antes de ser captada para su tratamiento, así lo demuestra, evidencia principalmente: incremento de la presencia de coliformes fecales y totales luego de su paso por todas las poblaciones, así como el incremento de metales, sales y/o iones luego de su paso por actividades mineras o al recibir efluentes de actividad minera.
- De los parámetros inorgánicos evaluados en las aguas del río Rímac, resalta la presencia elevada de Arsénico, que hace que el agua sea de mala calidad para su tratamiento.
- El incremento significativo de coliformes y metales en el agua influyen en la capacidad de tratamiento de la Planta y en los costos operativos de ella. Estos costos son asumidos enteramente por la población usuaria de Lima y no por los causantes.
- La evaluación de la calidad del agua (muestreo compuesto) antes y después de su tratamiento evidencia que la Planta cumple su función al disminuir los contenidos de parámetros riesgosos a la salud tales como coliformes y arsénico; pero no ocurre lo mismo con la ligera presencia de plomo y cadmio cuyos valores reportados permanecen al ingreso y a la salida de la Planta de Tratamiento.
- La evaluación de la calidad de agua de consumo ejecutado en los domicilios ha ayudado a motivar una masiva participación de los ciudadanos, que se puede concretizar en un proceso de vigilancia ambiental participativo. Para ello, las instancias del Estado deben brindar las condiciones necesarias para facilitar esa participación.
- La evaluación de la calidad de agua ha evidenciado que los parámetros cumplen con lo establecido en la normatividad peruana. Pero es necesario vigilar y ubicar las posibles fuentes de plomo y cadmio en la estación (CR-SJM-AC-P-3) de San Juan de Miraflores, de mercurio en la estación (CR-SM-AC-P-2) de San Martín de Porres y cadmio en la estación (CR-SM-AC-P-3) de San Martín de Porres.

X. RECOMENDACIONES

- Es necesario actualizar la normatividad peruana desde un principio de protección de la salud de la persona. La normatividad peruana para agua de consumo humano no establece valores para el cadmio y mercurio, que son parámetros riesgosos para la salud humana, por otro lado todos los valores que establece para arsénico y plomo son 10 veces más permisibles que los que sugiere la Organización Mundial de la Salud (OMS), entidad reconocida mundialmente en temas relacionados a agua y salud.
- El muestreo del tipo compuesto es una actividad novedosa que se ha incorporado en este plan de monitoreo e indica la variación horaria de las características del agua. Se sugiere que esta herramienta se implemente en futuros programas de vigilancia.
- Para que el agua de consumo humano que llega al poblador sea de mejor calidad es necesario hacer una gestión integral participativa de la cuenca, para su recuperación desde su nacimiento, lo que significa reducir o eliminar las fuentes de contaminación, y reforestar y proteger las riberas de cuenca, buscando el bienestar de toda la población y como parte del desarrollo integral al que tienen derecho todos los pueblos y ciudades.



Promotores haciendo lectura de pH en la capacitación técnica.

XI. GLOSARIO

Afluente:	Son los ríos secundarios que contribuyen en el aumento del caudal de un río principal.
Agua superficial:	Agua que discurre por el cauce de un río.
Calidad de agua de consumo:	Es el estado fisicoquímico y microbiológico del agua de consumo necesario para asegurar el cuidado de la salud de los consumidores.
Coagulante:	Sustancia que conglo mer a las partículas del agua para favorecer la separación de estas mediante la sedimentación.
Concentración:	Cantidad de un elemento o un compuesto por unidad de masa o volumen.
Decantación:	Es un método físico para separar un sólido de un líquido.
Estaciones de monitoreo:	Lugar de donde se colecta muestra.
Estándares de calidad ambiental:	Normas establecidas por la autoridad competente con el propósito de promover políticas de prevención y control de la contaminación, destinados a proteger la salud humana y la calidad del ambiente.
Grifo:	Conocido como “caño”, regula el paso de agua de una tubería al exterior.
Límite de detección:	Cantidad mínima de una sustancia que puede detectar la metodología del laboratorio.
Monitoreo:	Es la observación, medición y evaluación de los parámetros de calidad de agua.
Monitoreo Inopinado:	Consiste en realizar un muestreo en un lugar sin previamente advertir la ejecución del trabajo.
Muestra:	Es una porción representativa de determinada sustancia de elemento que es recolectada para su análisis y evaluación.
Muestreo del tipo puntual:	Consiste en coleccionar una muestra representativa en un tiempo y lugar determinado por una única vez y en forma inopinada.
Muestreo del tipo compuesto:	Consiste en recoleccionar una muestra representativa cada cierto tiempo en un determinado lugar durante 24 horas en forma inopinada.
Napa Freática:	Aguas subterráneas.
Parámetros:	Característica medible de la calidad agua.
Protocolo:	Es conjunto de pasos detallados para que el muestreo sea tomado de una forma correcta, eficiente y representativa. Incluye recomendaciones sobre: el monitoreo de parámetros, selección de estaciones, frecuencia de monitoreo, recolección de muestras en campo y su manipulación, la metodología analítica más adecuada, el manejo de datos y control de calidad.
Polímeros:	Compuestos usados en el tratamiento de aguas para reunir la “tierra” presente en el agua.

XII. BIBLIOGRAFÍA

Instituto Nacional de Estadística del Perú.

“Estadísticas ambientales”. Informe Técnico Nro 05. Mayo-2008.

Hugo Rivera, Jorge Chira, Karla Zambrano y Paolo Petersen.

“Dispersión secundaria de los metales pesados en sedimentos de los ríos Chillón, Rímac y Lurín Departamento de Lima”.

Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG Vol. 10, N° 20, 19-25 (2007) UNMSM.

En internet: <http://www.scielo.org.pe/pdf/iigeo/v10n20/a03v10n20.pdf>

Henry Juárez Soto.

“Contaminación del Río Rímac por Metales Pesados y Efecto en La Agricultura en el Cono Este de Lima Metropolitana”. Maestría en Ciencias Ambientales.

Universidad Nacional Agraria La Molina,

Lima-Perú. Enero, 2006.

En internet: http://www.cipotato.org/urbanharvest/documents/pdf/thesis_henry_juarez.pdf.

Nelli Sofía Guerrero Gárate.

“Influencia de la Contaminación Metálica en sedimentos y suelos agrícolas en la Cuenca del Río Rímac”. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima-Perú.

En internet: <http://www.bvsde.paho.org/bvsAIDIS/PuertoRico29/guerrero.pdf>

William T y Olivera P.

“Determinación de Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn y As en aguas del río Rímac por fluorescencia de rayos-x en reflexión total”.

En internet: http://www.ipen.gob.pe/site/publicaciones/infcyt9801/ict9801_PAG_73_76.pdf

Ruth Arroyo.

“Estudio exploratorio sobre la concentración de metales pesados en la cuenca media y alta del Río Rímac”. 2002. Ecosystem Approach to Human Health y neurotoxics. Université du Québec a Montréal.

<http://www.unites.uqam.ca/neuro/design/Documents/Arroyo/Resumen%202002.pdf>

Otto Rosasco.

“Abastecimiento, contaminación y problemática del agua en el Perú”. Academia Nacional de Medicina - Anales 2006.

En internet: http://www.acadnacmedicina.org.pe/publicaciones/Anales_2006/absatecimiento_contaminacion_rosasco.pdf.

Quintana, J. y Tovar, J. 2002.

Evaluación del acuífero de Lima (Perú) y medidas correctoras para contrarrestar la sobreexplotación. Boletín Geológico y Minero, 113 (3): 303-312. ISSN: 0366-0176. Pág. 304.



**El agua es un don de Dios
Para la vida y todos tenemos
DERECHO a que ésta tenga
BUENA CALIDAD y el DEBER de cuidarla**

XIII. ANEXO

ACTA DE CONFORMIDAD DE MUESTREO DE AGUA

Luego de un proceso de capacitación y fortalecimiento con apoyo del Proyecto: "Fortalecimiento ciudadano para la vigilancia de los Bienes de la Creación: la calidad del agua potable" se realiza un monitoreo de agua.

Siendo las _____ hrs. del día _____ del mes de _____ del 2009. Se reunieron de manera INOPINADA para la toma de muestras de agua que serán evaluados en el lugar:

Cuyo código es _____ de la estación de muestreo de agua del tipo _____.

Habiendo participado en este monitoreo de agua de esta estación, El Equipo Técnico de Monitoreo el apoya al Proyecto y los promotores ambientales previamente capacitados para este monitoreo.

Firman en conformidad a lo redactado:

Técnico responsable:

Nombres y Apellidos: _____

DNI N°: _____ Firma: _____

Promotores ambientales:

Nombres y Apellidos: _____

DNI N°: _____ Firma: _____

Nombres y Apellidos: _____

DNI N°: _____ Firma: _____

Nombres y Apellidos: _____

DNI N°: _____ Firma: _____

Nombres y Apellidos: _____

DNI N°: _____ Firma: _____

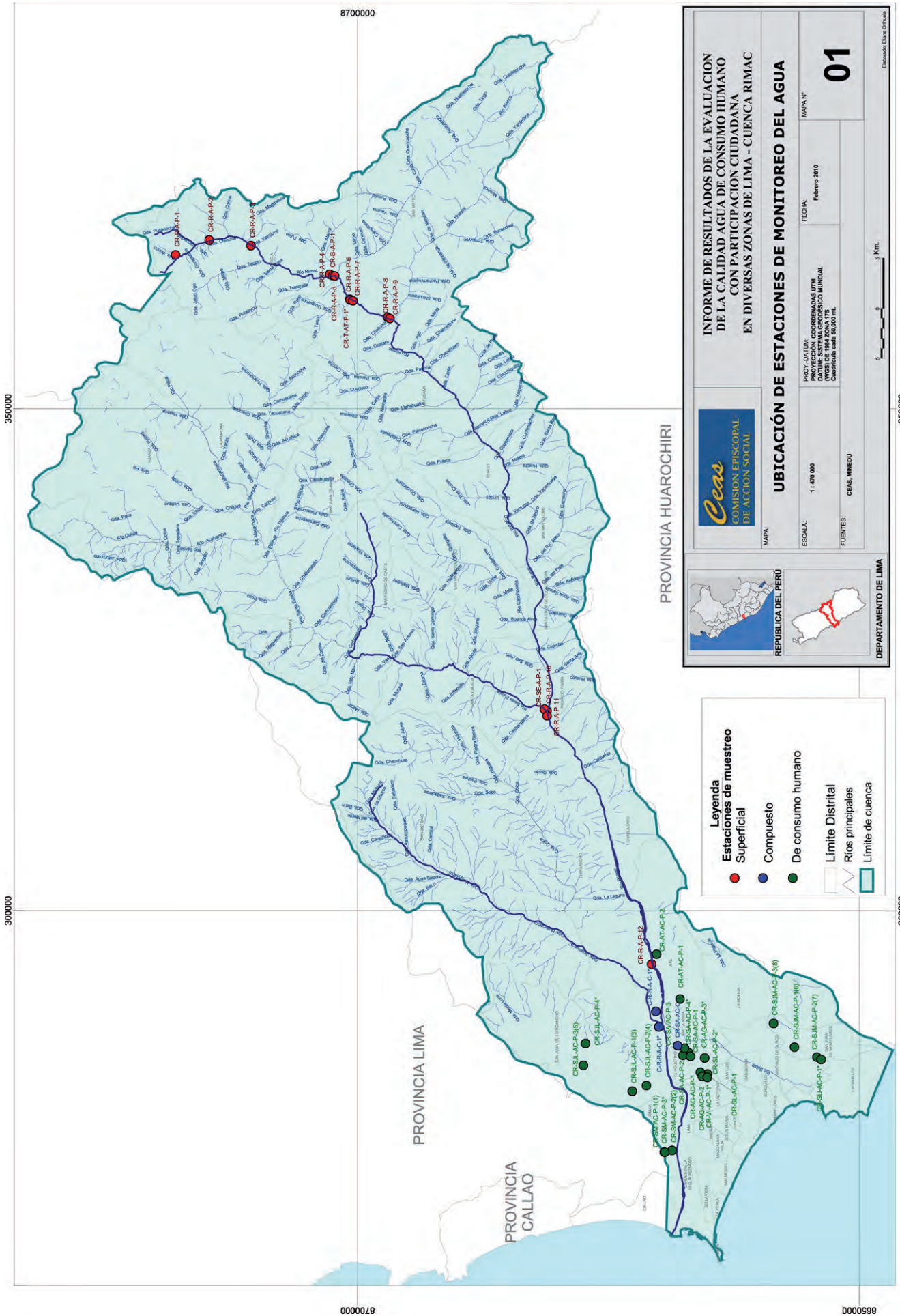
Otros:

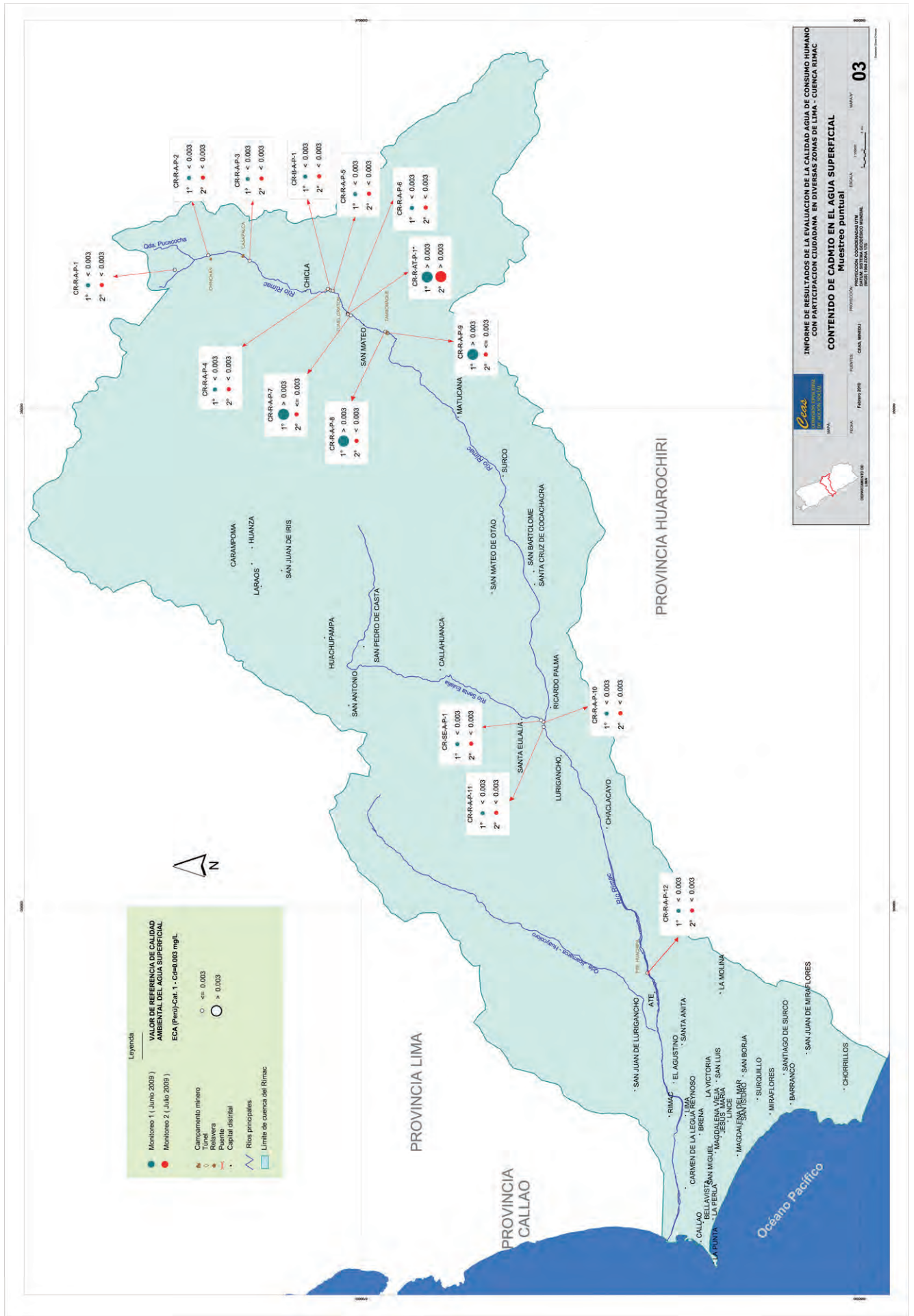
Nombres y Apellidos: _____

DNI N°: _____ Firma: _____

Nombres y Apellidos: _____

DNI N°: _____ Firma: _____



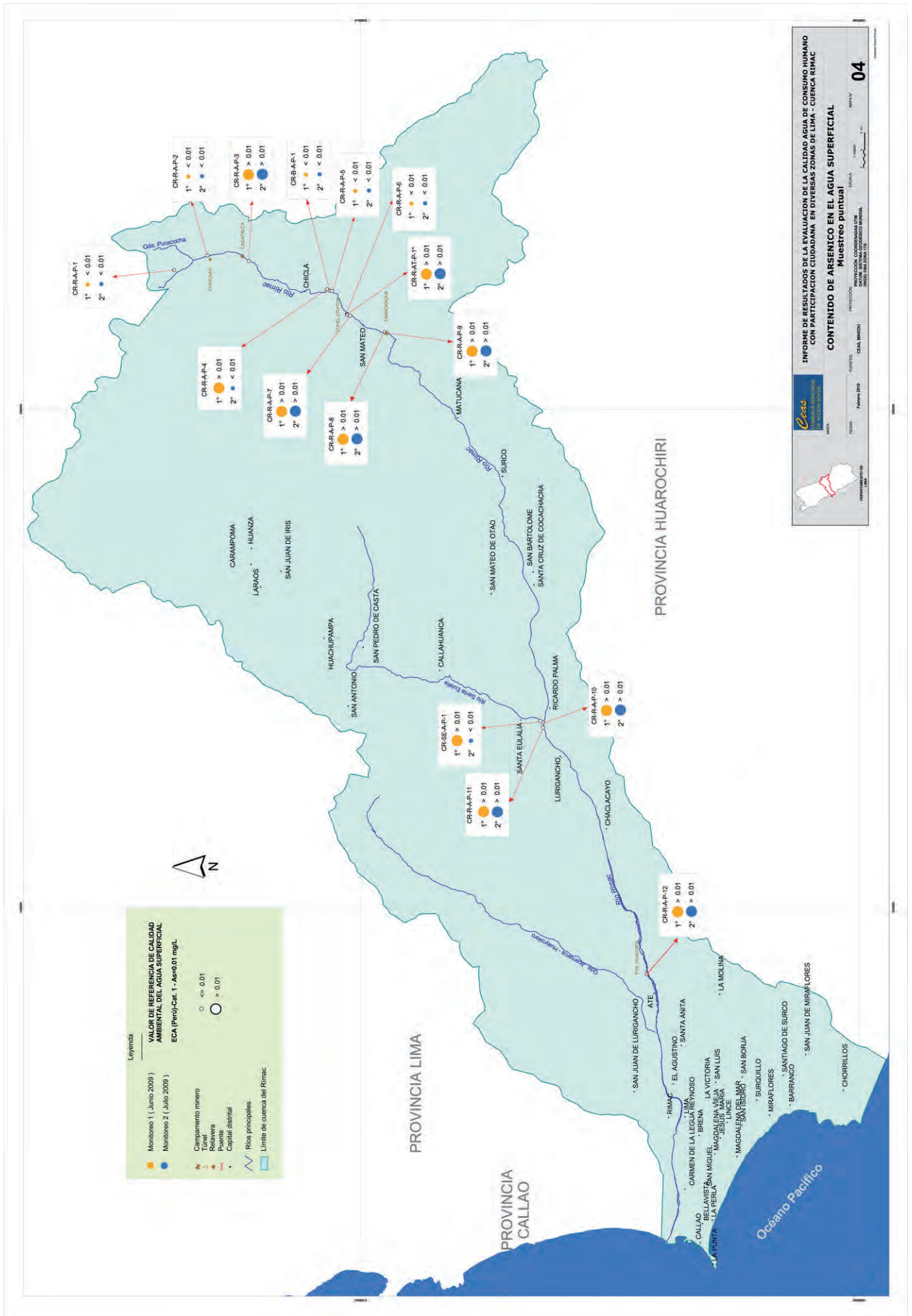


INFORME DE RESULTADOS DE LA EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL CON PARTICIPACION CIUDADANA EN DIVERSAS ZONAS DE LIMA - CUINCA RIMAC

CONTENIDO DE CADMIO EN EL AGUA SUPERFICIAL

Muestreo puntual

FECHA: Febrero 2015
PROYECTO: PROYECTO DE PARTICIPACION CIUDADANA EN LA VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL
LIMA
INSTITUCION: INSTITUTO NACIONAL DE SALUD
PROYECTO: PROYECTO DE PARTICIPACION CIUDADANA EN LA VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL
INSTITUTO NACIONAL DE SALUD
PÁGINA 03



INFORME DE RESULTADOS DE LA EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO CON PARTICIPACION CIUDADANA EN DIVERSAS ZONAS DE LIMA - CUENCA RIMAC

Contenido de Arsenico en el Agua Superficial

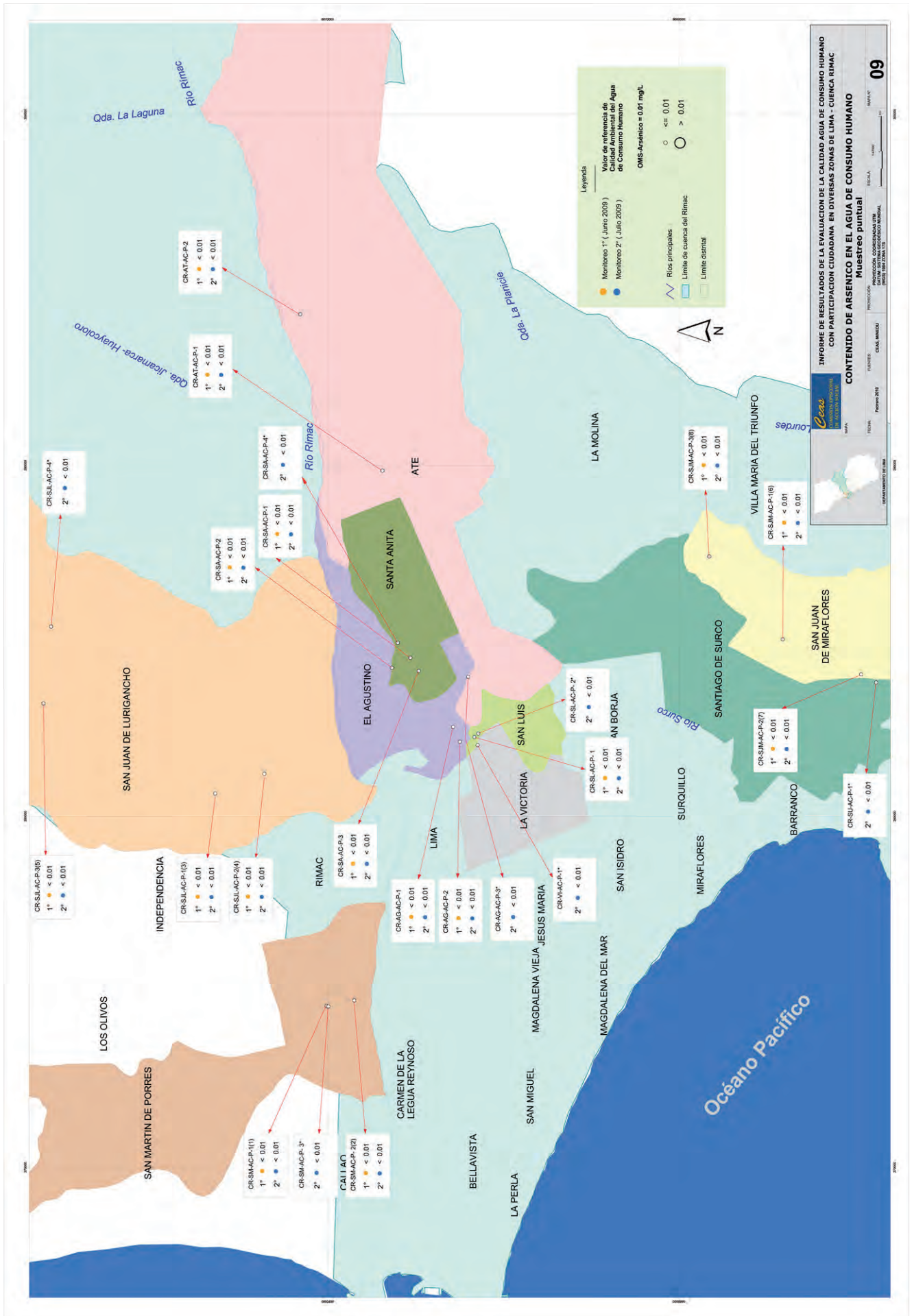
Muestreo puntual

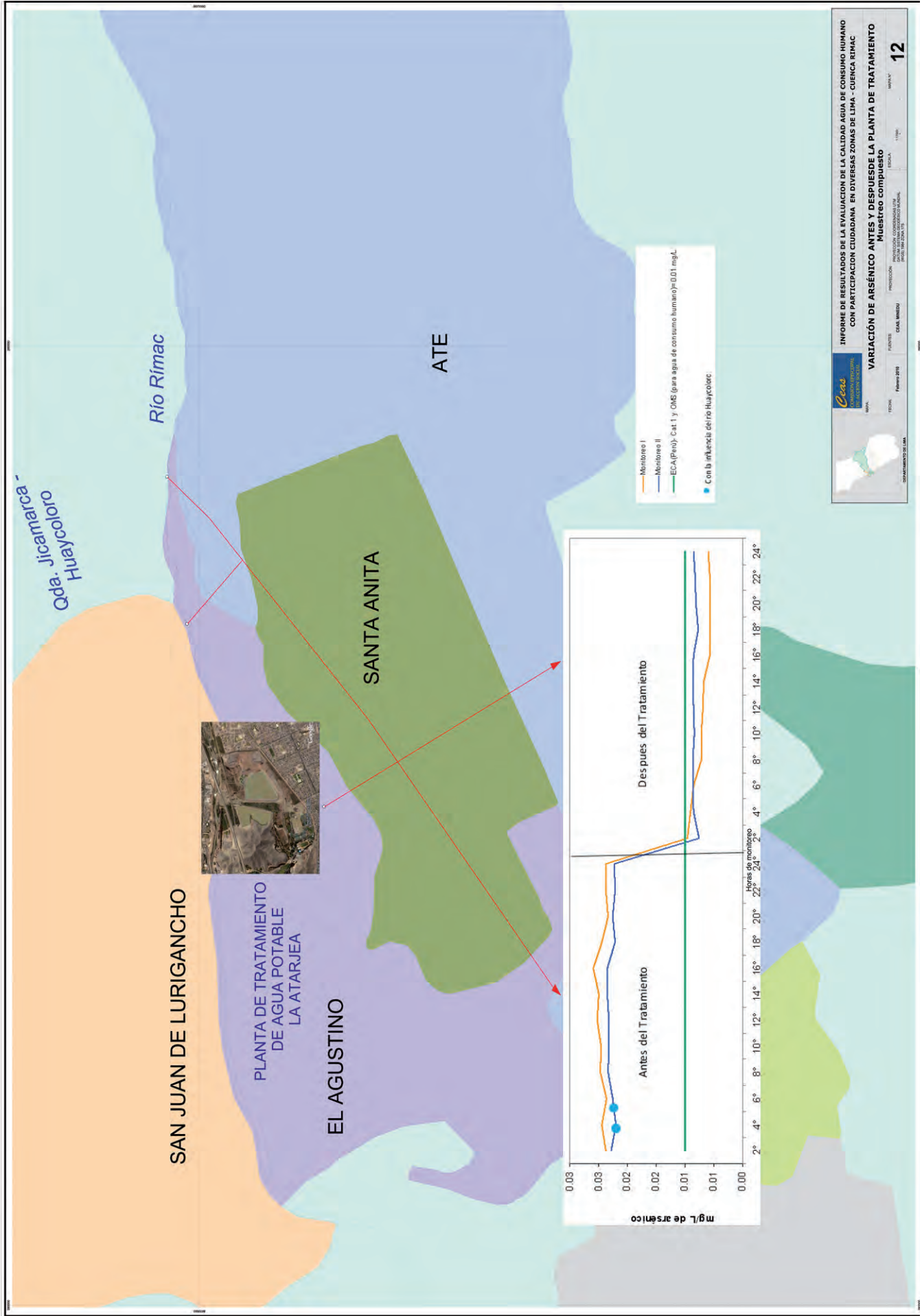
04

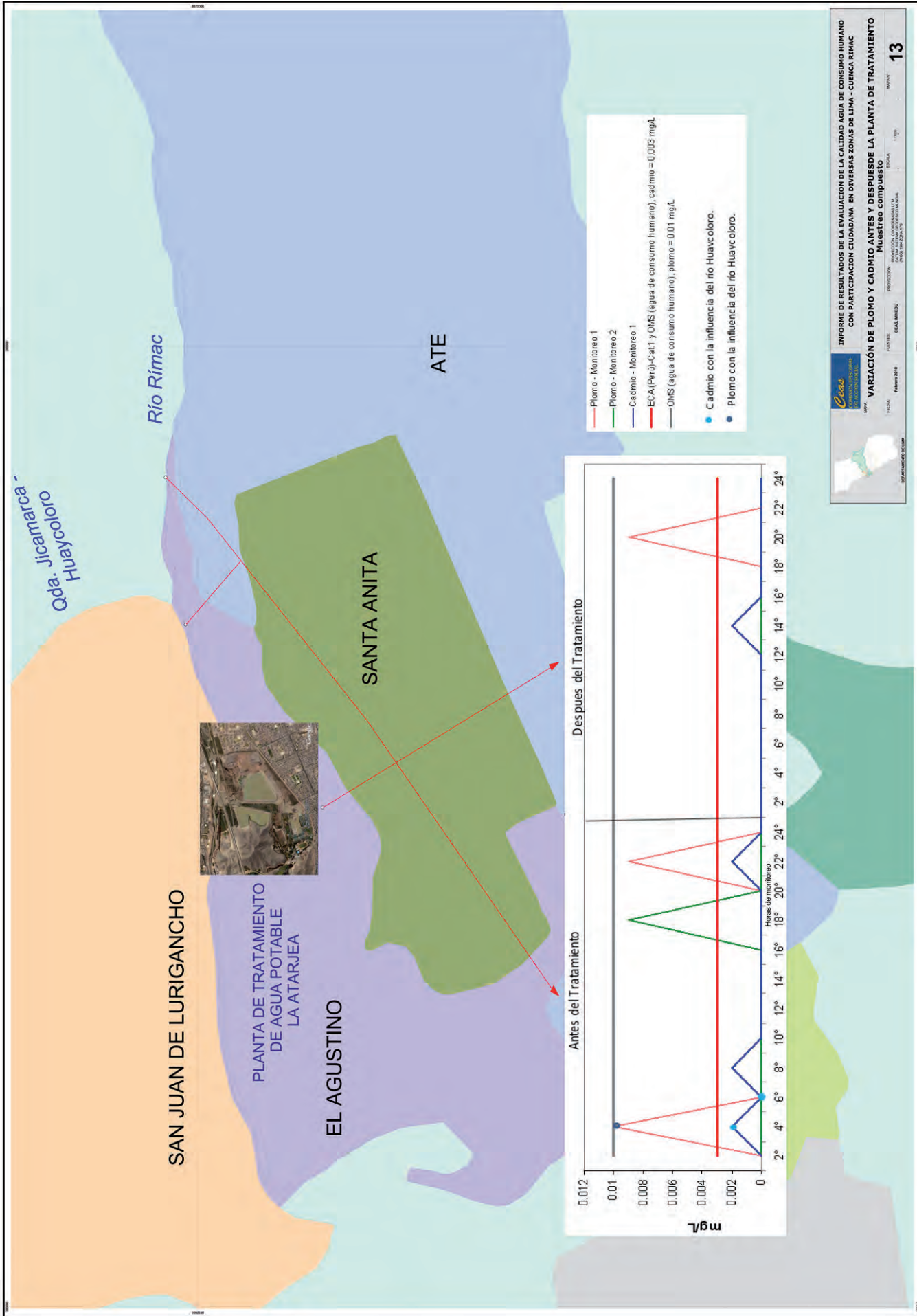
CEIAS
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN AGUA POTABLE

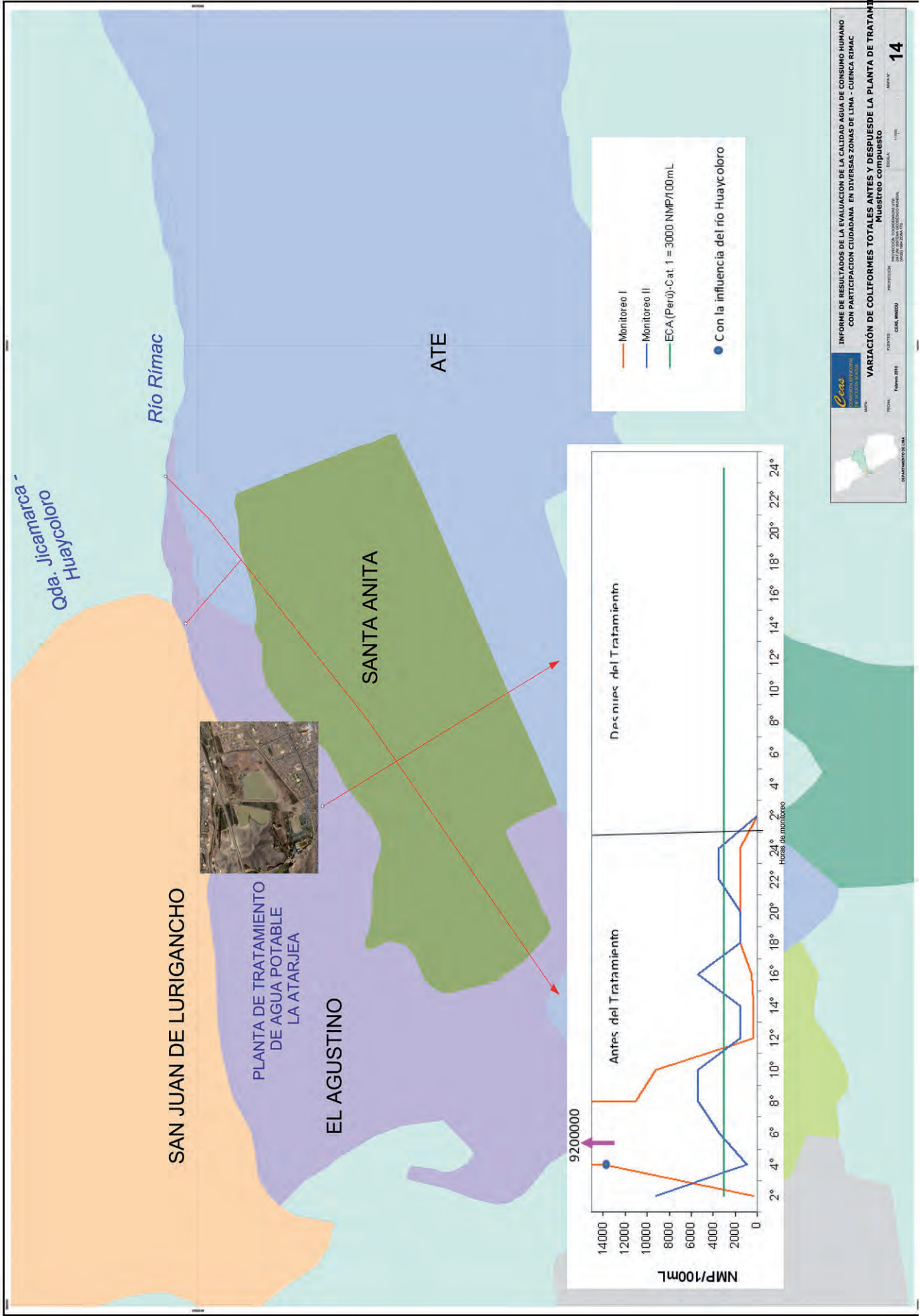
PROTECCION AMBIENTAL Y SALUD PUBLICA
DIRECCION GENERAL DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

FECHA: Febrero 2010
AUTOR: CESAL MUNDU
PROYECTO: MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE EN DIVERSAS ZONAS DE LIMA









Impreso en Editorial ROEL S.A.C
Psje Miguel Valcárcel 361 Urb. San Francisco - Ate
Telf. 326 0401

DIÓCESIS DE CHOSICA

- Promotores ambientales de la Parroquia Nuestra Señora Del Monte Carmelo.
- Promotores ambientales de la Parroquia San Benito.
- Promotores ambientales de la Capilla San Pedro.
- Promotoras Voluntarias de Caritas - Chosica.
- Promotores de la Pastoral de Salud de la Capilla Cristo Liberador.
- Promotores de Salud de la Parroquia San Cristóbal.
- Agentes Pastorales de la Parroquia Nuestra Señora del Rosario.
- Red Ambiental Social de Santa Anita (RASSA).
- Comité Vecinal de Saneamiento Ambiental de Santa Anita (COOVESA).
- Coordinadora de Forestación y Reforestación de Santa Anita (COFORESA).
- Comedores Populares Autogestionarios de Ate-Vitarte.
- Comedores Populares Autogestionarios de Santa Anita.
- Comedores Populares Autónomos, Zona Campoy - San Juan de Lurigancho.
- Comedores Populares Autónomos, Zona Andrés Avelino Cáceres - San Juan de Lurigancho.
- Clubes de Madres de los Cerros de la Carretera Central - El Agustino.
- Red Ambiental del Movimiento de Niños Trabajadores de El Agustino.
- Movimiento de Adolescentes y Niños Trabajadores Hijos de Obreros Cristianos (MANTHOC) - El Agustino.
- Cooperativa de Mujeres de Ahorro y Crédito de Huaycán.
- Centro Educativo Mariano Melgar - Santa Anita.
- Asociación de Regantes de Naña.

DIÓCESIS DE LURIN

- Grupo Amigos de la Naturaleza - Parroquia Santa Isabel Saeton.
- Grupo Talitha Quimi - Capilla El Salvador.
- Grupo Yacmay Wasi - Parroquia San Francisco.
- Grupo Minka Wasi - Parroquia San Francisco.
- Promotores de la Pastoral - Parroquia San Pedro.
- Promotores de la Pastoral - Capilla Virgen del Rosario.
- Programa de Educación Básica PEBAL - La Inmaculada.
- Escuela Lima del Movimiento de Adolescentes y Niños Trabajadores Hijos de Obreros Cristianos (MANTHOC) - San Juan de Miraflores.
- Red de Vigilancia a la Calidad del Agua, Nueva Rinconada - San Juan de Miraflores.
- Dirigentes de los AA.HH. de las Pampas de San Juan.
- Socias de los Comedores Sociales de la Nueva Rinconada.
- Dirigentes del AA. HH. Absalón Alarcón, Nueva Rinconada - San Juan de Miraflores.
- Miembros de la Comisión Diocesana de Dignidad Humana - Pastoral Social, Diócesis de Lurín.

DIÓCESIS DE CARABAYLLO

- Agentes Pastorales de la Parroquia La Virgen Dolorosa.
- Representantes de Grupos Juveniles de la Parroquia La Virgen Dolorosa.



Ceas

COMISION EPISCOPAL
DE ACCION SOCIAL

Av. Salaverry 1945, Lima 14
Telf. 471 0790 472 3714
Fax: 471 7336
ceasperu@ceas.org.pe
www.ceas.org.pe

