



PERÚ

Ministerio
de Salud

Dirección General
de Salud Ambiental

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la Consolidación Económica y Social del Perú”

INFORME N° 001860-2010/DEPA-APRHI/DIGESA

A : M.C. Rocío Juana María Espinoza Laín
Directora Ejecutiva de Ecología y Protección del Ambiente

Asunto : Evaluación de los resultados de los monitoreos realizados a los Recursos Hídricos en la cuenca del río Rímac, en el marco del Convenio N° 002-2009/MINSA, correspondiente al periodo de agosto a diciembre de 2009.

Referencia: Informe de Ensayo N° 0681 – *Agosto 2009*,
Reporte del Laboratorio de Control Ambiental del 31-08-2009
Carta N° 505-2009-GPDP
Expediente N° 25508-2009-DV, del 16-09-2009
Informe de Ensayo N° 0792 – *Setiembre 2009*
Expediente N° 30685-2009-DI, del 10-11-2009
Expediente N° 28335-2009-DI del 19-10-2009
Carta N° 552-2009-GPDP
Expediente N° 28573-2009-DV, del 26-10-2009
Informe de Ensayo N° 0886 – *Octubre 2009*
Expediente N° 31951-2009-DI, del 24-11-2009
Expediente N° 33605-2009-DI, del 10-12-2009
Carta N° 576-2009-GPDP.
Expediente N° 30711-2009-DV, del 11-11-2009
Informe de Ensayo N° 0962 – *Noviembre 2009*
Expediente N° 34954-2009-DV del 28-12-2009
Expediente N° 913-2010-DI del 12-01-2010
Carta N° 615-2009-GPDP
Expediente N° 34068-2009-DV del 15-12-2009
Informe de Ensayo N° 1077 – *Diciembre 2009*
Expediente N° 3455-2010-DI del 03-02-2010
Carta N° 008-2010-GPDP
Expediente N° 620-2010-DV del 11-01-2010

Fecha : 25 de mayo de 2010

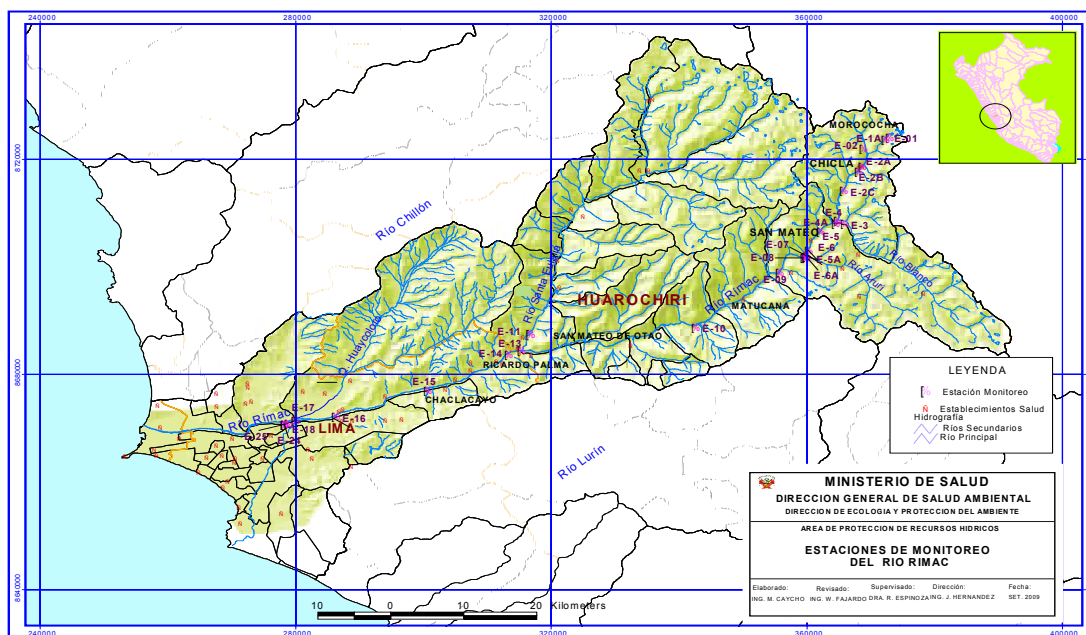
Es grato dirigirnos a usted para saludarlo cordialmente y en atención a los documentos de la referencia, presentar la evaluación de resultados de los monitoreos realizados en la cuenca del río Rímac en los meses de agosto a diciembre de 2009, actividad realizada en cumplimiento al Convenio N° 002-2009/MINSA suscrito entre el Ministerio de Salud - MINSA - y la empresa de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima - SEDAPAL, firmado el 27 de marzo de 2009.

1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El río Rímac, es uno de los recursos hídricos más importante del departamento de Lima, nace en las alturas de la localidad de Ticlio, en su recorrido atraviesa las provincias de Lima y Huarochiri con dirección noreste-suroeste; la cuenca tiene una longitud de 140 km; y, sus afluentes principales son los ríos Chinchán, Blanco, Aruri, Santa Eulalia y Huaycoloro.

A lo largo de su extensión, en sus riberas se ubican los centros poblados de Lima, Vitarte, Chaclacayo, Chosica, Matucana y San Mateo de Huanchor que representan el 81% de la población total de la cuenca. Además, es el principal abastecedor de agua para el consumo de la población de Lima y Callao.

La cuenca del río Rímac está delimitada por el Norte; con la cuenca del río Chillón, por el Sur; con las cuencas de los ríos Lurín y Mala, por el Este; con la cuenca del río Mantaro y por el Oeste; con el Océano Pacífico.



En la cuenca alta del río Rímac, se desarrolla una intensa actividad minera con explotación de plomo, cobre, zinc, plata, oro y antimonio, encontrándose instaladas las empresas:

- Vólcan Compañía Minera S.A.A. - Unidad Ticlio
- Empresa Minera Los Quenuales S.A. - Unidad Casapalca
- Compañía Minera Casapalca S.A.
- Perubar S.A. - Unidad Rosaura
- Compañía Minera San Juan (Perú) S.A., entre otras.

En la cuenca media y baja se ubican 14 centrales hidráulicas y establecimientos industriales de productos químicos, textiles, papeleras, alimentos y bebidas, curtiembres, materiales de construcción, entre otros.

Cabe mencionar que, las aguas residuales domésticas generadas por las poblaciones asentadas en toda su extensión son descargadas sin tratamiento previo al cuerpo receptor.

Por lo anteriormente mencionado, la contaminación en la cuenca del río Rímac se debe principalmente a la influencia de las actividades minero metalúrgicas, a los vertimientos industriales y domésticos que deterioran la calidad sanitaria de las aguas del río Rímac, las cuales llegan a las bocatomas de la Planta de La Atarjea de la empresa SEDAPAL para su tratamiento y distribución como agua potable para Lima y Callao.

2. ANTECEDENTES

La DIGESA, desde el año 1999, a través del Programa de Vigilancia Sanitaria de la Calidad de los Recursos Hídricos realiza la vigilancia sanitaria del río Rímac, teniendo establecidas estaciones de monitoreo que cubren la cuenca desde su nacimiento, en la laguna Ticticocha, hasta su descarga en el mar del Callao. Estas actividades se desarrollan en forma coordinada con la Región Lima y las Direcciones de Salud I, IV y V, órganos descentralizados del sector Salud.

La empresa SEDAPAL, desde el año 1989 realiza en forma periódica y estacional muestreos, análisis fisicoquímicos y biológicos de acuerdo a las estaciones de monitoreo establecidos en el río Rímac, los cuales se han ido incrementando de acuerdo a la identificación de nuevas fuentes de contaminación, contando actualmente con un total de 24 estaciones de monitoreo, desde el



km 110 de la Carretera Central, a la altura de la Mina Rosaura hasta las bocatomas de la Planta de La Atarjea.

Con fecha 27 de marzo de 2009, el Ministerio de Salud - MINSA - y la empresa de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima - SEDAPAL - suscribieron el Convenio de Cooperación Interinstitucional N° 002-2009/MINSA, a fin de fortalecer las actividades de vigilancia de la calidad sanitaria de la cuenca del río Rímac, con el trabajo coordinado y la generación oportuna de información, a fin de elaborar estrategias de medidas correctivas o alcanzar las alertas sanitarias que puedan ser requeridas.

En el marco del Convenio N° 002-2009/MINSA, el Ministerio de Salud a través de la DIGESA y la empresa SEDAPAL realizan en forma conjunta las actividades de vigilancia de la calidad sanitaria de las aguas del río Rímac, a fin de identificar los niveles de contaminación, realizando un monitoreo mensual, y el análisis y evaluación de las muestras de agua tomadas en la cuenca del río Rímac.

Es compromiso de la empresa SEDAPAL realizar los análisis microbiológicos [coliformes totales y coliformes termotolerantes], demanda bioquímica de oxígeno (*DBO₅*), demanda química de oxígeno (*DQO*), carbono orgánico total (*COT*), arsénico (*As*), aluminio (*Al*), cobre (*Cu*), manganeso (*Mn*), nitritos, nitratos, fosfatos, cloruros, nitrógeno total, nemátodos, sulfuros y caudal (*Q*); mientras que la DIGESA se encarga de los análisis de metales pesados [cadmio (*Cd*), cromo (*Cr*), hierro (*Fe*), plomo (*Pb*) y zinc (*Zn*)], turbidez, sólidos totales suspendidos (*STS*), cianuro WAD, aceites y grasas, hidrocarburos totales de petróleo (*HTP*), análisis hidrobiológico y de los parámetros de campo [pH, temperatura y conductividad], así como de la evaluación de los informes de ensayo, remisión de resultados y su publicación en la página web.

A lo largo del río Rímac y sus tributarios, se han establecido 26 estaciones de monitoreo, desde la naciente en la laguna Ticticocha hasta las bocatomas de la Planta de La Atarjea.

Para el año 2009, se programaron realizar 05 monitoreos de la calidad sanitaria de las aguas del río Rímac, los cuales se desarrollaron según se detalla en el siguiente cuadro:

Cronograma de Monitoreos de Agua - Año 2009			
Meses	Días	Actividades	Gestores
Agosto 2009	12 - 13	Monitoreo del río Rímac y tributarios	DIGESA - SEDAPAL
Setiembre 2009	16 - 17	Monitoreo del río Rímac y tributarios	DIGESA - SEDAPAL
Octubre 2009	14- 15	Monitoreo del río Rímac y tributarios	DIGESA - SEDAPAL
Noviembre 2009	11 - 12	Monitoreo del río Rímac y tributarios	DIGESA - SEDAPAL
Diciembre 2009	16 - 17	Monitoreo del río Rímac y tributarios	DIGESA - SEDAPAL

3. MARCO LEGAL

- Ley N° 26842 - Ley General de Salud.
- Ley N° 27444 - Ley del Procedimiento Administrativo General.
- Decreto Supremo N° 023-2005-SA, que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Salud.
- Resolución Directoral N° 1152/2005/DIGESA/SA que aprueba la clasificación de los recursos hídricos ubicados en el territorio de la República del Perú.
- Ley N° 28611 - Ley General del Ambiente.
- Resolución Directoral N° 2254/2007/DIGESA/SA que aprueba el "Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales" y sus Anexos I, II, III y IV que contienen los Parámetros establecidos en el monitoreo, Ubicación de puntos de muestreo y



registros de campo, Medición de caudales, Frecuencia de monitoreo y pautas de muestreo, Preservación, Conservación y Envío de las muestras al Laboratorio de Análisis.

- Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, que aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.
- Ley N° 29338 - Ley de Recursos Hídricos.
- Resolución Jefatural N° 0291-2009-ANA.
- Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, que aprueba las Disposiciones para la Implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.

4. CLASIFICACIÓN DEL CUERPO RECEPTOR

El río Rímac y sus tributarios, en la zona de estudio, debido a que sus aguas son utilizadas como agua de consumo por la población de Lima, se califica como **Clase II: "Aguas de abastecimiento doméstico con tratamiento convencional a procesos combinados de mezcla y coagulación, sedimentación, filtración y cloración, aprobados por el MINSA"**, según la R.D. N° 1152/2005/DIGESA/SA del 03/08/2005 que aprueba la clasificación de los recursos hídricos ubicados en el territorio de la República del Perú.

5. ESTACIONES DE MONITOREO

Código de Estación	Descripción de las estaciones de monitoreo	UTM Norte	UTM Este	Altitud
E-01	Bocatoma laguna Ticticocha, Carretera Central km 127	8716576	0368956	4650
E-1A	Río Rímac, 100 m aguas abajo de la quebrada del efluente Volcan	8716226	0369249	4565
E-02	Río Chinchán, puente Ferrocarril, Carretera Central km 119,5	8715052	0365360	4352
E-2A	Río Rímac, después del vertimiento de la Minera Los Quenuales	8711776	0365229	4170
E-2B	Río Rímac, después del vertimiento de la Compañía Minera Casapalca	8711490	0364986	4161
E-2C	Río Rímac, 150 m aguas abajo de minera PERUBAR - Rosaura	8711520	365028	4154
E-03	Río Blanco, Estación Meteorológica SENAMHI, Carretera Central km 101	8702497	0362766	3530
E-04	Río Rímac, puente Anchi II, Carretera Central km 95, San Mateo	8702498	362766	3512
E-4A	Río Rímac, después de la confluencia con el río Blanco	8703036	361817	3453
E-05	Río Rímac, puente Pite, Carretera Central km 95, San Mateo	8702554	361572	3418
E-06	Río Rímac, puente Tamboraque III, Carretera Central km 90,5	8700122	358794	3189
E-6A	Río Rímac, Central Hidroeléctrica Huanchor (puente Tamboraque II)	8698159	357845	3001
E-6B	Río Rímac, 100 m aguas abajo del vertimiento de la Minera San Juan	8697237	357496	2956
E-07	Río Aruri, antes de la confluencia con el río Rímac	8697078	357496	2957
E-08	Río Rímac, bocatoma EDEGEL (ex Pablo Bonner), Carretera Central km 89	8696898	0357288	2929
E-09	Río Rímac, puente Tambo de Viso, Carretera Central km 83,5	8694743	0353456	2670
E-10	Río Rímac, puente Surco, Carretera Central km 66	8685619	0342289	2004



Código de Estación	Descripción de las estaciones de monitoreo	UTM Norte	UTM Este	Altitud
E-11	Río Rímac, puente Ricardo Palma, Carretera Central km 38	8681446	0319041	1010
E-13	Río Santa Eulalia, puente antes de la unión con el río Rímac	8681799	0318479	971
E-14	Río Rímac, puente La Trinchera - Moyopampa, Carretera Central km 35	8681119	0316708	908
E-15	Río Rímac, puente Morón, Carretera Central km 23	8675326	0305656	642
E-16	Río Rímac, puente Huachipa, Carretera Central Km 9,5	8671081	0293037	391
E-17	Río Huaycoloro, antes de la unión con el río Rímac	8670464	0287452	303
E-18	Río Rímac, Mirador N° 1 Las Palmeras	8670066	0286517	287
E-24	Bocatoma 1 - La Atarjea	8669758	0285999	283
E-25	Bocatoma 2 - La Atarjea.	8669824	0285975	284

6. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Para la evaluación de los resultados se utilizaron los valores límite establecidos en la R.J. N° 0291-2009-ANA, para la Clase II, mientras que aquellos parámetros que no cuentan con valores límite en dicha Resolución Jefatural, se evaluaron en forma referencial con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, para la **Categoría 1. "Poblacional y Recreacional" Sub Categoría A2. "Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional"**, aprobado mediante D.S. N° 002-2008-MINAM del 31 de julio de 2008.



El análisis de los parámetros se presenta de la siguiente manera:

- I. Parámetros fisicoquímicos: *pH, temperatura, conductividad eléctrica, turbidez, sólidos totales suspendidos, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, aceites y grasas, hidrocarburos totales de petróleo, cianuro WAD, cloruros, nitritos, nitratos, fosfatos, carbono orgánico total, nitrógeno total y sulfatos*
- II. Parámetros inorgánicos: *arsénicos, aluminio, cadmio, cobre, cromo, hierro, manganeso, plomo y zinc*
- III. Parámetros microbiológicos: *coliformes totales y coliformes termotolerantes*
- IV. Parámetros hidrobiológicos
- V. *Parámetro nemátodos.*

A continuación, se presenta el **Análisis Comparativo de la Calidad Sanitaria de la Cuenca del Río Rímac**, para el periodo agosto a diciembre de 2009.

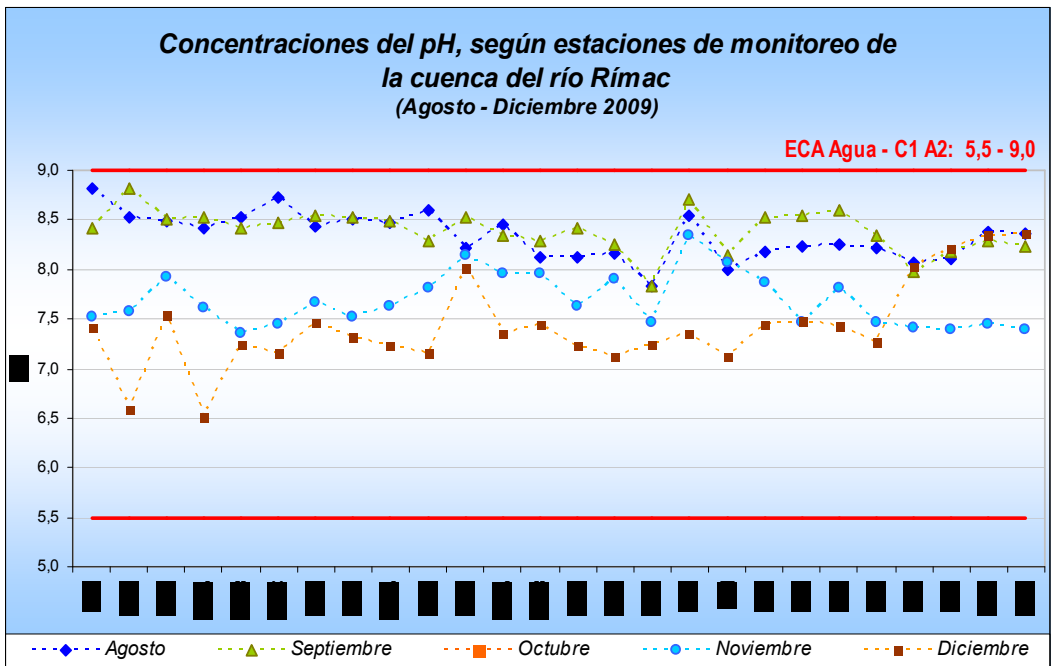
I. Análisis de los parámetros fisicoquímicos:



- El **Potencial de Hidrógeno (pH)** es el indicador que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculando el número de iones hidrogeno presentes. Se calcula con el fin de estimar algún tipo de efecto por acidez o alcalinidad producida por acciones naturales o antropogénicas. La medición de este parámetro se realiza in situ.

Se mide en una escala de 0 a 14. Los valores de pH menores a 7 indican que una sustancia es ácida, los valores de pH mayores a 7 indican que la sustancia es básica y si el pH es 7 indica que la sustancia es neutra.

Su interpretación va relacionada con la alcalinidad o acidez titulable, los cuales tienen relevancia por encima de 9,6 y por debajo de 4,4 unidades de pH.



El río Rímac presenta una caracterización básica a lo largo de la cuenca, con valores de *pH* que oscilan en un rango promedio de 7,5 a 8,4 unidades de *pH*, habiendo tenido picos con caracterización ácida en el mes de diciembre de 2009 en las estaciones E-2A “Río Rímac, aguas abajo del vertimiento de la Minera Los Quenuales S.A.” y E-1A “Río Rímac, 100 m aguas abajo de la quebrada del efluente Volcan”, con valores de 6,52 y 6,58 unidades de *pH*, respectivamente.

Asimismo, el máximo valor de *pH* hallado fue de 8,82 unidades de *pH* en la estación E-01 “Río Rímac, bocatoma de la laguna Ticticocha”, en el mes de agosto de 2009.

Los valores de *pH* medidos en la cuenca del río Rímac cumplen con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua: *Categoría 1. "Poblacional y Recreacional" Sub Categoría A2. "Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional"*, aprobado mediante D.S. N° 002-2008-MINAM, tomados como referencia, que establecen que los valores aceptables de *pH* comprenden el rango de 5,5 a 9,0 unidades de *pH*.

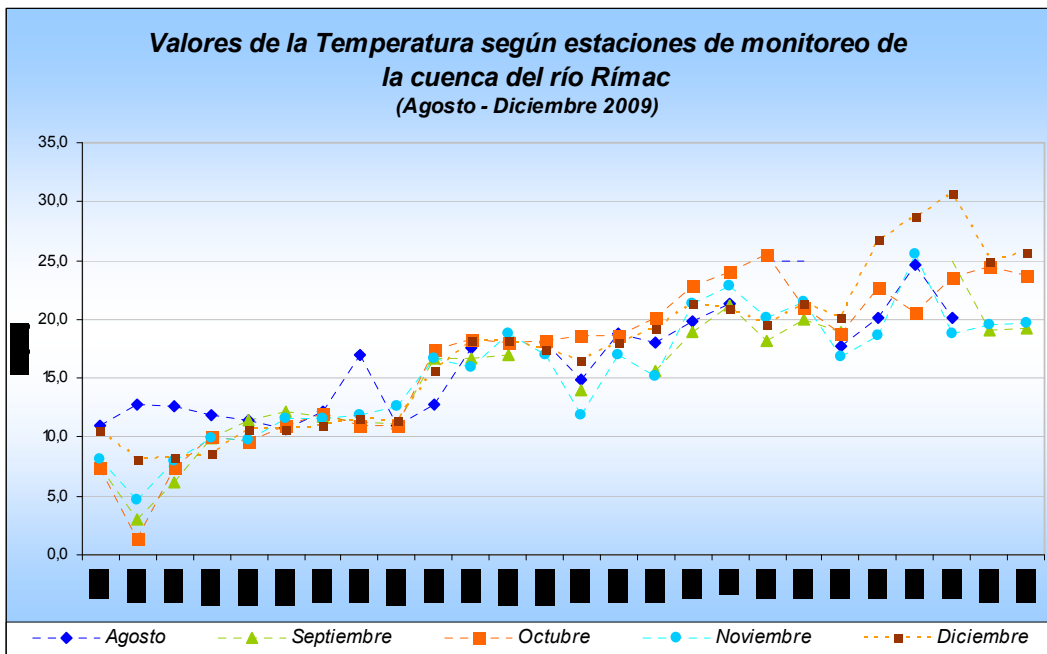
- La **Temperatura (T °C)** del agua es un parámetro muy importante dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción, así como la aptitud del agua para ciertos usos útiles. La temperatura es un parámetro que indica la existencia de un contraste o gradiente de energía que provoca la



transferencia de calor; determina la evolución o tendencias de las propiedades físicas, químicas o biológicas.

La temperatura es un indicador de la calidad del agua, que influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico, como el pH, el déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas. El aumento de la temperatura modifica la solubilidad de las sustancias, aumentando la de los sólidos disueltos y disminuyendo la de los gases. El valor de la temperatura se determina in situ.

El oxígeno es menos soluble en agua caliente que en agua fría. Un cambio brusco de temperatura puede conducir a un aumento en la mortalidad de la vida acuática.



En la cuenca del río Rímac, el valor mínimo de *temperatura* fue 1,3 °C en la estación E-1A “Río Rímac, 100 m aguas abajo de la quebrada del efluente de la minera Volcan”, en octubre de 2009; y, el valor máximo hallado fue de 30,7 °C en la estación E-18 “Río Rímac, Mirador N° 1 Las Palmeras”, en el mes de diciembre de 2009.

Además, del análisis de la gráfica se puede indicar que el parámetro *temperatura* en la cuenca del río Rímac presenta una gradiente con tendencia lineal positiva hacia aguas abajo, el mismo que responde a las características climáticas de acuerdo a la ubicación geográfica de la cuenca en su recorrido.

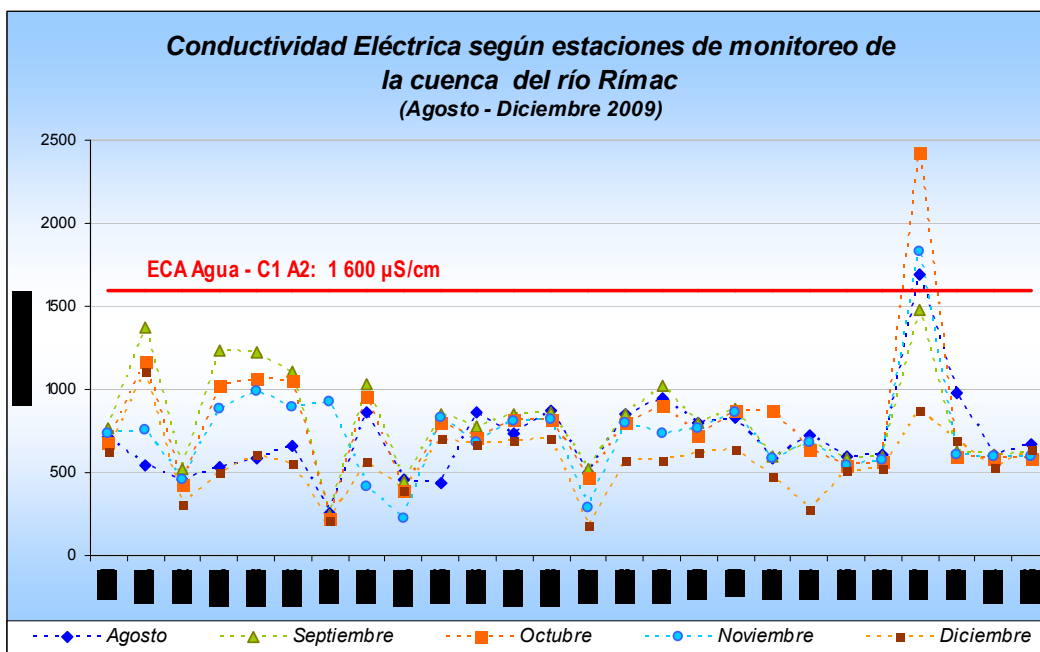
- La **Conductividad Eléctrica (C.E.)** es una expresión numérica de la capacidad de una solución de permitir el paso de la corriente eléctrica a través de sí y se utiliza para determinar la salinidad del agua, la capacidad de transmitir una corriente eléctrica, expresado en µS/cm (micro Siemens por centímetro). Esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas, así como de la temperatura del agua.

El agua pura tiene muy baja conductividad, por lo que su medida se utiliza como una medida indirecta de la concentración de sólidos disueltos totales o de minerales en el agua.



La medición de este parámetro se realiza in situ. Es habitual encontrar valores de 700 $\mu\text{mhos/cm}$ a 1 200 $\mu\text{mhos/cm}$ de manera natural en cuerpos de agua superficiales.

Para evaluar la concentración de la conductividad eléctrica en la cuenca del río Rímac se considera referencialmente el valor establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua: *Categoría 1. "Poblacional y Recreacional" Sub Categoría A2. "Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional"*, aprobado mediante D.S. N° 002-2008-MINAM, y es de 1 600 $\mu\text{S/cm}$.



Para el caso de la cuenca del río Rímac, se tiene que el valor mínimo de *conductividad eléctrica* reportado fue 176,5 $\mu\text{S/cm}$ en la estación E-07 “Río Aruri, antes de la confluencia con el río Rímac”, en diciembre de 2009; y, el valor máximo reportado fue 2 430 $\mu\text{S/cm}$ en la estación E-17 “Río Huaycoloro, antes de la unión con el río Rímac”, en el mes de octubre de 2009.

Cabe mencionar que, sólo en la estación E-17 “Río Huaycoloro, antes de la unión con el río Rímac” los resultados de *conductividad eléctrica* en el 60% de las muestras evaluadas superan el valor establecido en el ECA para agua.

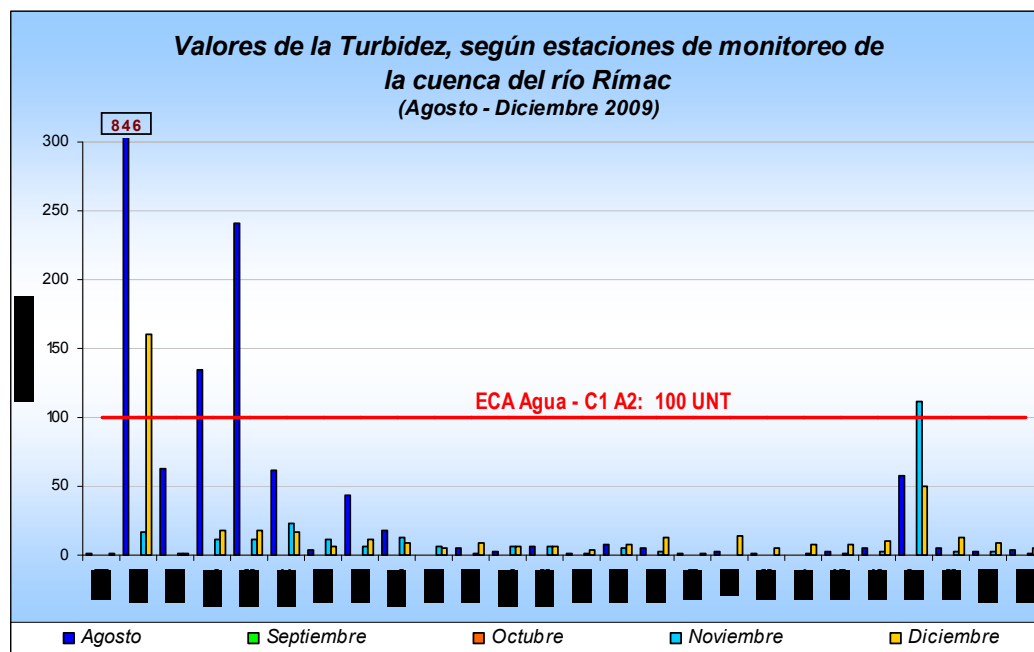
- La **Turbidez** del agua se entiende como la falta de transparencia del agua, debido a la presencia de partículas en suspensión de tamaño coloidal, como arcillas, cieno o materias orgánicas e inorgánicas finamente divididas, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton, sedimentos procedentes de la erosión y microorganismos; el tamaño de estas partículas varía desde 0,1 a 1 000 nm (nanómetros) de diámetro.

La turbidez se utiliza para indicar la calidad del agua y la eficiencia de la filtración para determinar si hay presencia de organismos que provocan enfermedades. La materia suspendida en el agua absorbe la luz, haciendo que el agua tenga un aspecto nublado y cuanto más turbia es, más sucia parecerá y menor será la calidad del agua. Se mide en UNT (unidades nefelométricas de turbidez).

Para evaluar la concentración de la turbiedad en la cuenca del río Rímac se considera referencialmente el valor establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua: *Categoría 1. "Poblacional y Recreacional" Sub Categoría*



A2. “Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional”, aprobado mediante D.S. N° 002-2008-MINAM, cuyo valor estándar es 100 UNT.



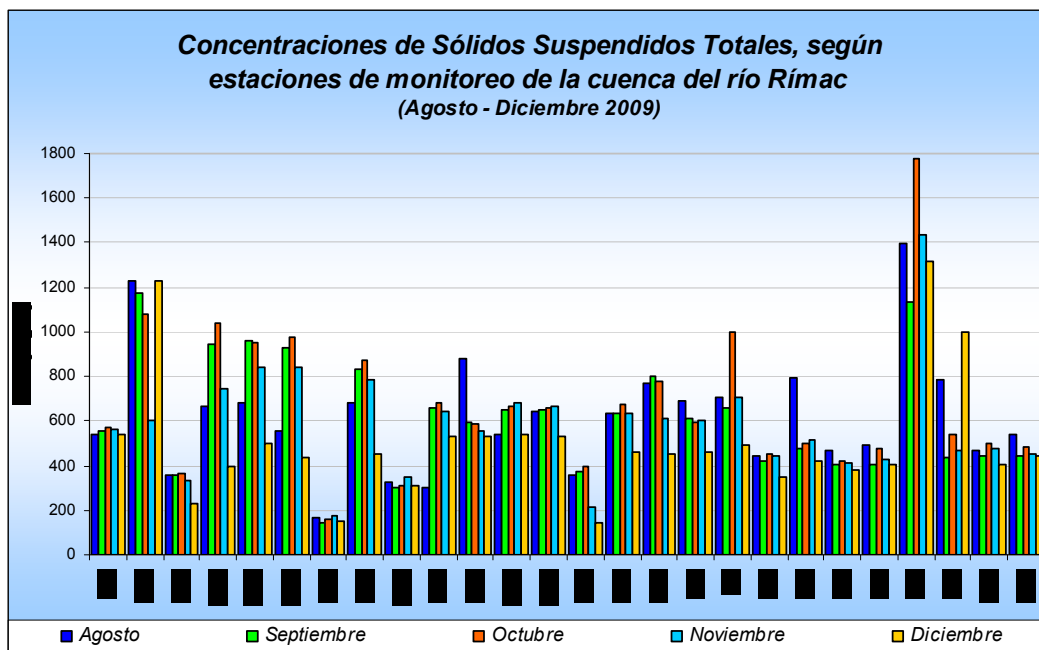
En la cuenca del río Rímac, los valores mínimo y máximo de turbidez se presentaron en el mes de agosto de 2009, con un valor mínimo de 0,10 UNT en la estación E-14 “Río Rímac, puente La Trinchera - Moyopampa, Carretera Central km 35” y un máximo de 846 UNT en la estación E-1A “Río Rímac, 100 m aguas abajo de la quebrada del efluente de la minera Volcan”, superando el valor del ECA para agua, para la Categoría 1 Subcategoría A2.

Además, durante todo el periodo de estudio, se observa una mayor turbidez en la parte alta de la cuenca, en las estaciones E-1A, E-02, E-2A, E-2B, E-2C, E-04, desde 100 m aguas abajo de la quebrada del efluente Vólcan hasta el km 95 en el puente Anchi II; y, en la parte media de la cuenca, en la estación E-17 “Río Huaycoloro, antes de la unión con el río Rímac”.

- Los **Sólidos Suspendidos Totales (SST)** son aquellas partículas no solubles en el agua que no son lo suficientemente pesadas para sedimentarse en el cuerpo de agua en el que están presentes. Los principales sólidos suspendidos son pequeñas partículas de materia orgánica e inorgánica, microorganismos y plancton. Los sólidos suspendidos, tales como limo, arena y virus, son generalmente responsables de impurezas visibles.

La materia suspendida son partículas muy pequeñas, que no se pueden quitar por medio de deposición. Pueden ser identificadas con la descripción de características visibles del agua, incluyendo turbidez, claridad, gusto, color y olor del agua.

Los sólidos son los materiales suspendidos o disueltos en aguas limpias y aguas residuales, pueden afectar negativamente la calidad del agua o a su suministro de varias maneras. Las aguas con abundantes sólidos disueltos suelen ser de inferior potabilidad y pueden inducir una reacción fisiológica desfavorable en el consumidor ocasional.



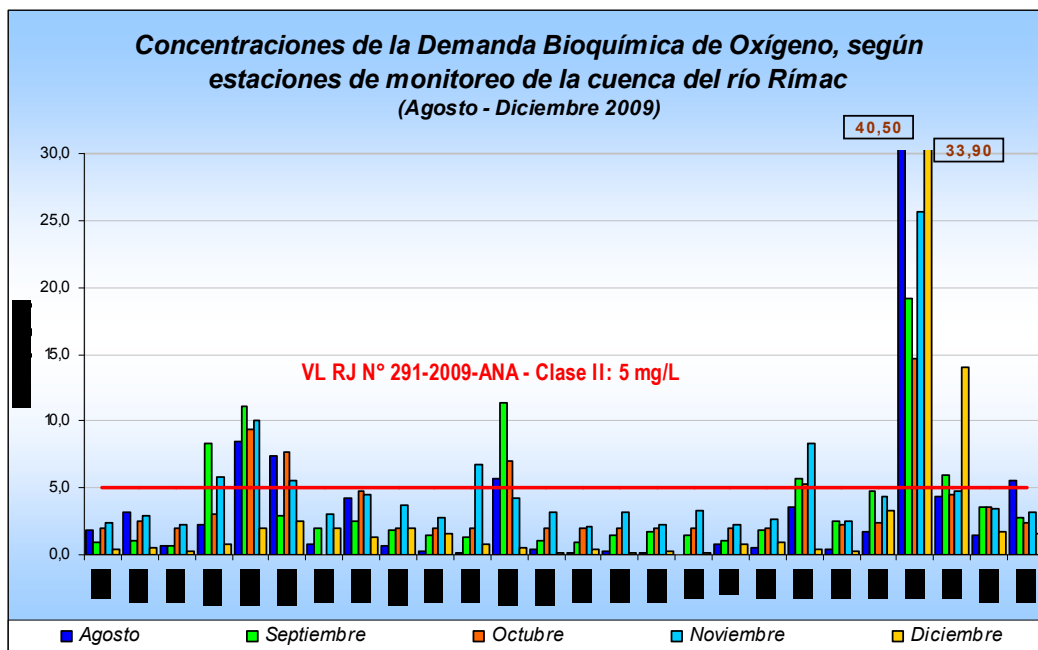
En la cuenca del río Rímac, se tiene que el valor mínimo encontrado de SST fue de 142 mg/L en la estación E-03 “Río Blanco, estación metereológica SENAMHI”, en setiembre de 2009; y, el valor máximo fue 1 778 mg/L en la estación E-17 “Río Huaycoloro, antes de la unión con el río Rímac”, en el mes de octubre de 2009.

Además, se observa durante todo el periodo que las estaciones E-03 (río Blanco) y E-17 (río Huaycoloro) son aquellas que presentan las menores y mayores concentraciones de SST, respectivamente.

- La **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)** es el parámetro de contaminación orgánica que mide la cantidad de oxígeno consumido por microorganismos en la degradación de la materia orgánica en general, el cual es usado por la actividad respiratoria de los microorganismos que utilizan la materia orgánica del agua residual para crecer y para metabolizar a partir de ella y de otros microorganismos sus componentes celulares.

La DBO₅ se mide en mg/L de O₂ consumidas durante un período de 5 días a 20 °C en la oscuridad y es el resultado de la degradación de tres tipos de materiales: materiales orgánicos carbónicos (microorganismos aerobios), nitrógeno oxidable (nitrosomas y nictrobacter) y compuestos químicos reductores (se oxidan con el OD). Como su origen proviene de organismos, y sus productos de degradación o de metabolismo, se puede afirmar que está compuesta de proteínas, carbohidratos y lípidos y/o sus productos de degradación: aminoácidos, monosacáridos, hidrocarburos, ácidos grasos, alcoholes y otros componentes propios de los vegetales como pigmentos.

La DBO es utilizada para medir el impacto de la contaminación causada por las aguas residuales, y el consumo de estas aguas con alto contenido de DBO₅ representa riesgos a la salud.



En la cuenca del río Rímac, se encontró que el valor máximo de DBO_5 fue de 40,50 mg/L en la estación E-17 "Río Huaycoloro, antes de la unión con el río Rímac", en el mes de agosto de 2009, superando el valor límite establecido en la R.J. N° 0291-2009-ANA para la Clase II de 5 mg/L; mientras que la concentración mínima de DBO_5 fue de 0,020 mg/L en la estación E-10 "Río Rímac, puente Surco, Carretera Central km 66", en el mes de agosto de 2009, cumpliendo con dicha norma.

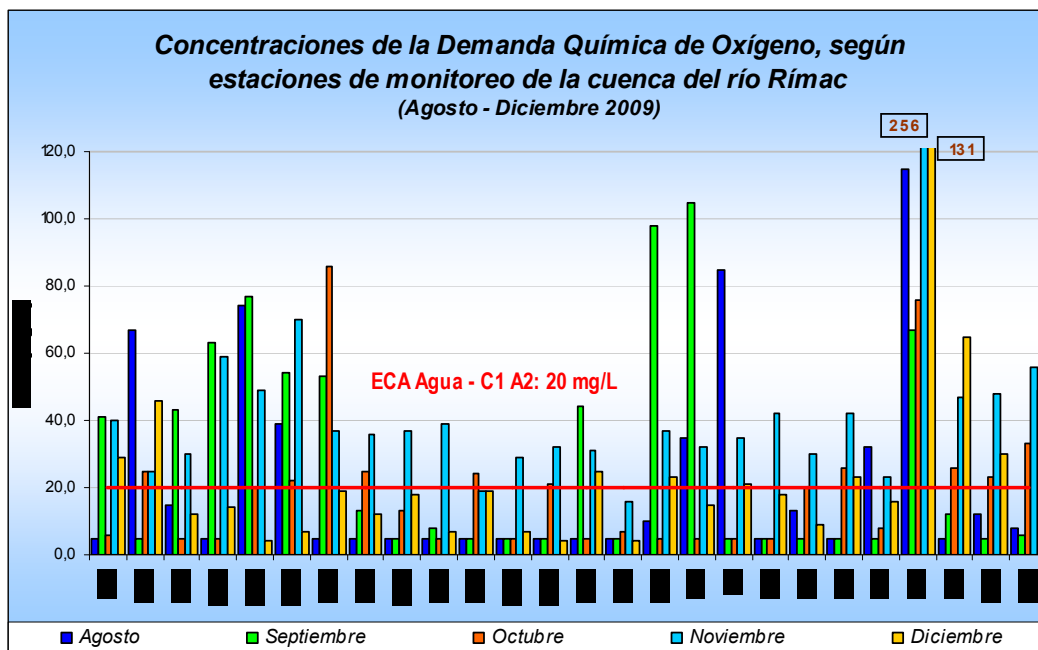
Se puede observar que durante todo el periodo, en las estaciones de monitoreo ubicadas aguas abajo de zonas donde se desarrolla la actividad minera, E-2A, E-2B, E-2C, E-6A, y en aquellas zonas con actividad industrial, E-14, E-17 y E-18, las concentraciones promedio de la DBO_5 son mayores con respecto al resto de las estaciones de monitoreo de la cuenca del río Rímac.

Además, se observa que al término del periodo de este estudio, las concentraciones de DBO_5 sólo en las estaciones E-17 "Río Huaycoloro, antes de la unión con el río Rímac" y E-18 "Río Rímac, Mirador N° 1 Las Palmeras", se encontraron concentraciones que superan el valor límite establecido por la R.J. N° 0291-2009-ANA para la Clase II, no cumpliendo con dicha norma.

- La **Demanda Química de Oxígeno (DQO)** es la cantidad de oxígeno consumida por las materias existentes en el agua, oxidables en condiciones determinadas, cualquiera sea su origen, biodegradable y no biodegradable.

El vertimiento de aguas residuales domésticas o industriales incrementa el contenido de materia orgánica en el agua, aumentando la DQO con la consecuente disminución del oxígeno disuelto. Las aguas no contaminadas tienen valores de DQO de 1 a 5 ppm.

Para evaluar la DQO, en la cuenca del río Rímac, se considera referencialmente el valor establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua: **Categoría 1. "Poblacional y Recreacional" Sub Categoría A2. "Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional"**, aprobado mediante D.S. N° 002-2008-MINAM, cuyo valor es 20 mg/L.



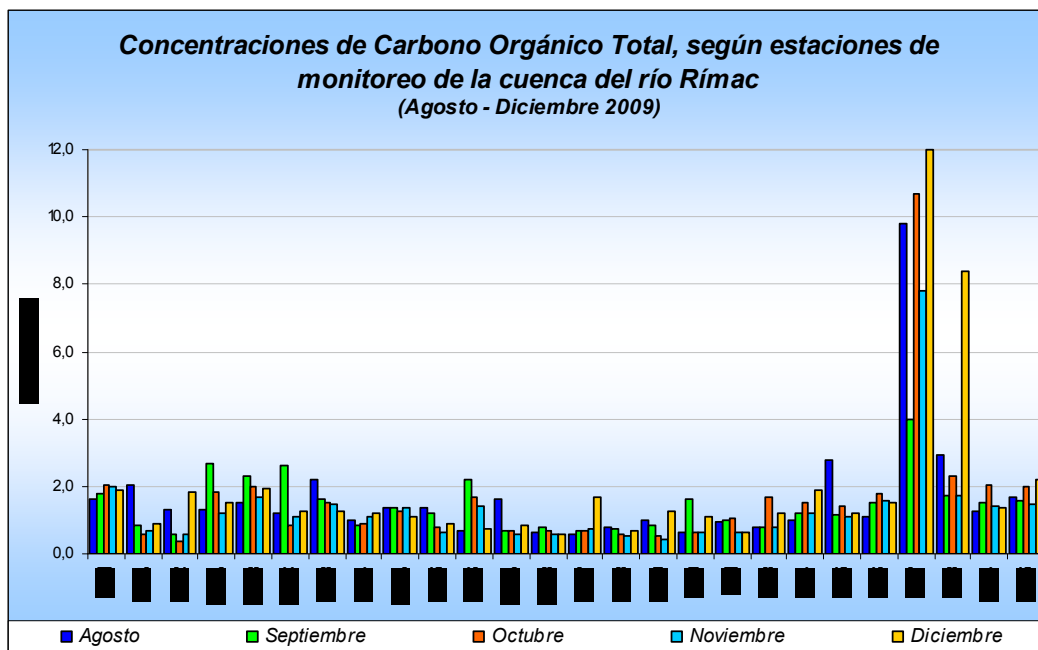
En la cuenca del río Rímac, el valor mínimo de la DQO reportado fue de 4 mg/L en las estaciones E-2B, E-6B y E-08 ubicadas aguas abajo de los vertimientos de la Minera Los Quenuales S.A., la Compañía Minera San Juan (Perú) S.A. y en la bocatoma EDEGEL (ex Pablo Bonner), en el mes de diciembre de 2009, el cual no supera el valor referencial de 20 mg/L; y, el valor máximo hallado fue de 256 mg/L en la estación E-17 "Río Huaycoloro, antes de la unión con el río Rímac", en el mes de noviembre de 2009, superando el valor establecido en el ECA para agua, para la Categoría 1, Subcategoría A2.

Además, se observa que las concentraciones de la DQO presentan resultados muy variables durante todo el periodo, excediendo al menos en una fecha dicho valor establecido en la mayoría de las estaciones de monitoreo; mientras que, sólo en la estación E-08 "Río Rímac, bocatoma EDEGEL (ex Pablo Bonner), Carretera Central km 89", el DQO no supera el valor establecido en el ECA para agua.

- El **Carbono Orgánico Total (COT)** es la medida del contenido total en carbono de los compuestos orgánicos presentes en las aguas. Se refiere tanto a compuestos orgánicos fijos como volátiles, naturales o sintéticos. Un análisis típico del COT mide tanto el carbono total (CT) presente, como el carbono inorgánico total (CIT), y de la diferencia de estas dos medidas se obtiene el COT.

Se mide por la cantidad de dióxido de carbono que se genera al oxidar la materia orgánica en condiciones especiales, siendo causante de la dureza del agua, corrosividad o las incrustaciones en el agua, limitando su uso para consumo humano e industrial.

El valor mínimo de COT fue de 0,37 mg/L en la estación E-02 "Río Chinchán, puente Ferrocarril, Carretera Central km 119,5", en el mes de octubre de 2009; y, el valor máximo fue de 12,0 mg/L en la estación E-17 "Río Huaycoloro, antes de la unión con el río Rímac", en el mes de diciembre de 2009.



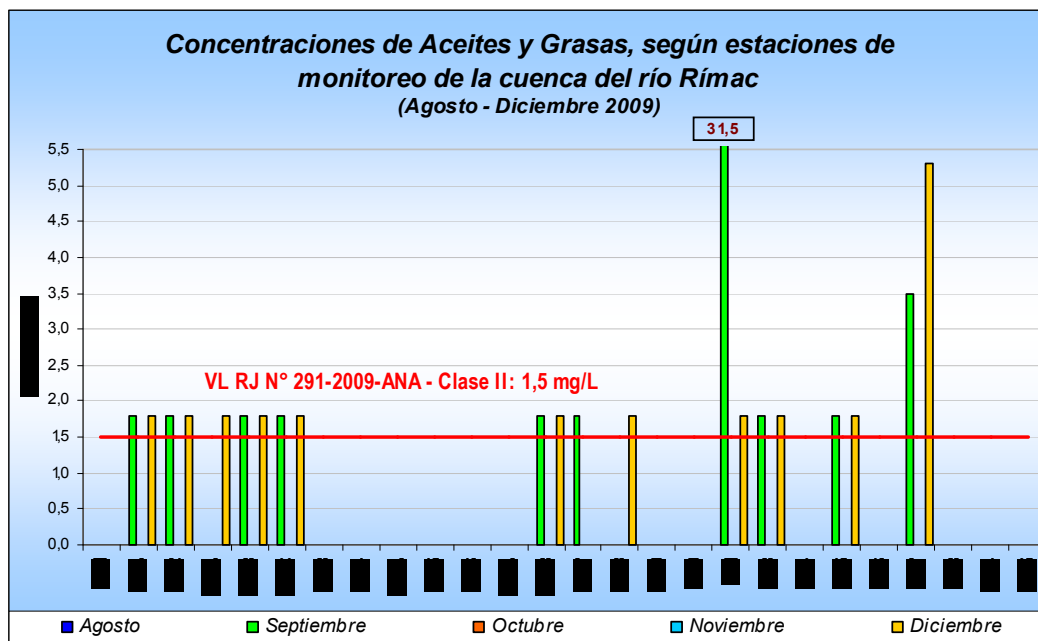
No existe normatividad peruana que regule este parámetro, sin embargo, se puede apreciar que la cuenca del río Rímac presenta concentraciones de COT, con un comportamiento variable, en un rango predominante menor a 2,0 mg/L, con algunas fluctuaciones importantes, especialmente en la estación E-18 “Río Rímac, Mirador N°1 Las Palmeras”, debido al aporte del río Huaycoloro (E-17), el cual confluye en el río Rímac aguas arriba del punto de muestreo E-18, con un valor de COT de 12,0 mg/L.

Cabe mencionar que, en las franjas marginales del río Huaycoloro se desarrolla una gran actividad industrial, la cual contribuye a la contaminación de este río y consecuentemente al río Rímac, al aportar elevadas concentraciones de COT.

- Los **Aceites y Grasas (AyG)** son compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal, así como de los hidrocarburos del petróleo; éstos presentan baja densidad, poca solubilidad en agua y baja o nula biodegradabilidad, debido a que forman una película que recubre los microorganismos encargados de la biodegradación, impidiendo con ello la captación de oxígeno por los mismos y disminuyendo su poder depurador. La determinación analítica de grasas y aceites no mide una sustancia específica sino un grupo de sustancias susceptibles de disolverse en hexano, incluyendo ácidos grasos, jabones, grasas, ceras, hidrocarburos, aceites y cualquier otra sustancia extractable con hexano; por ello, si no son controladas se acumulan en el agua formando natas en la superficie.

El contenido de aceites y grasas generalmente es menor en vertimientos urbanos, siendo su presencia un indicio de vertido industrial, causando graves problemas a los sistemas de depuración.

Para la evaluación de este parámetro, en la cuenca del río Rímac, se realiza el monitoreo de agua en las estaciones E-1A, E-02, E-2A, E-2B, E-2C, E-6B, E-07, E-08, E-11, E-13, E-15 y E-17, las cuales están ubicadas aguas abajo de zonas donde hay desarrollo de actividad industrial, realizando la toma de muestras de aguas para el parámetro aceites y grasas en los meses de setiembre y diciembre de 2009.



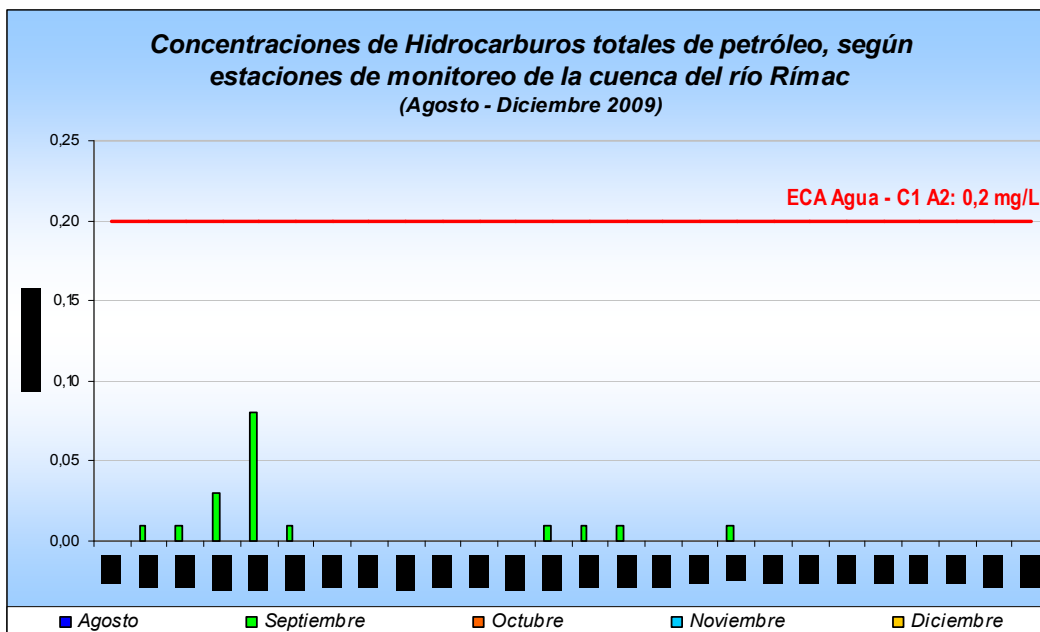
En el grafico, se observa que las estaciones E-1A, E-02, E-2A, E-2B, E-2C, E-6B, E07, E-08, E-13 y E-15 reportan concentraciones no detectables del parámetro de aceites y grasas por el método de análisis del laboratorio, debido a que el límite de detección del método de análisis es mayor al valor limite establecido en la R.J. N° 0291-2009-ANA para la Clase II, establecido en 1,5 mg/L, no siendo posible evaluar este parámetro en las estaciones evaluadas.

Contrariamente a este comportamiento, la estación E-11 “Río Rímac, puente Ricardo Palma, Carretera Central km 38”, en el mes de setiembre de 2009, reportó la máxima concentración de AyG de 31,5 mg/L, así como en la estación E-17 “Río Huaycoloro, antes de la unión con el río Rímac”, se reportaron concentraciones de AyG de 3,5 y 5,3 mg/L, en los meses de setiembre y diciembre de 2009, respectivamente, valores que superan ampliamente el valor limite establecido en la R.J N° 0291-2009-ANA para Clase II. Cabe mencionar, que ambas estaciones se ubican cerca de la zona urbana de la ciudad de Lima, siendo este un factor antropogénico importante del incremento de este parámetro.

- Los **Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)** son una mezcla de productos químicos compuestos principalmente de hidrógeno y carbono, llamados hidrocarburos. Los científicos han dividido a los TPH en grupos de hidrocarburos de petróleo que se comportan en forma similar en el suelo o el agua.

Los términos hidrocarburos totales de petróleo se usan para describir una gran familia de varios cientos de compuestos químicos originados de petróleo crudo. El petróleo crudo es usado para manufacturar productos de petróleo, los que pueden contaminar el ambiente. Debido a que hay muchos productos químicos diferentes en el petróleo crudo y en otros productos de petróleo, no es práctico medir cada uno en forma separada. Sin embargo, es útil medir la cantidad total de TPH en un sitio.

Algunas sustancias químicas que pueden encontrarse en los TPH incluyen a hexano, combustibles de aviones de reacción, aceites minerales, benceno, tolueno, xilenos, naftalina, y fluoreno, como también otros productos de petróleo y componentes de gasolina. Sin embargo, es probable que muestras de TPH contengan solamente algunas, o una mezcla de estas sustancias químicas.



Para la evaluación de este parámetro, en el monitoreo de la cuenca río Rímac del mes de setiembre de 2009, se realizó la toma de muestras de aguas en las estaciones E-1A, E-02, E-2A, E-2B, E-2C, E-6B, E-07, E-08 y E-11 ubicadas aguas abajo de las zonas donde se realiza algún tipo de actividad industrial.

En la gráfica, se observa que el valor más alto de TPH reportado fue 0,08 mg/L en la estación E-2B "Río Rímac, 150 m aguas abajo de la minera PERUBAR - Rosaura", sin embargo este valor es inferior a 0,2 mg/L, valor establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua: *Categoría 1. "Poblacional y Recreacional" Sub Categoría A2. "Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional"*, aprobado mediante D.S. N° 002-2008-MINAM, y tomado referencialmente.

- El **Cianuro WAD (CN WAD)** son especies de cianuro liberadas con un pH moderado (pH=4,5) como HCN y CN-acuosos, la mayoría de los complejos de cobre, cadmio, zinc, níquel, plata y otros con constantes de disociación baja similares.

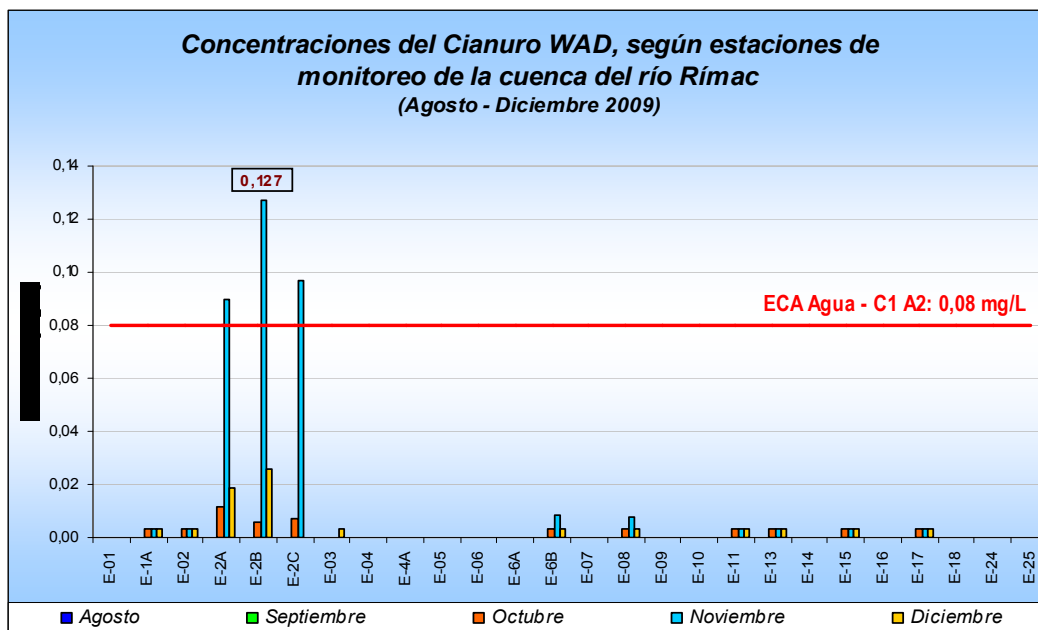
El **CN WAD** se utiliza en la minería porque reacciona con el oro, así como con otros metales. El mineral aurífero casi siempre contiene otros metales, entre ellos hierro, cobre, zinc, níquel y plata, así como otros elementos, como el arsénico. En la mayoría de los cuerpos mineralizados, las concentraciones de otros metales típicamente son mayores que la concentración de oro en varios órdenes de magnitud.

Los complejos débiles de cianuro, con frecuencia denominados cianuros "disociables en ácidos débiles" o cianuros DAD (WAD), pueden disociarse en solución y producir concentraciones ambientalmente significativas de cianuro libre. Los complejos débiles incluyen complejos de cianuro de cadmio, cobre, níquel, plata y zinc. El grado al cual se disocian estos complejos depende en gran medida del pH de la solución. Por otra parte, los complejos fuertes de cianuro se degradan mucho más lentamente que el cianuro DAD en condiciones químicas y físicas normales.

El cianuro produce efectos tóxicos a niveles de 0,05 miligramos de cianuro por decilitro de sangre (mg/dL) o mayores, y casos fatales han ocurrido a niveles de 0,3 mg/dL o mayores (1 decilitro es la décima parte de 1 litro ó 100 mililitros).



Para evaluar la concentración del CN WAD se considera referencialmente los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua: *Categoría 1. "Poblacional y Recreacional" Sub Categoría A2. "Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional"*, aprobado mediante D.S. N° 002-2008-MINAM, siendo su valor estándar de 0,08 mg/L.



Para la evaluación de este parámetro, en la cuenca río Rímac se realizó el monitoreo de aguas en los meses de setiembre a diciembre de 2009, en las estaciones E-1A, E-02, E-2A, E-2B, E-2C, E-03, E-6B, E-08, E-11, E-13, E-15 y E-17 ubicadas aguas abajo de las zonas donde se desarrolla la actividad industrial.

En la cuenca del río Rímac, se observa que la concentración máxima de CN WAD fue de 0,127 mg/L, en el mes de noviembre de 2009, para la estación E-2B "Río Rímac, después del vertimiento de la Compañía Minera Casapalca", superando el valor estándar establecido en el D.S. N° 002-2008-MINAM para Categoría 1, Subcategoría A2. Cabe señalar que las concentraciones de este parámetro en las estaciones E-2A y E-2C, ubicadas aguas arriba y aguas abajo de la estación E-2B, en el mes de noviembre, también superan el valor estándar de la referida norma.

Por otro lado, el valor mínimo de CN WAD no es cuantificable debido a que el límite de detección del método de análisis del laboratorio es 0,003 mg/L, no siendo detectables en la mayoría de las muestras de agua de las estaciones de monitoreo evaluadas.

Del análisis de este parámetro, se concluye que durante todo el periodo de estudio de la cuenca del río Rímac, sólo en el mes de noviembre las concentraciones de CN WAD superaron el valor establecido en los ECA para agua.

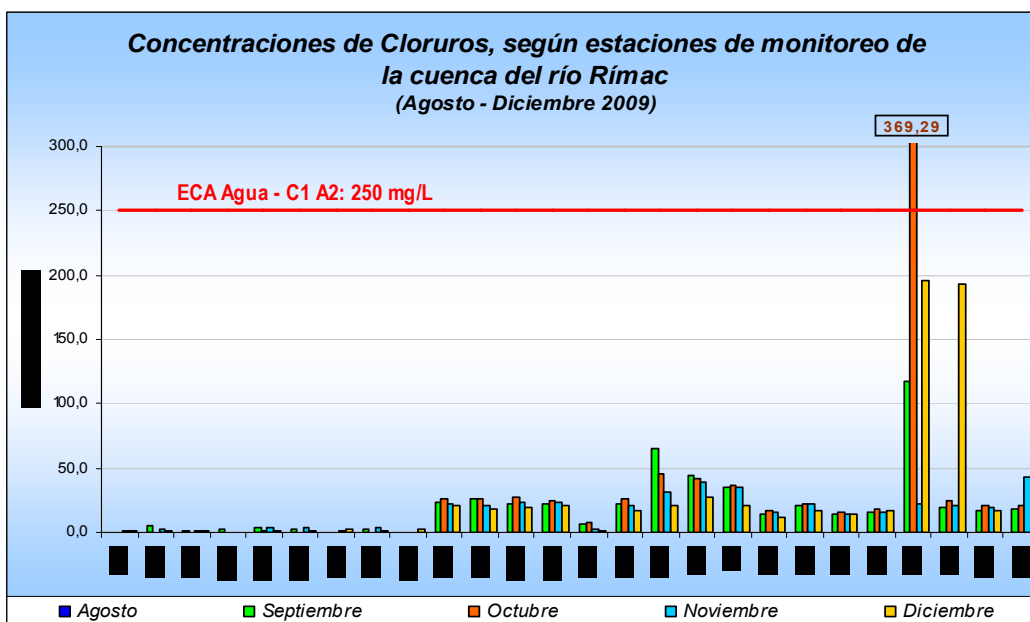
- El **Cloruro**, en forma de ion **Cl⁻**, es uno de los aniones inorgánicos principales en el agua. Las aguas naturales poseen contenidos muy variables en cloruros dependiendo de las características de los terrenos que atraviesan, pero en cualquier caso la cantidad siempre es menor que en aguas residuales, debido a que el NaCl es común en la dieta y pasa inalterado a través del aparato digestivo.



El aumento de cloruros de un agua puede originarse en una zona árida debido al lavado de los suelos producido por fuertes lluvias, por procesos industriales y por contaminación de aguas residuales; y en una zona costera puede deberse a infiltraciones del agua de mar.

El contenido en cloruros no suele plantear problemas de potabilidad a las aguas de consumo; mientras que un contenido elevado de cloruros puede dañar las conducciones y estructuras metálicas y perjudicar el crecimiento vegetal.

Para evaluar concentraciones de cloruros, se considera referencialmente el valor de 250 mg/L, establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua: *Categoría 1. "Poblacional y Recreacional" Sub Categoría A2. "Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional"*, aprobado mediante D.S. N° 002-2008-MINAM.



Para evaluar este parámetro, se considera los resultados del monitoreo de aguas de los meses de setiembre a diciembre de 2009, en donde se reportó el valor máximo de cloruros de 369,29 mg/L en la estación E-17 "Río Huaycoloro, antes de la unión con el río Rímac", en el mes de octubre de 2009, valor que supera el estándar establecido en los ECA para agua; mientras que en las demás estaciones de monitoreo evaluadas, las concentraciones de cloruros cumplen con los estándares del D.S. N° 002-2008-MINAM.

Además, en la gráfica se observa que en la estación ubicada en el río Huaycoloro (E-17), durante casi todo el periodo de estudio, presenta concentraciones altas de cloruros, posiblemente debido a la actividad industrial desarrollada en dicha zona.

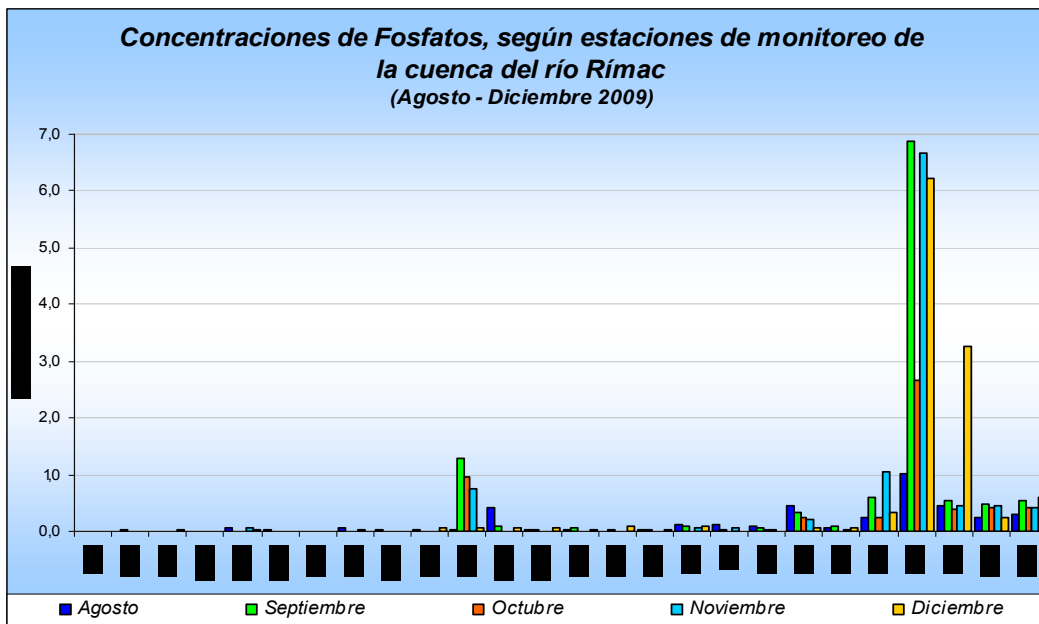
- Los **Fosfatos** (PO_4^{-3}) son las sales del ácido fosfórico; un compuesto del fósforo que limita los nutrientes en las aguas, tanto estancadas como en movimiento. Los fosfatos se encuentran en los fertilizantes y los detergentes y pueden llegar al agua con el escurrimiento agrícola, los desechos industriales y las descargas de aguas negras. De un incremento en su concentración, resulta la eutrofización del agua cuyos efectos comunes son un aumento de la materia orgánica y de bacterias heterótrofas que modifican el carácter fisicoquímico del agua, y hacen que disminuya el oxígeno disuelto.

Los *fosfatos*, al igual que los nitratos, son nutrientes para las plantas. Cuando entra demasiado fosfato al agua, florece el crecimiento de las plantas, así como puede ocasionar un crecimiento rápido de las algas. Los crecimientos rápidos de algas se pueden reconocer



con facilidad como capas de limo verde y pueden eventualmente cubrir la superficie del agua. Al crecer las plantas y las algas, ahogan a otros organismos.

El valor recomendable de *fosfatos* debe ser inferior a 0,2 ppm, valor sugerido en textos teóricos, debido a que no existe norma de regulación para este parámetro en la legislación peruana que permita evaluarlo. Se realiza un breve comentario, tomando como referencia dicho valor.



La estación E-17 “Río Huaycoloro, antes de la unión con el río Rímac” reportó la más alta concentración de fosfatos con 6,88 mg/L, donde aguas abajo del punto de confluencia con el río Rímac la concentración disminuye debido a la dilución que se produce al unirse con el caudal del río Rímac, en setiembre de 2009.

El comportamiento de la caracterización del parámetro fosfato en la cuenca del río Rímac, reporta un crecimiento progresivo en la dirección aguas abajo, con incidencia en la estaciones E-06 y E-6A, ubicadas en la parte alta de la cuenca, a la altura del puente Tamboaque III y aguas abajo del vertimiento de la compañía Minera San Juan, respectivamente, donde se reportan valores superiores a 0,4 mg/L de fosfatos, los cuales han ido disminuyendo hasta alcanzar valores menores a 0,08 mg/L, durante el periodo de agosto a diciembre de 2009.

Cabe indicar que, a partir de la estación E-14 hasta la E-25, ubicadas en la cuenca media a altura del puente La Trinchera-Moyopampa hasta la bocatoma de la Planta La Atarjea, las concentraciones de fosfatos superan los 0,2 mg/L, durante todo el periodo.

- El **Nitrógeno total** es la cantidad de nitrógeno en el agua analizada. El nitrógeno se presenta en diferentes formas químicas, en las aguas naturales y contaminadas, presentándose como gas disuelto, combinaciones orgánicas y combinaciones inorgánicas, de los cuales, varios de sus compuestos son nutrientes esenciales. El nitrógeno inorgánico no gaseoso se halla en forma de nitratos, nitritos y amonio. Su presencia en las aguas en exceso es causa de eutrofización.

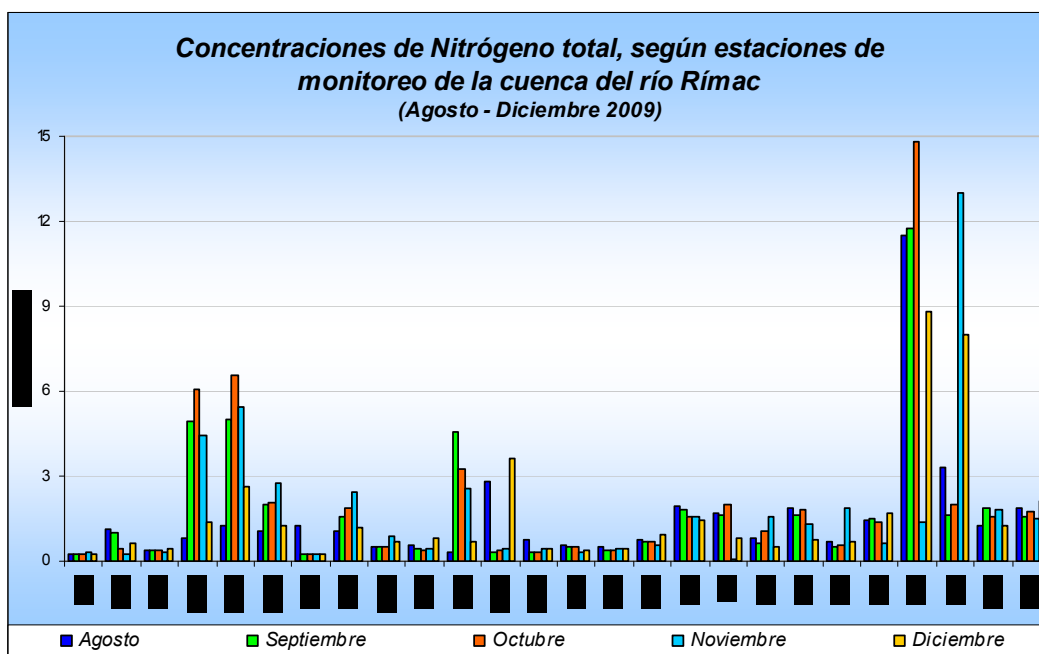
El nitrógeno que proviene de la descomposición de vegetales, animales y excrementos pasa por una serie de transformaciones. En el caso de los vegetales y animales, el nitrógeno se encuentra en forma orgánica. Al llegar al agua, es rápidamente transformado en nitrógeno



amoniaco, pasando después a nitritos y finalmente a nitratos. Esas dos últimas transformaciones solamente ocurren en aguas que contengan bastante oxígeno disuelto, pues son efectuadas por bacterias de naturaleza aerobia. De esa forma cuando encontramos mucho nitrógeno amoniacal en el agua, estamos en presencia de materiales orgánicos en descomposición y por lo tanto en un medio pobre de oxígeno.

En los análisis habituales se suele determinar el NTK (nitrógeno total Kendahl) que incluye el nitrógeno orgánico y el amoniacal. El contenido en nitratos y nitritos se da por separado.

Cabe mencionar que, no existe norma de regulación para el parámetro *nitrógeno total* en la legislación peruana, que permita evaluarla, por lo que nos limitaremos a un breve comentario en relación a este parámetro.



En la gráfica se observa que, las concentraciones de *nitrógeno total* en la cuenca del río Rímac presentan valores variables, siendo el valor mínimo de 0,06 mg/L en la estación E-11 “Río Rímac, puente Ricardo Palma, Carretera Central km 38”, en noviembre de 2009; mientras que, la estación E-17 “Río Huaycoloro, antes de la unión con el río Rímac” reportó una máxima concentración de 14,80 mg/L, en octubre de 2009, significando un importante aporte del contaminante del río Huaycoloro para el río Rímac.

Además, a lo largo de toda la cuenca del río Rímac, se observa durante todo el periodo, que se presentan concentraciones de *nitrógeno total* superiores al promedio de 1,77 mg/L, en la cuenca alta, en las estaciones E-2A, E-2B y E-06, donde hay presencia de actividad minera y, en parte media de la cuenca, en la estación E-17, donde hay desarrollo de la actividad industrial de alimentos y bebidas y de curtiembres, y en la estación E-18 ubicada aguas abajo de la confluencia del río Huaycoloro con el río Rímac.

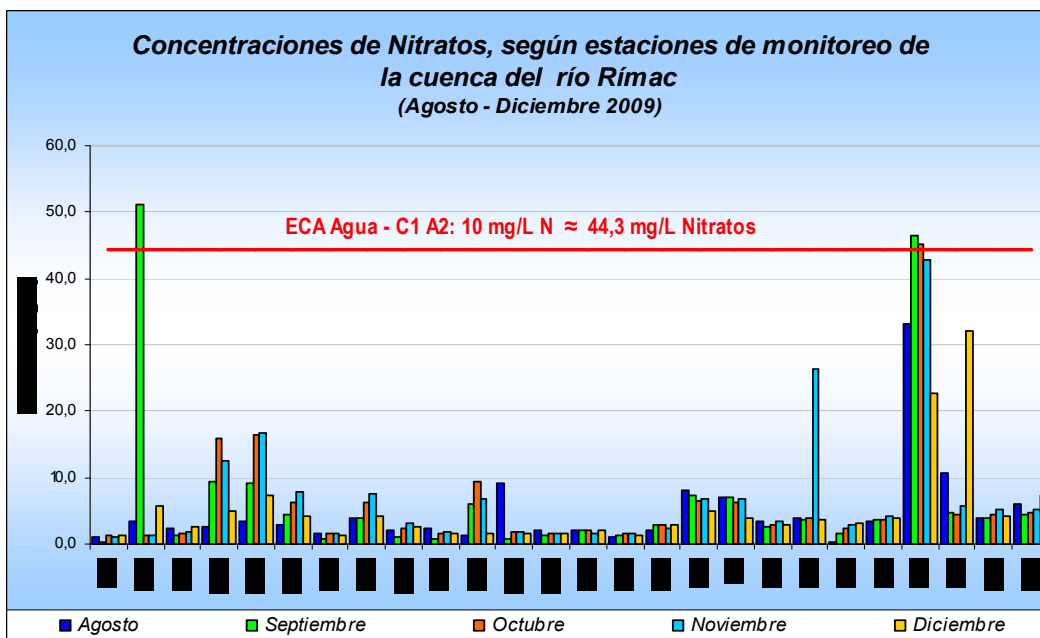
- Los **Nitratos (NO_3^-)** constituyen la especie nitrogenada más abundante y de mayor interés en todos los cuerpos de aguas naturales. Los nitratos pueden provenir de las rocas que los contengan (poco común), o bien por oxidación bacteriana de la materia orgánica, principalmente de las eliminadas por los animales, así como por el uso de fertilizantes y el aumento de la población. Los nitratos (que derivan en nitritos en condiciones reductoras) originan un problema poco común de contaminación, además de estimular la eutrofización.



Los nitratos inorgánicos se forman en la naturaleza por la descomposición de los compuestos nitrogenados como las proteínas, la úrea, etc. En esta descomposición se forma amoníaco o amonio respectivamente.

Los nitratos son constituyentes naturales de alimentos de origen vegetal, pudiendo encontrarse en ellos en concentraciones muy elevadas, así como en el agua de bebida; mientras que los nitritos están en concentraciones muchísimo menores. El agua que contiene altas concentraciones de nitratos y que se emplea en alimentación de niños de seis meses, puede ser causa de una condición llamada metahemoglobinemia. Los niños son mucho más susceptibles que los adultos a esta intoxicación, por su menor cantidad de hemoglobina.

Para evaluar la concentración de *nitratos* se considera referencialmente el valor establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua: *Categoría 1. "Poblacional y Recreacional" Sub Categoría A2. "Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional"*, aprobado con D.S. N° 002-2008-MINAM, siendo el valor estándar de 10 mg/L N.



En la evaluación de la cuenca del río Rímac, se obtuvieron concentraciones de *nitratos* variables, con un valor promedio de 5,9 mg/L de *nitratos* y valores picos en las estaciones E-1A, E-2A, E-2B, E-14, E-17 y E-18 que fluctúan en el rango de 10 a 51,078 mg/L de *nitratos*, y aplicando el factor correspondiente para obtener la equivalencia con el ECA para agua, se encontró que sólo en las estaciones E-1A y E-17, ubicadas aguas abajo de zonas con desarrollo de la actividad minera en el río Rímac y la actividad industrial en el río Huaycoloro, respectivamente, las concentraciones de *nitratos* superan el valor referencial del ECA para agua de 10 mg/L N en nitratos.

La concentración mínima de *nitratos* fue 0,191 mg/L en la estación E-15 “Río Rímac, puente Morón, Carretera Central km 23”, en agosto de 2009; y, el máximo valor reportado fue 51,078 mg/L de *nitratos* en la estación E-1A “Río Rímac, 100 m aguas abajo de la quebrada del efluente Volcan”, en setiembre de 2009, superando el valor estándar de los ECAs para agua.

Asimismo, se observa que la estación E-17 ubicada en el río Huaycoloro, antes de su confluencia con el río Rímac, reportó concentraciones de *nitratos* superiores al promedio, durante todo el periodo, requiriéndose identificar la fuente contaminante de la misma.

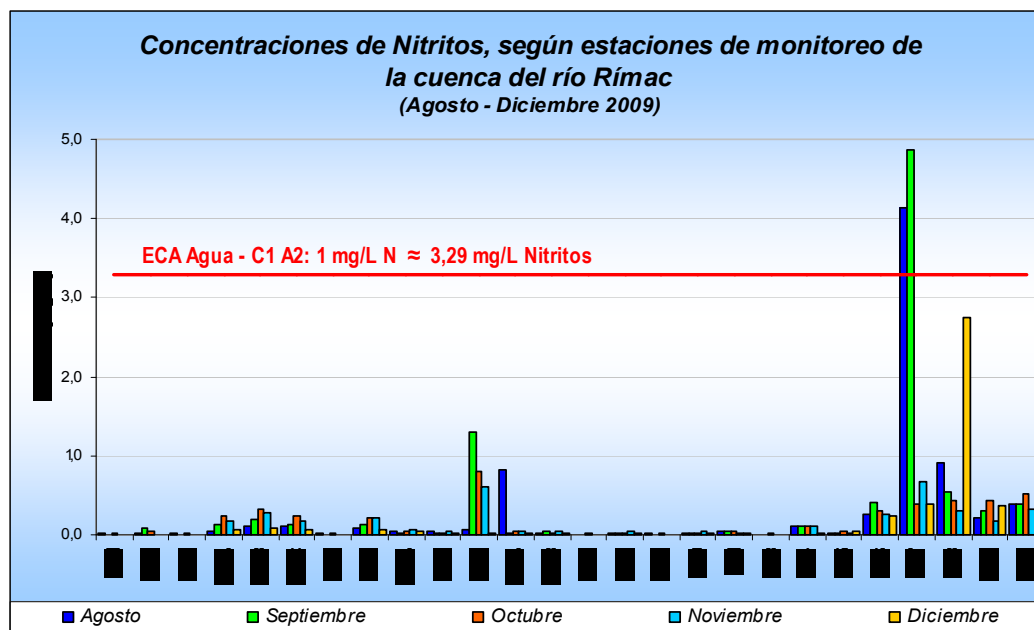
Por lo mencionado anteriormente, de las 26 estaciones evaluadas, se observa que en la mayoría de ellas, las concentraciones de *nitratos* cumplen con los ECAs para agua del D.S. N° 002-2008-MINAM.

- Los **Nitritos (NO_2^-)**, provienen del ácido nitroso (HNO_2), son solubles en el agua y por lo general son más estables que el ácido del que provienen. Aparecen en el agua tanto por la oxidación del amoníaco, como por la reducción de los nitratos. El ión nitrito es menos estable que el ión nitrato, es muy reactivo y puede actuar como agente oxidante y reductor, por lo que sólo se encuentra en cantidades apreciables en condiciones de baja oxigenación.

Su presencia se debe a contaminación reciente, aunque haya desaparecido el amoníaco. La presencia de nitritos limita el uso del agua para consumo humano, indica polución y la consecuente aparición de organismos patógenos. Suelen ser el resultado de la contaminación con estiércol de ganado y orines.

El nitrito es tóxico, al ser capaz de unirse a la hemoglobina de la sangre, formándose metahemoglobina, un compuesto que ya no es capaz de transportar el oxígeno. Esta intoxicación puede ser mortal, y de hecho se conocen varios casos fatales por ingestión de embudidos con cantidades muy altas de nitritos, producida localmente por un mal mezclado del aditivo con los otros ingredientes durante su fabricación.

Para evaluar la concentración de *nitritos* se considera referencialmente el valor establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua: *Categoría 1. "Poblacional y Recreacional" Sub Categoría A2. "Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional"*, aprobado mediante D.S. N° 002-2008-MINAM, cuyo valor es 1 mg/L N.



En este caso, se observa que la concentración promedio del parámetro *nitrito*, en la cuenca del río Rímac, fue 0,23 mg/L de *nitritos*, valor que se encuentra influenciado por algunos valores picos reportados en las estaciones E-06, E-6A, E-17 y E-18, y al considerar el valor de equivalencia correspondiente con el ECA para agua, se encontró que sólo en las estaciones E-1A y E-17, ubicadas aguas abajo de zonas con desarrollo de la actividad minera en el río Rímac y la actividad industrial en el río Huaycoloro, respectivamente, las concentraciones de *nitritos* superan el valor referencial del ECA para agua de 1 mg/L N en nitritos.



La concentración mínima reportada fue 0,001 mg/L de *nitritos* en la estación E-01 "Río Rímac, bocatoma laguna Ticticocha, Carretera Central km 127" en los meses de setiembre y diciembre de 2009; mientras que el valor máximo de *nitritos* fue 4,87 mg/L en la estación E-17 "Río Huaycoloro, antes de la unión con el Río Rímac", en setiembre de 2009, superando el valor referencial de los ECAs para agua.

La estación E-17, ubicada en el río Huaycoloro, reportó concentraciones que superan el valor estándar de los ECA para agua de este parámetro, cuyo efecto se ve aguas abajo de la confluencia con el río Rímac, a partir de la estación E-18, con concentraciones que van disminuyendo y que cumplen con la normatividad ambiental vigente.

Además, se observa que las concentraciones de *nitritos*, al término del periodo de análisis, en el mes de diciembre, sólo en la estación E-18 "Río Rímac, Mirador N° 1 Las Palmeras" se supera referencialmente el valor referencial del ECA para agua.

- Los **Sulfatos** (SO_4^{-2}) se encuentran en las aguas naturales en un amplio intervalo de concentraciones y están presentes de forma natural en muchos minerales y se utilizan comercialmente, sobre todo en la industria química. Se liberan al agua procedentes de residuos industriales y mediante precipitación desde la atmósfera; no obstante, las concentraciones más altas suelen encontrarse en aguas subterráneas y provienen de fuentes naturales.

Las aguas de minas y los efluentes industriales contienen grandes cantidades de sulfatos provenientes de la oxidación de la piritita y del uso del ácido sulfúrico. En los sistemas de distribución de agua para uso doméstico, los sulfatos no producen un incremento en la corrosión de los accesorios metálicos, pero cuando las concentraciones son superiores a 250 ppm, se incrementa la cantidad de plomo disuelto proveniente de las tuberías de plomo.

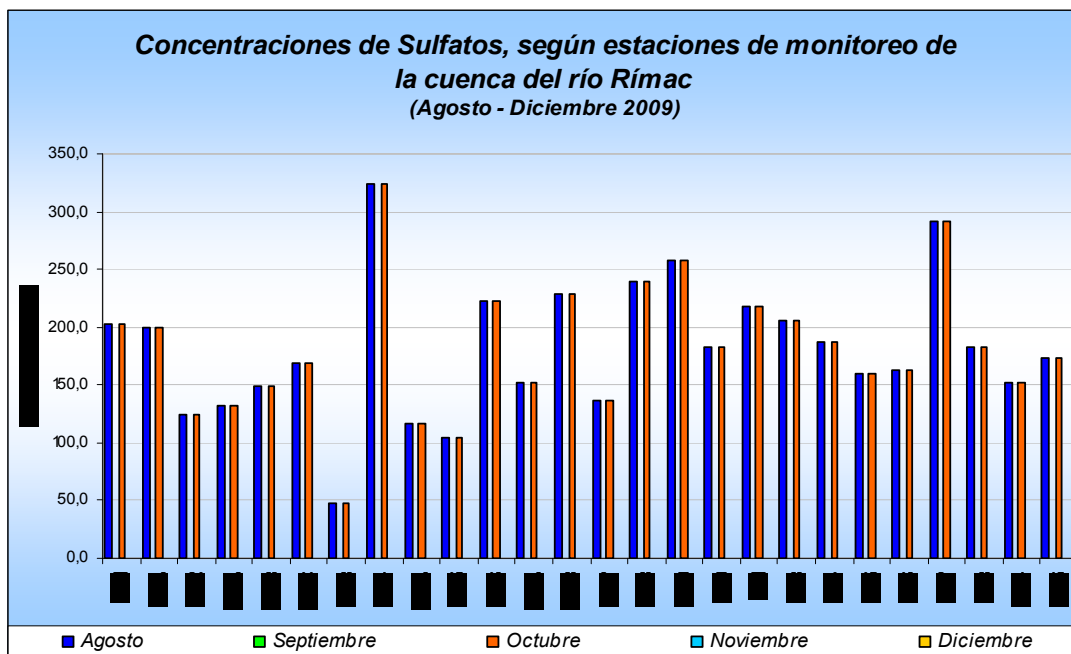
Una alta concentración de sulfato en agua potable tiene un efecto laxativo cuando se combina con calcio y magnesio, los dos componentes más comunes de la dureza del agua, para los cuales se percibe un sabor amargo en el agua; con concentraciones para el sulfato de calcio de 250 a 400 ppm y para el sulfato de magnesio de 400 a 600 ppm.

Las personas que no están acostumbradas a beber agua con niveles elevados de sulfato pueden experimentar diarrea y deshidratación. Los niños son a menudo más sensibles al sulfato que los adultos. Como precaución, aguas con un nivel de sulfatos superior a 400 mg/L no deben ser usadas en la preparación de alimentos para niños. Niños mayores y adultos se acostumbran a los niveles altos de sulfato después de unos días.

En general, la ingesta diaria media de sulfato procedente del agua de consumo, el aire y los alimentos es de aproximadamente 500 mg, siendo los alimentos la principal fuente. Sin embargo, en regiones cuyas aguas de consumo contienen concentraciones altas de sulfato, el agua de consumo puede ser la principal fuente de ingesta.

Para evaluar la concentración de *sulfatos*, se utilizan los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua: *Categoría 1. "Poblacional y Recreacional" Sub Categoría A2. "Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional"*, aprobado mediante D.S. N° 002-2008-MINAM. Se señala que dicho parámetro no es relevante para esta categoría, salvo en casos específicos que la Autoridad competente lo determine.

Para el consumo del agua potable, las normas internacionales de la OMS sugirieron una concentración máxima admisible o permisible de *sulfatos* de 400 mg/L, basado en consideraciones gustativas, y las mayores a esta concentración afectarían notablemente a la potabilidad del agua.



En este caso, se observa que las concentraciones de *sulfatos* reportadas en los meses de agosto y octubre de 2009, proporcionan los mismos valores para todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del río Rímac; y, las concentraciones de sulfatos mínima y máxima encontradas fueron 47 mg/L en la estación E-03 “Río Blanco, estación metereológica SENAMHI” y de 324 mg/L en la estación E-04 “Río Rímac, puente Anchi II, Carretera Central km 100”, respectivamente.

Además, se puede mencionar que las concentraciones de *sulfatos* reportadas en las estaciones E-04, E-09 y E-17 superan los 250 mg/L de sulfatos, concentraciones que producen un incremento en la corrosión de los accesorios metálicos de los sistemas de distribución del agua potable.

II. Análisis de parámetros inorgánicos:

- El **Arsénico (As)**, cabe aclarar que no es un metal pesado sino un elemento traza y es considerado de mayor interés por su alta toxicidad. El arsénico, se encuentra como materia de desecho en muchos minerales; también puede ser liberado al ambiente por la actividad volcánica, la erosión de depósitos minerales y por diversas actividades humanas. Su presencia en agua es generalmente indicativa de un vertido de tipo industrial. Dada su gran toxicidad y que interfieren en los procesos de depuración, debido a que alteran los procesos de biodegradación, se hace necesaria su eliminación antes de los mismos.

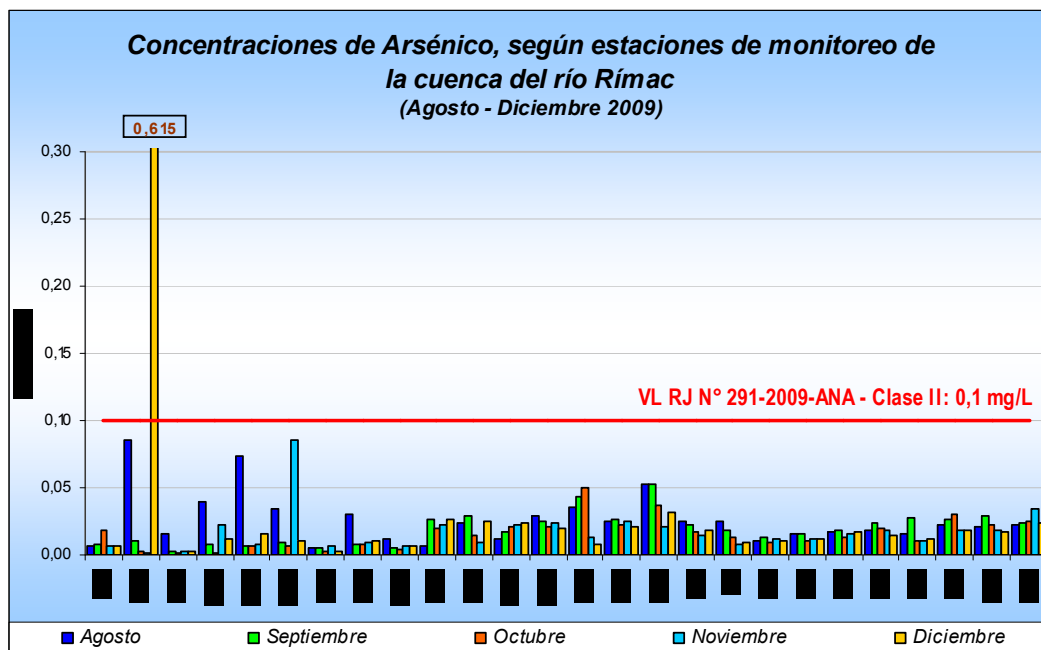
El arsénico en concentraciones de 100 mg/L puede ocasionar envenenamientos o causar efectos crónicos por su acumulación en el cuerpo. También se le atribuyen propiedades cancerígenas.

Otro aporte del arsénico es a la dieta, principalmente de los alimentos de origen marino, pues los crustáceos y peces marinos comestibles tienen las concentraciones más altas de arsénico (0.1 a 90 µg/L). Sin embargo, el arsénico presente en este tipo de alimentos es arsénico orgánico, que es considerado como menos tóxico.

Los efectos de la exposición aguda al arsénico son alteraciones gastrointestinales, cardiovasculares, nerviosas, renales y hepáticas. Los efectos de la exposición crónica



dependen de la vía de la exposición; por medio del agua de bebida, causa lesiones muy características. Se presentan hipocromías e hiperquemias, hiperqueratosis, lesiones ulceradas compatibles con un diagnóstico de carcinoma epidermoide, cáncer de piel, cirrosis, problemas de reabsorción renal, afectación a los glóbulos blancos, abortos espontáneos, neuropatía periférica, parálisis, pérdida de la audición, daños al intestino, entre otros.



De los resultados obtenidos en el monitoreo de la cuenca del río Rímac, se encontró que la concentración promedio de arsénico es 0,02 mg/L; así como, se observan altas concentraciones de arsénico en las estaciones E-1A, E-2A, E-2B y E-2C, ubicadas en la cuenca alta y aguas abajo de zonas con desarrollo de la minería.

Asimismo, se observa que las concentraciones de *arsénico* halladas, durante todo el periodo de estudio, en casi todas las estaciones de monitoreo, reportan valores menores a 0,10 mg/L de arsénico, siendo este el valor límite establecido en la R.J. N° 0291-2009-ANA para la Clase II; a excepción de la estación E-1A "Río Rímac, 100 m aguas abajo de la quebrada del efluente Volcan", donde se reportó que la concentración máxima de As fue 0,615 mg/L en diciembre de 2009, valor que supera en 5,15 veces el valor límite establecido en la R.J. N° 0291-2009-ANA para la Clase II.

- El **Aluminio (Al)**, es un metal ligero, se encuentra abundante en la naturaleza, ocupa el tercer lugar en orden de abundancia entre los elementos de la corteza terrestre, formando parte del 8% de la misma; es un constituyente natural de suelos, plantas y tejidos animales. Esta amplia distribución es la causa de la presencia de aluminio en casi todas las aguas naturales como la sal soluble, coloide o compuesto insoluble.

El aluminio soluble, coloidal e insoluble puede encontrarse también en aguas tratadas o en aguas residuales como residuo de la coagulación con el material que contiene aluminio. El aluminio puede estar presente en aguas naturales como consecuencia de la lixiviación del suelo y de las rocas.

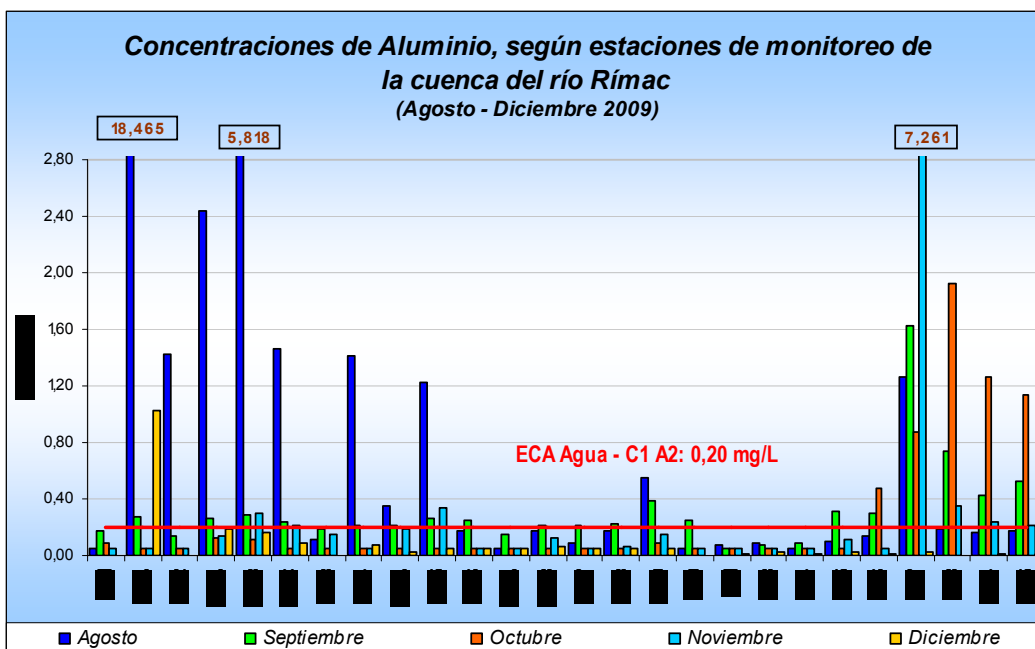
La toxicidad del *aluminio* ha sido reconocida como el factor limitante más importante para la producción agrícola en suelos ácidos. El síntoma principal de la toxicidad por aluminio es la



inhibición del crecimiento de las raíces y una reducción de la absorción de varios nutrientes de las plantas.

La ingesta de aluminio puede tener lugar a través de la comida, al respirarlo y por contacto con la piel. En concentraciones significantes puede causar daño al sistema nervioso central, así como, demencia, pérdida de la memoria, apatía y temblores severos. Además, su forma soluble en agua también causa efectos perjudiciales.

Para evaluar la concentración del *aluminio* se considera referencialmente el valor establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua: *Categoría 1. "Poblacional y Recreacional" Sub Categoría A2. "Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional"*, aprobado mediante D.S. N° 002-2008-MINAM, cuyo valor es 0,20 mg/L.



En la gráfica del monitoreo de la cuenca del río Rímac, se puede observar que el monitoreo correspondiente al mes de agosto reportó concentraciones de *aluminio* que superan el estándar de los ECAs para agua, en las estaciones E-1A, E-02, E-2A, E-2B, E-2C, E-04, E-4A, E-05 y E-09, ubicadas aguas abajo de zonas con desarrollo de la actividad minera, en la cuenca alta del río Rímac, y en la estación E-17 ubicada en el río Huaycoloro, antes de la confluencia con el río Rímac. Así mismo, en la cuenca media, a partir de la estación E-18, se observan concentraciones de *aluminio* que superan el estándar de referencia, según los reportes de monitoreo de los meses de setiembre, octubre y noviembre de 2009.

Las concentraciones de *aluminio* más bajas se presentaron en el mes de diciembre en E-01, E-03 y E-10, estaciones correspondientes a la bocatoma de la laguna Ticticocha, la estación meteorológica SENAMHI en el río Blanco y a la altura del puente Surco en el río Rímac, respectivamente, siendo menores a 0,002 mg/L de *aluminio*.

El valor máximo de *aluminio* fue 18,465 mg/L en la estación E-1A "Río Rímac, 100 m aguas abajo de la quebrada del efluente Volcan", reportado en agosto de 2009, superando en 91,325 veces el ECA para agua; y, en el mes de diciembre, la concentración del *aluminio* supera dicho valor referencial en la estación E-1A.

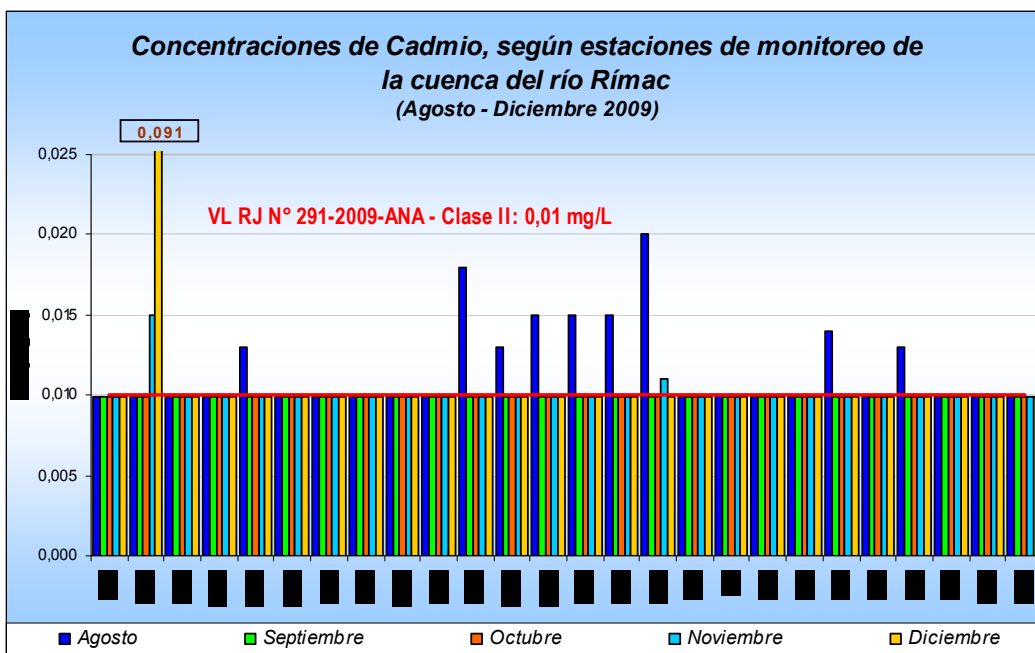
- El **Cadmio (Cd)**, es un micro nutriente esencial para los seres humanos, animales y plantas. La fuente más importante de liberación de cadmio al ambiente es el empleo de



combustibles fósiles, como carbón y petróleo, aunque también puede ser liberado durante el refinado de zinc, plomo o cobre.

La minería de metales no ferrosos es fuente de liberación de cadmio al medio acuático. Puede provenir del agua de drenado de minas, de las aguas residuales del procesamiento de los minerales, de derrames de los depósitos de desechos del proceso del mineral, del agua de lluvia que cae en el área general de la mina y de las partículas más ligeras de mineral, que pasan a través de los cedazos en las operaciones de concentración y purificación.

La exposición ocurre generalmente a través de dos vías: por ingestión de agua y alimentos que contengan el metal; y la segunda vía es la inhalación. La primera representa del 5 al 10% del total del cadmio absorbido en el organismo. Una vez absorbido, el cadmio es transportado por la sangre a los diversos órganos y tejidos, principalmente a riñones e hígado, en donde se retiene cerca del 50% del cadmio, y a glándulas salivales, páncreas, músculo y sistema nervioso central, en muy bajas concentraciones. Es persistente en el ambiente y si es absorbido por el organismo humano puede persistir por décadas antes de ser excretado.



En la gráfica de la cuenca del río Rímac, para el *cadmio*, se observa que valores menores a 0,010 mg/L de *cadmio* no son detectables debido al límite de detección del método de análisis del laboratorio, por lo que se presume la ausencia del mismo o una baja concentración de significancia irrelevante; además, hay evidencia de presencia de cadmio en la estación E-1A, en los meses de noviembre y diciembre, en donde las concentraciones de este parámetro superan el valor límite de 0,01mg/L indicado en la R.J. N° 0291-2009-ANA para la Clase II; así como, en las estaciones E-2B, E-06, E-6A, E-6B, E-07, E-08, E-09, E-15 y E-17, en el mes de agosto, que llegaron a cuantificar concentraciones de este parámetro con valores que superaron el valor límite indicado en la R.J. N° 0291-2009-ANA para la Clase II.

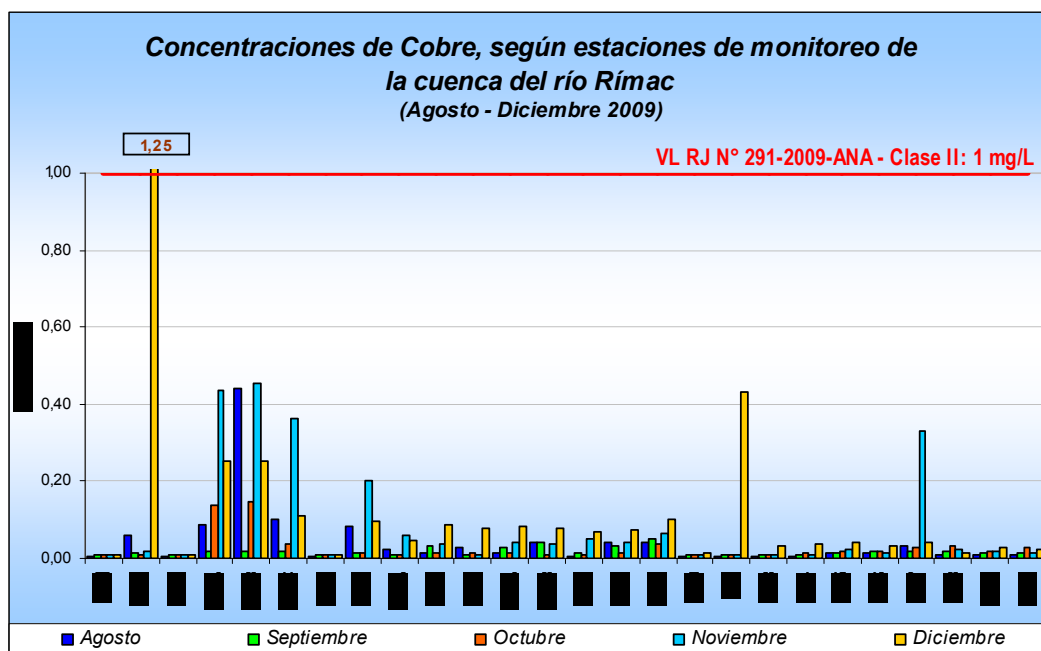
El valor máximo de *Cd* fue 0,091 mg/L en la estación E-1A “Río Rímac, 100 m aguas abajo de la quebrada del efluente Volcan”, en diciembre de 2009, superando el valor límite establecido por la R.J. N° 0291-2009-ANA para la Clase II, definido en 0,01 mg/L.



- El **Cobre (Cu)** es una sustancia esencial para la vida humana, las plantas y animales; sin embargo, si las plantas y animales son expuestas a concentraciones elevadas de cobre biodisponible, puede ocurrir bioacumulación, con posibles efectos tóxicos, así como provoca anemia, daño del hígado y del riñón, y la irritación del estómago e intestino.

En el suelo, el *Cu* tiene una alta afinidad por sustancias orgánicas e inorgánicas; sin embargo, también puede existir como iones solubles y complejados; en la forma soluble está mucho más biodisponible y es más propenso a migrar en el ambiente, que si se encuentra asociado a materia orgánica y presente como precipitado insoluble. En el agua potable aparece procedente de las tuberías de cobre o de aditivos empleados para controlar el crecimiento de algas.

La ingestión de cantidades significativas de miligramos de *Cu* causa vómitos y diarreas, esto puede ocurrir cuando alimentos o bebidas ácidas (vinagre, jugos cítricos) han estado en un contacto prolongado con el metal. La ingestión de cantidades significativas de gramos de cobre causan úlceras en la mucosa gastrointestinal, hemólisis, necrosis hepática y daños renales.



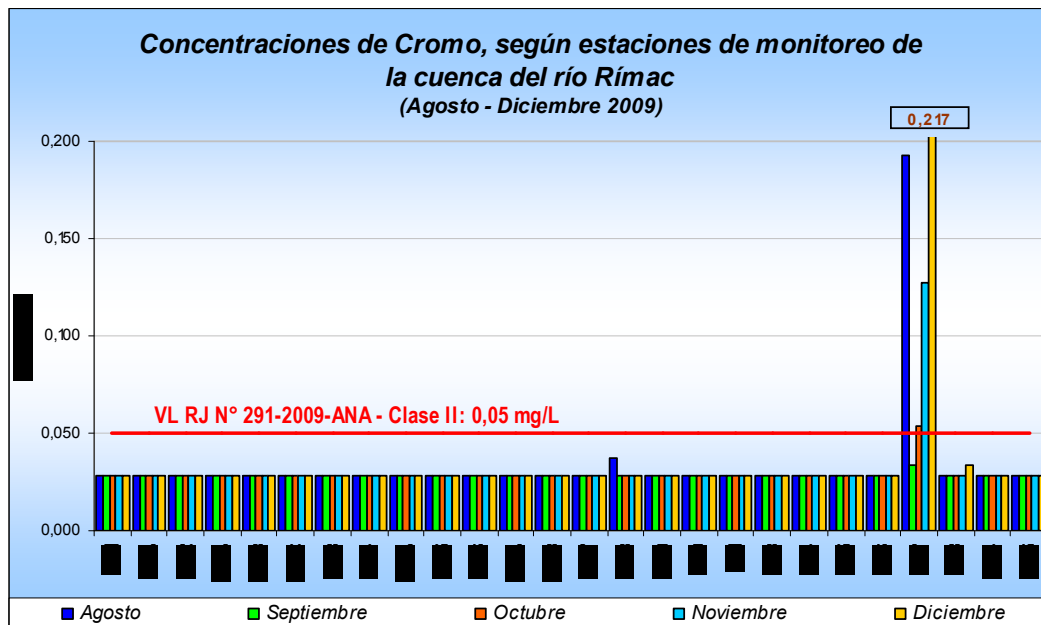
En la cuenca del río Rímac, se reportaron, en la mayoría de las estaciones de monitoreo, concentraciones de *cobre* con valores menores a 1,00 mg/L, valor límite indicado en la R.J. N° 0291-2009-ANA para la Clase II, presentando una concentración promedio de *cobre* es 0,06 mg/L, valores que cumplen con las exigencias de la normatividad ambiental peruana vigente, a excepción en la estación E-1A “Río Rímac, 100 m aguas abajo de la quebrada del efluente de la minera Volcan”, en diciembre de 2009, donde se reportó la concentración máxima de *cobre* de 1,25 mg/L, la cual supera en 0,25 veces el valor límite de la R.J. N° 0291-2009-ANA para la Clase II.

Además, la gráfica no permite observar una mayor presencia de *cobre* en las estaciones E-2A, E-2B y E-2C, ubicadas en el río Rímac, aguas abajo del vertimiento de la Minera Los Quenuales S.A., la Compañía Minera Casapalca S.A. y la minera Perubar S.A., respectivamente, durante casi todo el periodo de estudio.



- El **Cromo (Cr)** se encuentra en la naturaleza casi exclusivamente en forma de compuestos. El mineral de cromo más importante es la cromita (cromoferrita, piritita crómica). El cromo puro se obtiene por reducción del óxido de cromo (III) con aluminio (procedimiento aluminotérmico), mediante electrólisis o a través del ioduro crómico.

Se usa en aleaciones y pigmentos para cemento, papel, pinturas, caucho y otras aplicaciones. Frecuentemente se acumula en ambientes acuáticos, por lo que existe cierto riesgo de ingerir pescado contaminado. Los bajos niveles de exposición pueden provocar irritación de la piel y úlceras, mientras que la exposición prolongada puede causar daños hepáticos y renales, al tejido nervioso y al sistema circulatorio.



En la gráfica de la cuenca del río Rímac, la mayoría de las concentraciones del metal *cromo* no son detectables por el método de análisis del laboratorio, debido al límite de detección menor a 0,028 mg/L del mismo, por lo que se puede presumir su ausencia o baja concentración de significancia irrelevante, valores que se encuentran por debajo del valor límite establecido en la R.J. N° 0291-2009-ANA para la Clase II, cuyo valor es 0,05 mg/L.

Sin embargo, en la estación E-17 "Río Huaycoloro, antes de la unión con el Río Rímac" se reportó la concentración máxima valor de *Cr* de 0,217 mg/L, en el mes de diciembre, valor que supera en 3,34 veces el valor límite establecido en la R.J. N° 0291-2009-ANA para la Clase II; además, se puede observar que las concentraciones de *cromo* en E-17, durante todo el periodo de estudio, presentan los valores más altos respecto al resto de las estaciones monitoreadas.

- El **Hierro (Fe)** es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre (5%). Es un metal maleable, tenaz, de color gris plateado y magnético. Químicamente el hierro es un metal activo. El hierro sólo existe en estado libre en unas pocas localidades, en concreto al oeste de Groenlandia. También se encuentra en los meteoritos, normalmente aleado con níquel. En forma de compuestos químicos, está distribuido por todo el mundo.

Los principales minerales de hierro son las hematitas. Otros minerales importantes son la goetita, la magnetita, la siderita y el hierro del pantano (limonita). También existen pequeñas cantidades de hierro combinadas con aguas naturales, plantas y carne de animales. El hierro

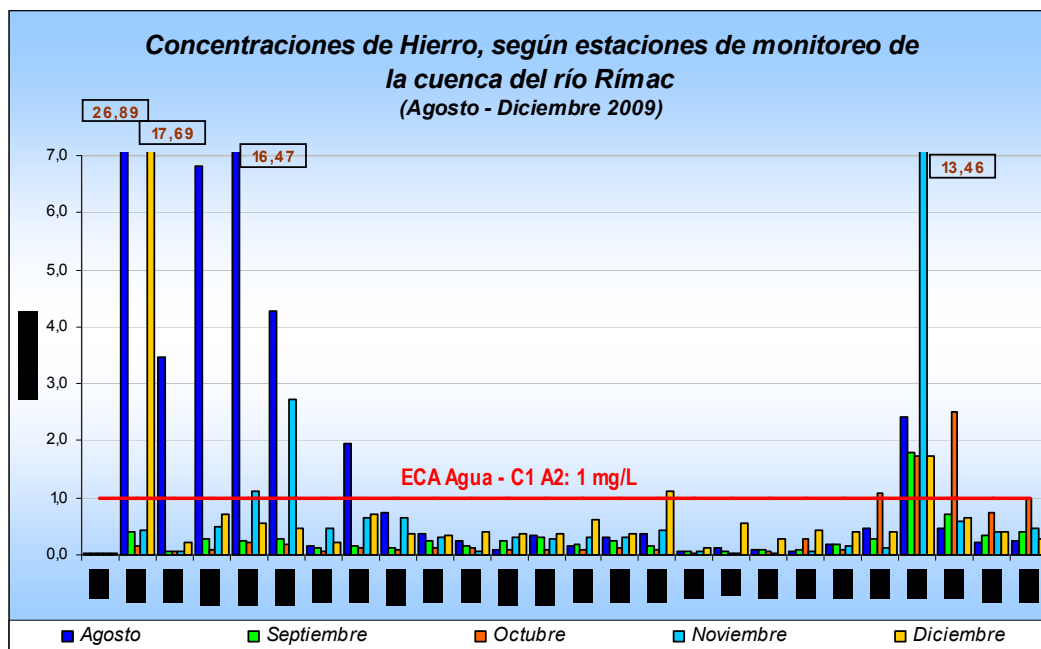


es una parte esencial de la hemoglobina, el agente colorante rojo de la sangre que transporta el oxígeno a través de nuestros cuerpos.

La presencia del hierro en el agua provoca precipitación y coloración no deseada. Expuesto al aire húmedo, se corroe formando óxido de hierro hidratado, una sustancia pardo-rojiza, escamosa, conocida comúnmente como orín.

El hierro en los tejidos, puede ocasionar el desarrollo de una fibrosis de hígado e inclusive de una cirrosis hepática, Hepatitis B u Hepatitis C, carcinoma hepatocelular, anomalías rítmicas y arritmias cardíacas; así como, ocasionar alteraciones, especialmente en los niños, de crecimiento, de maduración sexual, y otras funciones endocrinas.

Para evaluar la concentración del *hierro* se consideró referencialmente el valor establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua: *Categoría 1. "Poblacional y Recreacional" Sub Categoría A2. "Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional"*, aprobado mediante D.S. N° 002-2008-MINAM, cuyo valor es 1,0 mg/L.



En la grafica mostrada, se observa que en la parte alta de la cuenca del río Rímac, los resultados del parámetro hierro reportados, en el mes de agosto, en las estaciones E-1A, E-02, E-2A, E-2B, E-2C y E-04, presentaron concentraciones que superan el valor estándar del D.S. N° 002-2008-MINAM, así como algunas otras concentraciones reportadas por los monitoreos de dicho periodo; valores que aguas abajo disminuyen notablemente, llegando a obtenerse valores que cumplen con la normatividad ambiental vigente; sin embargo, la estación E-17 “Río Huaycoloro, antes de la unión con el Río Rímac”, aporta un caudal con concentraciones significativas del parámetro hierro, valores que superan el estándar de los ECAs para agua.

El valor máximo de Fe encontrado fue 26,89 mg/L en la estación E-1A “Río Rímac, 100 m aguas abajo de la quebrada del efluente Volcan”, en agosto 2009, superando en 25,89 veces el valor establecido en el ECA para agua; mientras que, la concentración mínima no se puede determinar debido a que el límite de detección del método de análisis de laboratorio es 0,038 mg/L, valor que no supera el valor estándar establecido en el D.S. N° 002-2008-MINAM.

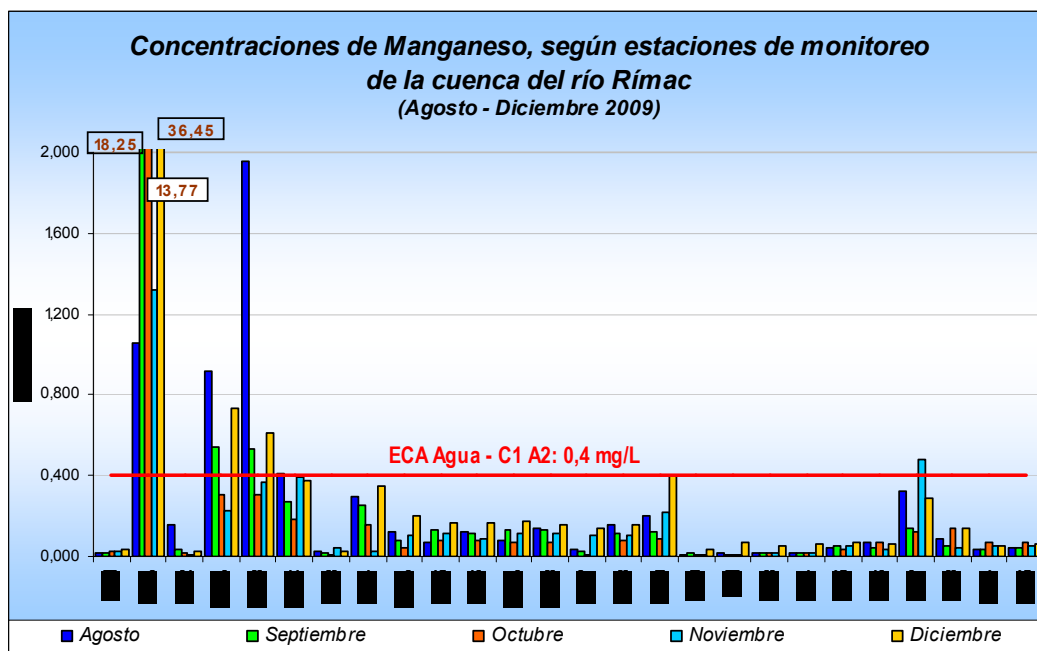


- El **Manganeso (Mn)** es un metal que ocurre naturalmente y que se encuentra en muchos tipos de rocas; considerado un elemento esencial poco abundante y necesario para mantener buena salud.

Se puede encontrar manganeso en varios artículos alimenticios, como son las espinacas, el té y la hierbas. Las comidas que contienen las más altas concentraciones son los granos y arroz, las semillas de soja, huevos, frutos secos, aceite de oliva, judías verdes y ostras. Después de ser absorbido en el cuerpo humano el manganeso será transportado a través de la sangre al hígado, los riñones, el páncreas y las glándulas endocrinas.

Además, se conoce que el manganeso es dañino para la salud en altas concentraciones. Sus efectos en dosis bajas son menos conocidos. Aparentemente existen tres órganos principales donde el manganeso ejerce su toxicidad: el cerebro, los pulmones y los testículos.

Para evaluar la concentración del manganeso se considera referencialmente el valor establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua: *Categoría 1. "Poblacional y Recreacional" Sub Categoría A2. "Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional"*, aprobado mediante D.S. N° 002-2008-MINAM, y es de 0,4 mg/L.



En este caso, se encontró que la concentración máxima de *Mn* fue 36,45 mg/L en la estación E-1A "Río Rímac, 100 m aguas abajo de la quebrada del efluente Volcan", en diciembre de 2009, superando en 90,125 veces el valor establecido en los ECAs para agua; y, con respecto a la concentración mínima, no se puede determinar debido a que el límite de detección del método de análisis de laboratorio es de 0,013 mg/L, valor que se encuentra por debajo del valor estándar.

Además, se observa que en la cuenca alta del río Rímac, la estación E-1A presenta las mayores concentraciones de *Mn* durante todo el periodo, superando el valor establecido en el ECA para agua; así como, en las estaciones que se ubican aguas abajo de zonas donde se realiza algún tipo de actividad industrial, E-2A, E-2B, E-2C, E-09 y E-17, es decir, de los vertimientos de la Minera Los Quenuales S.A., la Compañía Minera Casapalca S.A., la minera Perubar S.A. - Planta Rosaura y a la altura del puente Tambo de Viso; y, en la cuenca media, en la estación E-17, en el río Huaycoloro, el *Mn* presentó por lo menos en una fecha concentraciones que superan dicho valor referencial.

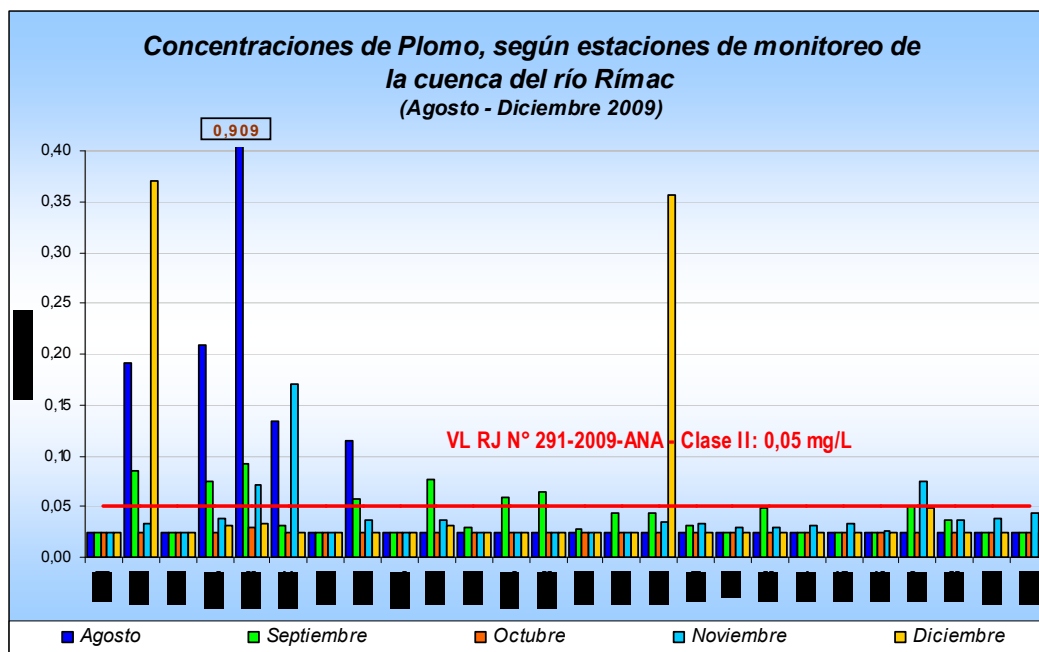


- El **Plomo (Pb)** proviene de fuentes naturales y antropogénicas. Es maleable, dúctil y se le puede dar forma con facilidad. Asimismo, es uno de los metales no ferrosos que más se recicla. Las aguas naturales contienen solamente trazas de plomo.

Los cultivos, particularmente tubérculos y raíces comestibles (papa, rábano, camote, zanahoria) pueden contener cantidades importantes de plomo. Estas cantidades se incrementan en los alimentos debido al uso de agua contaminada y utensilios que contienen plomo. Se emplea en aleaciones, baterías, compuestos y pigmentos, revestimientos para cables, proyectiles y municiones.

La mayor fuente de *plomo* en el agua puede ser de origen industrial, minero y de descargas de hornos de fundición o de cañerías viejas de plomo. Las aguas de grifo, blandas y ácidas y que no reciben un tratamiento adecuado contienen plomo como resultado del ataque a las tuberías de servicio. Puede ingresar al organismo por el agua, alimentos, tierra y polvillo desprendido de pinturas conteniendo plomo.

La exposición puede tener diversos efectos en humanos. Los niveles altos de exposición pueden afectar la síntesis de hemoglobina, la función renal, el tracto gastrointestinal, las articulaciones y el sistema nervioso.



Las lecturas del parámetro plomo en el mes de diciembre reportaron concentraciones de *Pb* mayores a 0,30 mg/L en las estaciones E-1A y E-09, las cuales superan el valor límite de la R.J. N° 0291-2009-ANA para la Clase II establecido en 0,05 mg/L. Al respecto, de igual manera, se presenta un comportamiento similar en el mes de agosto, en las estaciones E-1A, E-2A, E-2B, E-2C, E-04; en setiembre, en E-1A, E-2A, E-2B, E-04, E-6A y E-6B; y, en noviembre, en E-2C y E-17, en donde las concentraciones reportadas superan el valor establecido en la referida norma.

La concentración máxima de *Pb* fue 0,909 mg/L, reportada en agosto de 2009, en la estación E-2B “Río Rímac, después del vertimiento de la Compañía Minera Casapalca”, valor que supera en 17,18 veces el valor límite establecido por la R.J. N° 0291-2009-ANA para la Clase II; mientras que, la concentración mínima de *Pb* no se determinó debido a que el límite de detección del método de análisis de laboratorio es menor a 0,025 mg/L, valor que no supera el valor límite establecido en dicha norma ambiental vigente.

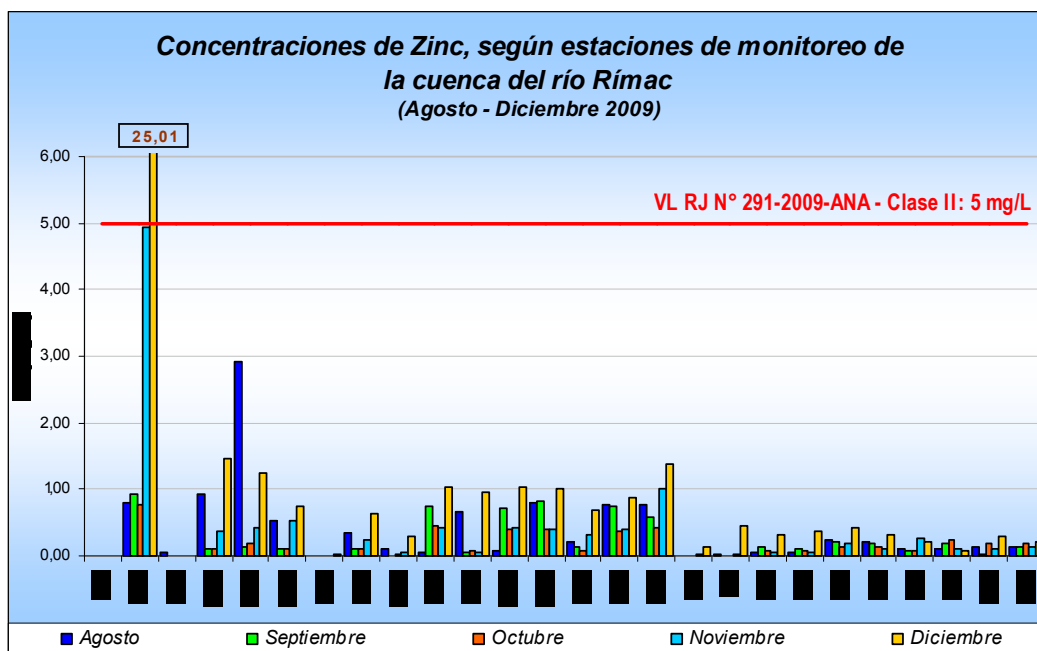


- El **Zinc (Zn)** es una sustancia muy común, se presenta en pequeñas concentraciones en las rocas ígneas. Es un metal químicamente activo. Muchos alimentos contienen ciertas concentraciones de zinc. El zinc le imparte un sabor astringente desagradable al agua. El agua potable también contiene cierta cantidad de zinc, la cual puede ser mayor cuando es almacenada en tanques de metal.

El *zinc* es usado en la producción de aleaciones resistentes a la corrosión y para galvanizar acero y productos de hierro. Las fuentes industriales o los emplazamientos para residuos tóxicos pueden ser la causa del zinc en el agua potable llegando a niveles que causan problemas a la salud de las personas.

Cuando las personas absorben demasiado *zinc* pueden experimentar una pérdida del apetito, disminución de la sensibilidad, el sabor y el olor; pequeñas llagas, y erupciones cutáneas; causar úlcera de estómago, irritación de la piel, vómitos, náuseas y anemia; dañar el páncreas y alterar el metabolismo de las proteínas, y causar arteriosclerosis.

Además, la acumulación de *zinc* puede producir defectos de nacimiento, dañando a los niños que no han nacido y a los recién nacidos. Cuando sus madres han absorbido grandes concentraciones de zinc, los niños pueden ser expuestos a éste a través de la sangre o la leche de sus madres.



En la cuenca del río Rímac, se reportaron concentraciones pequeñas de Zn, en casi todas las estaciones de monitoreo, durante todo el periodo de estudio, valores que cumplen con el valor límite establecido en la R J. N° 0291-2009-ANA para la Clase II, cuyo valor es 5 mg/L; a excepción, de la estación E-1A “Río Rímac, 100 m aguas abajo de la quebrada del efuente Volcan”, en el mes de diciembre, donde se reportó una concentración de 25,01 mg/L, superando en 4,002 veces el valor límite establecido en la normatividad ambiental vigente.

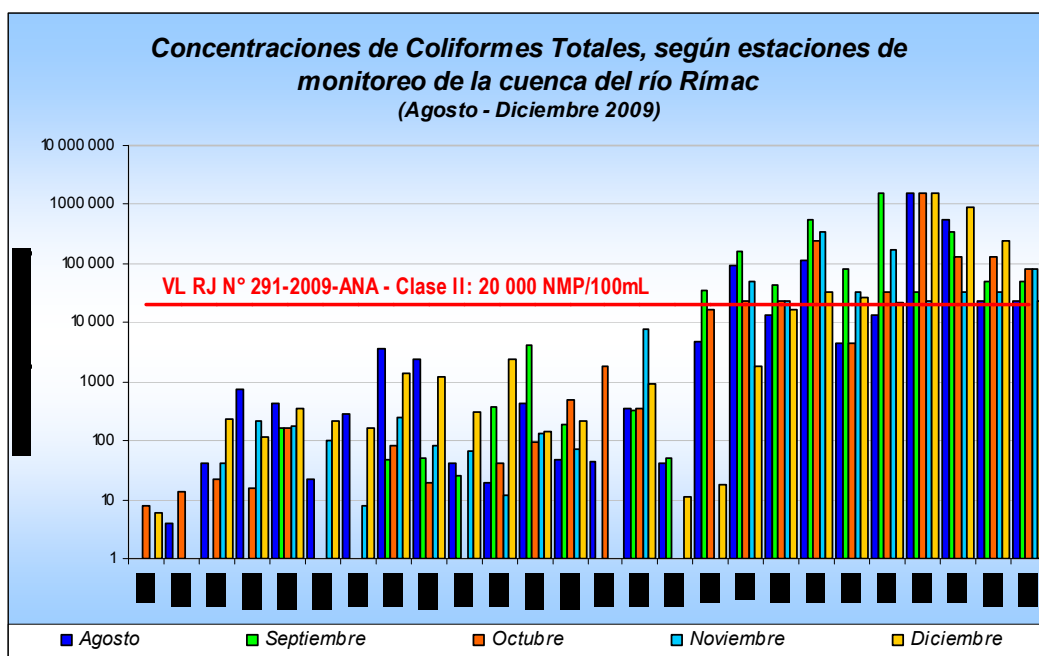
Además, se observa que las concentraciones de Zn presentan una tendencia negativa a lo largo de la cuenca del río Rímac, con valores mayores en la parte alta de la cuenca en relación a la cuenca media.



III. Análisis de parámetros microbiológicos:

- Los **Coliformes Totales** pueden hallarse tanto en heces como en el medio ambiente, por ejemplo aguas ricas en nutrientes, suelos, materias vegetales en descomposición. También hay especies que nunca o casi nunca se encuentran en las heces pero que se multiplican en el agua. El grupo coliforme está formado por todas las bacterias Gram negativas aerobias y anaerobias facultativas, no formadoras de esporas, con forma de bastón que fermentan la lactosa, produciendo gas y ácido en 48 horas a 35 °C y desarrollándose en presencia de sales biliares y otros agentes tensoactivos. Se mide como el número de muestra más probable por 100 mililitros (NMP/100mL).

Su presencia indica ineficiencia en el tratamiento de aguas y de la integridad del sistema de distribución. La ingestión o inhalación de coliformes puede ocasionar gastroenteritis y su contacto, infección a la piel, ojos y oído.



En la gráfica, se puede observar que las aguas de la cuenca del río Rímac presentan un comportamiento de contaminación ascendente, es decir, las concentraciones de coliformes totales se van incrementando a medida que se va involucrando la población urbana, a lo largo de toda la cuenca, en donde a partir de la estación E-10 “Río Rímac, puente Surco, Carretera Central km 66”, las concentraciones de coliformes totales superan el valor límite indicado en la R.J. N° 0291-2009-ANA para la Clase II de 20 000,00 NMP/100mL.

Cabe mencionar que, la estación E-17, ubicada en el río Huaycoloro, también reporta concentraciones de coliformes totales que superan el valor límite establecido en la R.J. N° 0291-2009-ANA para la Clase II, las cuales, al confluir en el río Rímac incrementan, aún más, la carga orgánica en la cuenca media y baja del río Rímac.

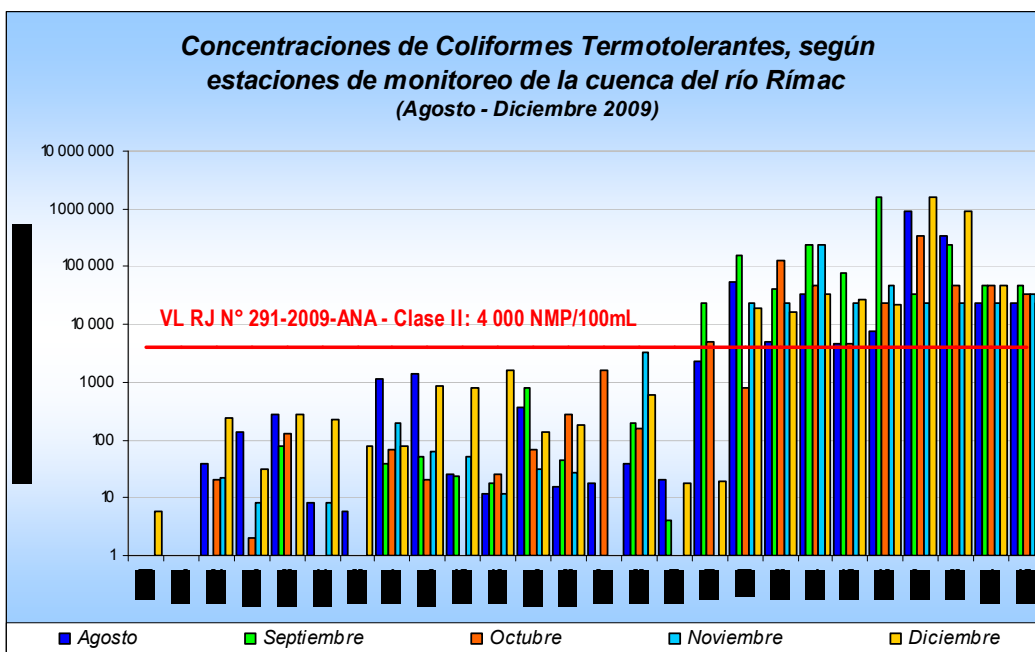
La concentración máxima de coliformes totales se reportó en el mes de setiembre con $1,6 \times 10^5$ NMP/100mL, en la estación E-16 “Río Rímac, puente Huachipa, Carretera Central km 9,5” y en E-17 “Río Huaycoloro, antes de la unión con el Río Rímac”, en los meses de agosto, octubre y diciembre, superando el valor límite de $2,0 \times 10^4$ NMP/100mL, establecido en la R.J. N° 0291-2009-ANA para la Clase II; mientras que, el valor mínimo de coliformes totales se reportó en la naciente del río Rímac, estación E-01 “Río Rímac, bocatoma laguna



Ticticocha, Carretera Central km 127”, en el mes de agosto, con un valor de 1,00 NMP/100mL.

- Los **Coliformes Termotolerantes** pueden proceder de aguas orgánicamente enriquecidas con efluentes industriales, materias vegetales y suelos en descomposición. Comprende a los géneros de Escherichia y en menor grado Klebsiella, Enterobacter y Citrobacter. Este grupo de organismos puede fermentar la lactosa entre 44 - 45 °C. Se mide como el número de muestra más probable por 100 mililitros (NMP/100mL).

Es poco probable que los organismos coliformes termotolerantes vuelvan a desarrollarse en un sistema de distribución a menos que estén presentes nutrientes en cantidad suficiente o que materiales inadecuados entren en contacto con el agua tratada. Por contacto directo pueden infectar heridas, mucosas de ojos y oídos. Por ingestión ocasionan gastroenteritis aguda.



En este caso, de la información obtenida, se concluye que las aguas de la cuenca del río Rímac, al igual que en el caso anterior, presentan un incremento progresivo de contaminación por presencia de coliformes termotolerantes, conforme se viene involucrando la población urbana, llegando a superar el valor límite establecido en la R.J. N° 0291-2009-ANA para la Clase II de 4 000,00 NMP/100mL, incumplimiento de la normativa ambiental a partir de la estación E-10 “Río Rímac, puente Surco, Carretera Central km 66” hasta la estación E-25 de la Planta de La Atarjea.

Cabe resaltar que, la estación E-17 del río Huaycoloro reportó altas concentraciones de coliformes termotolerantes, cuyo caudal al confluir con el río Rímac, aporta altas concentraciones de este parámetro orgánico, generando un impacto aguas abajo de la cuenca.

El valor máximo de coliformes termotolerantes fue $1,6 \times 10^5$ NMP/100mL, concentración reportada en las estaciones E-16 “Río Rímac, puente Huachipa, Carretera Central km 9,5” y en E-17 “Río Huaycoloro, antes de la unión con el Río Rímac”, en los meses de setiembre y diciembre, respectivamente, superando el valor límite establecido en la R.J. N° 0291-2009-ANA para la Clase II de $4,0 \times 10^3$ NMP/100mL; mientras que la



concentración mínima fue 1,00 NMP/100mL y se reportó en las estaciones E-01 “Río Rímac, bocatoma laguna Ticticocha, Carretera Central km 127” y en E-1A “Río Rímac, 100 m aguas abajo de la quebrada del efluente Volcan”, en el mes de agosto.

IV. Análisis Hidrobiológico: Fitoplancton

- La evaluación hidrobiológica del fitoplancton permite la identificación y recuento de microalgas para conocer el comportamiento biológico del medio, de manera que facilite un enfoque ambiental del ecosistema, pero sin que mida este el grado de toxicidad que puedan producir, para la protección de la biodiversidad del entorno de los recursos hídricos.

El fitoplancton son algas acuáticas con nula o escasa resistencia a las corrientes, que viven flotando o suspendidas en aguas abiertas o pelágicas. El fitoplancton tiene formas unicelulares, coloniales y filamentosas. Muchas son fotosintéticas y sirven de alimento al zooplancton y otros organismos acuáticos.

Las floraciones algales son fenómenos que se producen en las masas de agua marinas y continentales, ocasionada cuando la densidad de estas microalgas alcanza valores superiores a $1,0 \times 10^6$ (un millón de células por litro) y se producen cuando encuentran las condiciones óptimas (nutriente generalmente N y P, condiciones hidráulicas, temperatura, intensidad luminosa, turbulencias, etc.) para su vida y suelen dar diversas coloraciones al agua. Sin embargo se pueden presentar diferentes situaciones de peligrosidad, de acuerdo a la potencialidad de sintetizar toxinas que tengan las especies responsables de la floración.

Para evaluar la comunidad fitoplanctónica se utilizó el índice de diversidad biológica de Shannon & Weaver (H') en forma referencial, el cual nos indica el grado de equitatividad o equilibrio de especies que se encuentran en los ecosistemas acuático, basado en la teoría de la información. Se mide en una escala de 0 a 5 bits/individuo. Considerando la relación de [0 – <1,5] para biodiversidad baja o aguas contaminadas, de [1,5 – <3] con biodiversidad media o aguas moderadamente contaminadas y de [3 – 5] con biodiversidad alta o aguas muy limpias.

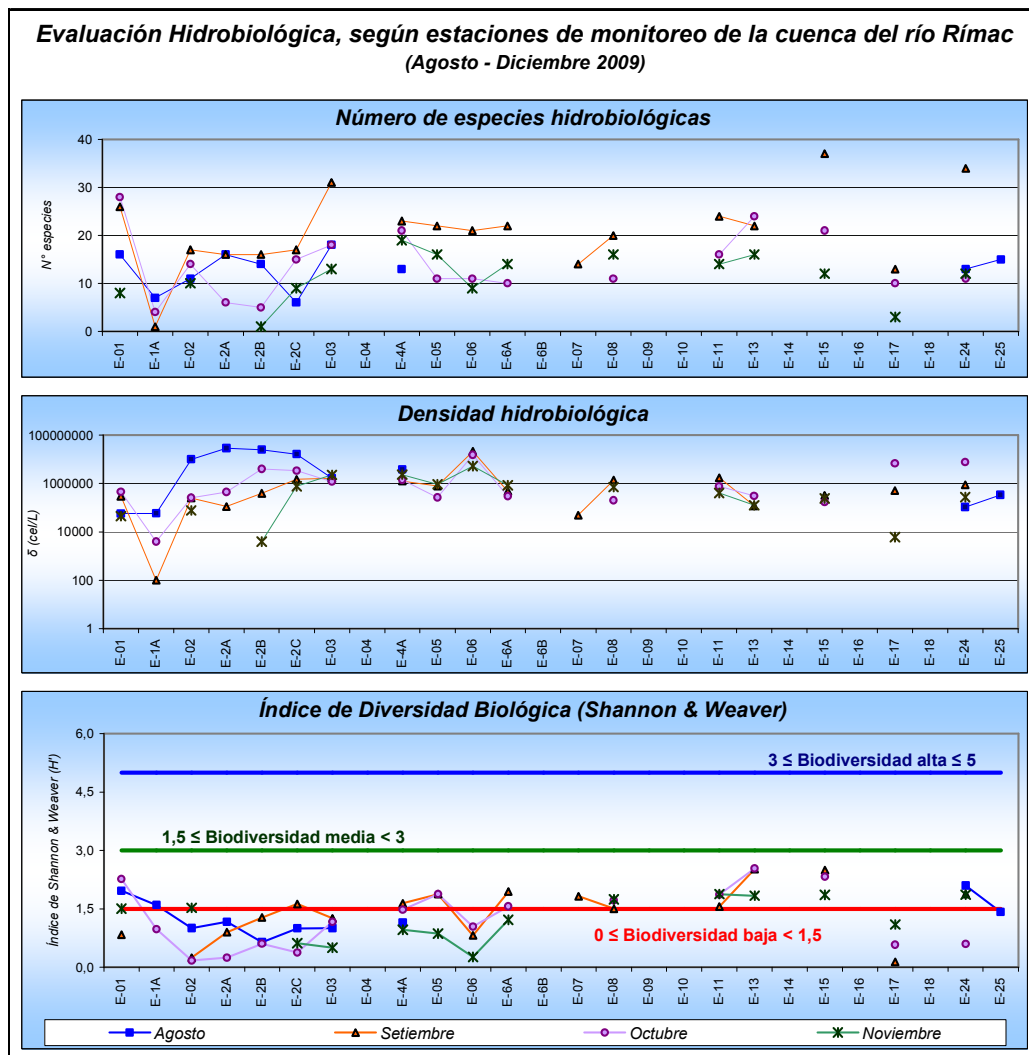
Para la evaluación hidrobiológica de la cuenca del río Rímac, se realizó el monitoreo de aguas en las estaciones E-1A, E-02, E-2A, E-2B, E-2C, E-03, E-4A, E-05, E-06, E-6A, E-07, E-08, E-11, E-13, E-15, E-17, E-24 y E-25, estaciones definidas por las características que presentan, así como por su ubicación aguas abajo de zonas donde se realiza algún tipo de actividad industrial. El monitoreo se realizó en los meses de agosto a noviembre de 2009. Para el proceso de análisis, se cuantificó la información correspondiente al número de especies hidrobiológicas, densidad fitoplanctónica y el Índice de Shannon & Weaver, para cada estación evaluada.

En lo que respecta al **número de especies fitoplanctónicas**, se encontraron comunidades fitoplanctónicas diversas, compuestas principalmente por diatomeas, algas verdes, cianobacterias, dinoflagelados, euglenoideos y otros fitoflagelados nanoplanctónicos (<20 μ), de las cuales en ocasiones se han hallado hasta más de 30 especies, como también menos de 5 especies, siendo el rango predominante de 10 a 20 especies, en la mayoría de las estaciones evaluadas. La concentración máxima de especies fitoplanctónicas se encontró en la estación E-15 “Río Rímac, puente Morón, Carretera Central km 23”, con 37 especies, en el mes de setiembre; así como, se encontró sólo 01 especie en las estaciones E-1A en setiembre y E-2B en el mes de noviembre, ambas ubicadas aguas abajo de la quebrada del efluente Volcan y después del vertimiento de la Compañía Minera Casapalca S.A., respectivamente.

En lo que respecta a la **densidad fitoplanctónica**, en el mes de agosto se encontraron poblaciones mayores a 1×10^7 cel/L en la estación E-02 ubicada en el río Chinchán y en las estaciones E-2A, E-2B, E-2C del río Rímac, donde hay presencia de actividad minera en la parte alta de la cuenca, lo cual involucra la presencia de floraciones algales de algunas



especies. La *mayor densidad fitoplanctónica* fue $2,9 \times 10^7$ cel/L (29 208 000 cel/L) en la estación E-2A “Río Rímac, después del vertimiento de la Minera Los Quenuales”; y, la *menor densidad fitoplanctónica* encontrada fue $1,0 \times 10^2$ cel/L (100 cel/L) en la estación E-1A “Río Rímac, 100 m aguas abajo de la quebrada del efluente Volcan”, en setiembre de 2009.



Al analizar la gráfica del *índice de diversidad biológica* de la cuenca del río Rímac, empleando el índice de Shannon & Weaver (H'), se observa que; a lo largo de toda su extensión, el río Rímac presenta una biodiversidad variable con mayor ocurrencia de índices menores a 1,5 bits/ind, valor indicativo de baja biodiversidad en la parte alta de la cuenca, mejorando paulatinamente aguas abajo, alcanzando valores mayores a 1,5 bits/ind en la parte media y baja de la cuenca.

En los ríos Chinchán y Blanco, estaciones E-02 y E-03, respectivamente, se encontraron valores menores a 1,5 bits/ind, indicativo de baja biodiversidad durante casi todo el periodo. En el río Aruri, estación E-07 monitoreada en el mes de setiembre, se encontró que el índice de Shannon & Weaver fue 1,83 bits/ind, valor que considera biodiversidad media o moderada contaminación.

En la parte media de la cuenca, en la estación E-13 del río Santa Eulalia, se hallaron índices mayores a 1,5 bits/ind de biodiversidad media, durante todo el periodo; y, en la



parte media de la cuenca, en la estación E-17 del río Huaycoloro, se encontraron índices menores a 1,5 bits/ind de baja biodiversidad, durante todo el periodo.

El valor promedio de los índices de Shannon & Weaver (H'), según recurso hídrico, se presentan en la siguiente tabla:

Recurso hídrico	Estaciones	Periodo	H' promedio (bits/ind.)
Río Rímac	E-01, E-1A, E-2A, E-2B, E-2C, E-4A, E-05, E-06, E-6A, E-08, E-11, E-15, E-24 y E-25	Agosto - Noviembre 2009	1,38
Río Chinchán	E-02	Agosto - Noviembre 2009	0,74
Río Blanco	E-03	Agosto - Noviembre 2009	0,99
Río Aruri	E-07	Setiembre 2009	1,83
Río Santa Eulalia	E-13	Setiembre - Noviembre 2009	2,30
Río Huaycoloro	E-17	Setiembre - Noviembre 2009	0,61

V. Análisis de Nemátodos:

- Los **Nemátodos** son animales multicelulares de vida libre más numerosos que actualmente viven en la Tierra dentro del reino Metazoa. Viven en grandes densidades. Las especies de vida libre son abundantes, incluyen los que se alimentan de bacterias, de hongos, ciliados, coprófagos y de otros Nemátodos. Algunos de ellos son parásitos de insectos, plantas o animales, incluyendo humanos. Existen libres en el mar, suelos húmedos y aguas continentales, siempre en sitios con algún grado de humedad, especialmente en hábitats en los que hay una intensa descomposición de materia orgánica. También incluyen a numerosos e importantes endoparásitos de plantas o de animales. Se expresa en unidades de VL/L (vida libre por litro).

La población de nemátodos del suelo decrece rápidamente a mayor profundidad y el número de individuos es mayor junto a las raíces de las plantas. En aguas continentales, se encuentran en grandes lagos, lagos montañosos, charcas temporales, incluso en manantiales con agua hasta 53 grados y en el agua de plantas epífitas. Las especies terrestres viven en hábitats húmedos, tales como suelos, salinas, manantiales termales o playas arenosas, habitando en la película de agua que rodea cada partícula de suelo.

Los nemátodos en sistemas de agua de bebida alcanzan un tamaño de 0,1 a sobre 0,6 mm. Alrededor de 20 órdenes diferentes han sido distinguidas dentro del phylum Nemátoda. Los nemátodos de vida libre no patogénicos que han sido encontrados en aguas de consumo incluyen Cheilobus, Diplogaster, Tobrilus, Aphelenchus y Rhabditis. La vasta mayoría de las especies encontradas no solo son mal ubicadas biológicamente, sino que además, existen especies desconocidas de nemátodos que aún no han sido descubiertos.

La concentración de nemátodos de vida libre en la fuente de agua cruda generalmente está en correspondencia con la turbiedad del agua. Los animales acuáticos que exitosamente penetran en los procesos de tratamiento de agua potable son mayormente especies bentónicas que viven en el fondo o en las márgenes de los cuerpos de agua.

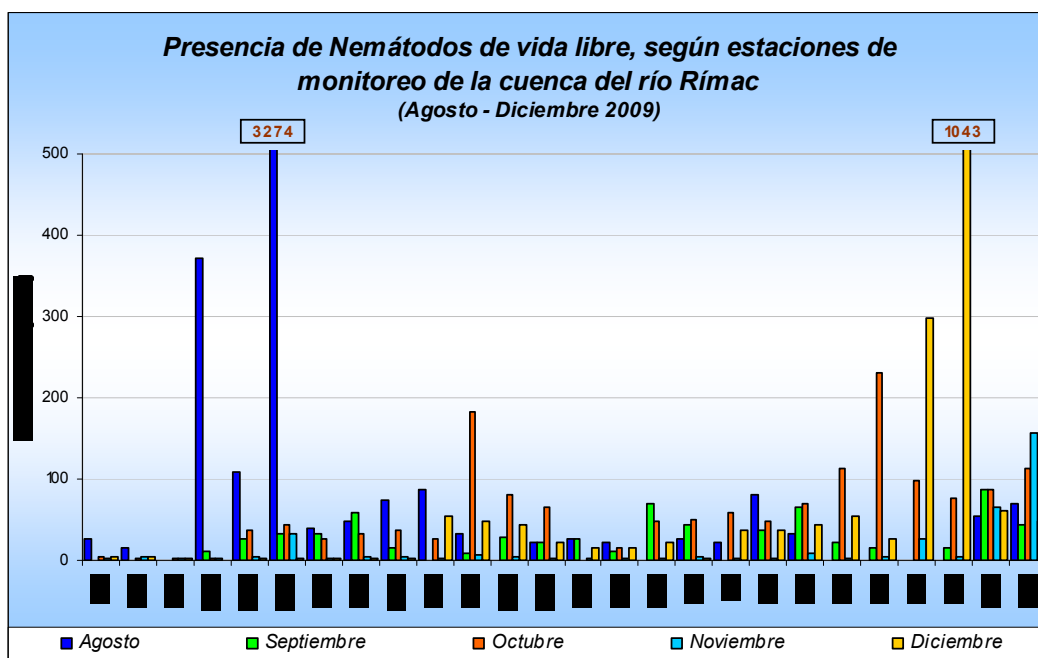
También existen algunas especies de nemátodos que teóricamente pueden infectar a humanos a través de la ingestión de agua contaminada, sin embargo tal fuente de infección es difícil de probar, Dracunculus medinensis es un nemátodo parásito que puede estar en agua de consumo. En algunas circunstancias, cuando el agua contiene un alto nutriente o

contenido orgánico y la temperatura ambiente es apropiada, podría ser posible para los nemátodos de vida libre alimentarse del crecimiento microbiano del biofilm (o biopelícula) o del limo en procesos de tratamiento o en las tuberías de agua y así multiplicarse dentro del sistema.

Dentro del huésped viven en distintas partes del cuerpo: en vertebrados hay parásitos intestinales, de los pulmones y vías pulmonares, del sistema sanguíneo y linfático, riñones, distintos tejidos e incluso dentro de las células. Las vías de transmisión son varias. En el caso más sencillo, los huevos o las fases juveniles incluidas en la cápsula del huevo penetran por vía oral. En otros casos lo hace activamente por la piel.

La presencia de nemátodos de vida libre en aguas de consumo no necesariamente indica una amenaza directa a la salud, pero si un problema “antiestético” ya sea directamente o a través de su asociación con el agua incolora. Altas concentraciones de nemátodos en aguas de consumo aportan al agua un sabor no placentero. Además, podrían ser portadores de bacterias patógenas en su intestino y tales bacterias serían protegidas de la desinfección por cloro y por ende, presentar un riesgo a la salud.

El riesgo potencial a la salud se incrementa desde la exposición de los nemátodos a través de la ingestión de agua de consumo, durante actividades recreativas y potencialmente a través del consumo de vegetales frescos regados con aguas residuales que no han recibido el tratamiento adecuado. La OMS no ha establecido valores guías para nemátodos en agua de consumo, pero si la protección de la fuente de agua es buena, y se realizan las prácticas de tratamiento y desinfección recomendadas, estos organismos deben estar ausentes en el agua potable.



En esta gráfica, de la cuenca del río Rímac, se puede observar que la cantidad mínima de *nemátodos de vida libre* reportada fue 1,00 VL/L en la estación E-2A “Río Rímac, después del vertimiento de la Minera Los Quenuales”; y, la cantidad máxima encontrada fue 3 274 VL/L en la estación E-2C “Río Rímac, 150 m aguas abajo de la minera Perubar - Rosaura”; ambos valores reportados en diciembre de 2009.

Además, se observa que al término del periodo de estudio, en el mes de diciembre, se reportaron los valores más altos de *nemátodos de vida libre*, en las estaciones E-17 “Río

Huaycoloro, antes de la unión con el Río Rímac” y E-18 “Río Rímac, Mirador N° 1 Las Palmeras”, siendo 1 043 y 298 VL/L, respectivamente.

7. ANEXO GRÁFICO

Se adjuntan tomas fotográficas de algunas estaciones de monitoreo de la cuenca del río Rímac, así como de los procedimientos en la toma de muestras de agua, preservación de muestras, medición de parámetros de campo, entre otros, de acuerdo al Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales” y sus Anexos I, II, III y IV que contienen los parámetros establecidos en el monitoreo, ubicación de puntos de muestreo y registros de campo, medición de caudales, frecuencia de monitoreo, pautas de muestreo, preservación, conservación y envío de las muestras al Laboratorio de Análisis. (Ver Anexo).

8. CONCLUSIONES

- El río Rímac es un recurso hídrico muy importante para la población limeña, ya que es la principal fuente de abastecimiento del agua de consumo para la población, por lo que la vigilancia sanitaria de este río es de carácter prioritario, en salvaguarda de la salud de las personas.
- En la cuenca del río Rímac, se realizó la evaluación de la calidad sanitaria del río Rímac y sus tributarios, contando con información correspondiente a los meses de agosto a diciembre de 2009, así como información puntual obtenida de los principales tributarios, con fines de determinar el aporte de cada uno de ellos en el río Rímac y su implicancia en la calidad del recurso.
- En la evaluación de la cuenca del río Rímac se considerarán los ríos Chinchán, Blanco, Aruri, Santa Eulalia y Huaycoloro, principales afluentes al río Rímac, cuyo caudal y calidad sanitaria repercuten significativamente en la calidad sanitaria del recurso, de manera positiva o negativa.
- Cabe destacar que las aguas del río Huaycoloro, tributario del río Rímac, para los parámetros indicadores de contaminación, reportan concentraciones que superan las normas ambientales vigentes, y que al confluir con el río Rímac deteriora la calidad sanitaria del recurso hídrico, así como de la biodiversidad del ecosistema en el medio lótico.
- A lo largo de la cuenca del río Rímac, se observa presencia de la actividad minera e industrial y de asentamientos de poblaciones rurales y urbanas cercanas a la ribera del río Rímac, las cuales debido al inadecuado manejo de sus efluentes residuales industriales y domésticos, así como de sus residuos sólidos, generan la contaminación con mayor incidencia del recurso hídrico.
- En la parte media de la cuenca del río Rímac como era de esperar, se evidencia que la carga microbiológica en el recurso hídrico supera los valores límites establecidos en la normativa vigente, en algunas zonas pobladas, en más de 400 veces los coliformes totales y 80 veces los coliformes termotolerantes, debido al aporte antropogénico en la cuenca del río Rímac.

9. RECOMENDACIONES

- Es importante la recopilación de **información de caudales** de los recursos hídricos de la cuenca del río Rímac, siendo este un dato importante para una mejor evaluación y análisis de los resultados de los parámetros, considerando que en muchos casos los caudales influyen en la capacidad de dilución o concentración de los contaminantes, con efectos variables en la calidad del recurso, la biodiversidad y la reproducción del fitoplancton.
- Contar con información de la lectura del parámetro **oxígeno disuelto** en la cuenca del río Rímac, permitiría evaluar mejor la DBO₅, siendo este parámetro un indicador de contaminación ya que mide el contenido de materia orgánica del recurso hídrico, lo cual es un riesgo a la salud.



- Fiscalizar y sancionar a las empresas privadas, estatales y sociedad civil que realicen vertimientos de sus aguas residuales industriales o domésticas, sin tratamiento, y de residuos sólidos al río Huaycoloro, ya que estas aguas llegan a confluir al río Rímac y que luego son captadas por la Planta de La Atarjea de la empresa SEDAPAL y posteriormente distribuidas a la ciudad de Lima a través de las redes de agua de SEDAPAL.
- Reactivar el Comité Técnico Multisectorial para la Recuperación de la Calidad Sanitaria y Ambiental de la Quebrada Huaycoloro, con la finalidad de recuperar la calidad sanitaria del recurso hídrico, debido al alto grado de contaminación que presenta, siendo necesario plantear alternativas de acción que permitan mejorar la calidad de sus aguas.
- Fortalecer las actividades de **vigilancia sanitaria de la calidad de los recursos hídricos**, en la cuenca del río Rímac, a través de la compra de equipos de campo de última generación, que permitan lecturas con mayor sensibilidad y precisión de los parámetros indicadores de contaminación (*pH*, *OD*, *STD*, *conductividad*), en cumplimiento a los compromisos asumidos por esta Dirección General.
- Continuar con la vigilancia sanitaria de las de los recursos hídricos de la cuenca del río Rímac, con fines de verificar el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente, en salvaguarda de la salud de la población de Lima y Callao, así como dar cumplimiento al Convenio N° 002-2009/MINSA de fecha 27 de marzo de 2009, suscrito entre el MINSA y SEDAPAL.
- Remitir copia del presente informe a la empresa SEDAPAL, a la DIRESA Callao, a la DIRESA Lima y a la DISA Lima Este para su conocimiento y demás fines.

Atentamente,

.....
Ing. Víctor Manuel Olivares Alcántara
C.I.P. N° 66373
APRHI-DEPA-DIGESA

.....
Bach. Ana María Hidalgo Lira
APRHI-DEPA-DIGESA

PROVEÍDO N° _____-2010/DEPA/DIGESA

Lima,

Visto el Informe que antecede y con la opinión favorable del Área de Protección de los Recursos Hídricos, **ELÉVESE** a la **DIRECCIÓN DE ECOLOGÍA Y PROTECCIÓN DEL AMBIENTE**, para los fines consiguientes.



ANEXO GRÁFICO



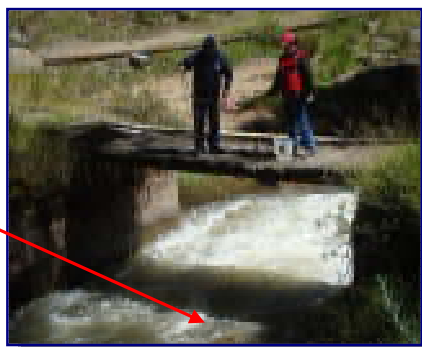
*Estación E-01.
Bocatoma de la Laguna Ticticocha,
Carretera Central km 127, naciente
del río Rímac.*



*Estación E-02.
Río Chinchán, puente Ferrocarril,
Carretera Central km . 119,5.
Toma de muestras de agua del recurso
hídrico y preservación de muestras, según
Protocolo de Monitoreo de Aguas.*



*Estación E-2C.
Río Rímac, aguas abajo de la
minera Perubar - Rosaura.
Toma de muestra de agua.*





*Estación E-03.
Río Blanco, puente Estación
Meteoreológica SENAMHI,
Carretera Central km 101.
Medición de parámetros de campo.*



*Estación E-03.
Río Rímac, puente Pite,
Carretera Central km 95.*

*Estación E-07.
Río Aruri, antes de la
confluencia con el río Rímac.
Toma de muestra de agua.*





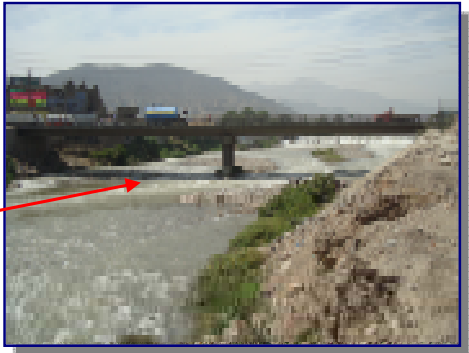
*Estación E-10.
Río Rímac, puente Surco,
Carretera Central km 66.
Preservación de muestras, según
Protocolo de Monitoreo de Aguas.*

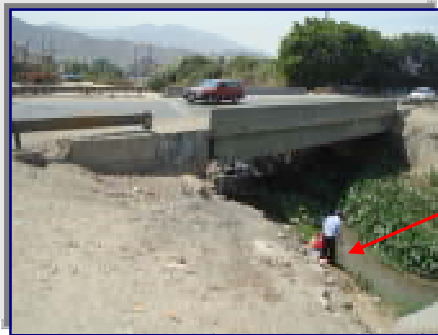


*Estación E-13.
Río Santa Eulalia, puente antes
de la unión con el río Rímac.*



*Estación E-16.
Río Rímac, puente Huachipa,
Carretera Central km 9,5.*





*Estación E-17.
Río Huaycoloro, antes de la confluencia con el río Rímac.
Preservación de muestras, según Protocolo de Monitoreo de Aguas.*



*Estación E-24.
Bocatoma N° 1*



*Estación E-25.
Bocatoma N° 2*

Bocatoma de la Planta de La Atarjea.



MINISTERIO
DE SALUD
DIGESA

VIGILANCIA DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS - Registro de Datos

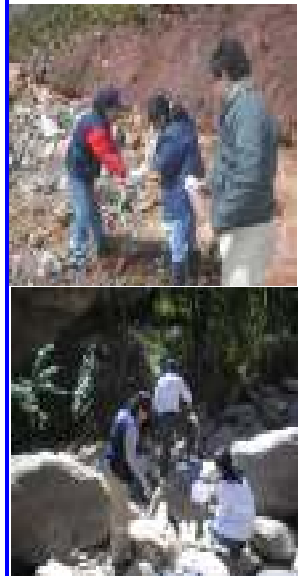
FORMATO
DEPA - RH - 10

Origen Laguna Ticticocha
Ubicación Dpto. Lima
Longitud 131.5 Km
Desembocadura Océano Pacífico

RÍO RÍMAC Y TRIBUTARIOS Clase II CALIDAD SANITARIA

Caudal máximo 37.5 m³/s
Caudal mínimo 23.8 m³/s
Caudal 29.5 m³/s
Tributarios Santa Eulalia, Blanco, Aruri, Chinchán, Huaycoloro.

EVALUACIÓN SANITARIA - 13 y 14 AGOSTO 2009



Parámetro	pH	T °C	C. E. uS/cm	Nit.tot. mg/l	Turb. mg/l	Ca²⁺ mg/l	Mg²⁺ mg/l	Fosfato mg/l	Nitrato mg/l	Nitrato mg/l	Sulfato mg/l	COT mg/l	DOO mg/l	As mg/l	Al mg/l	STS mg/l	DBO mg/l	Cd mg/l	Cu mg/l	Cr mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Pb mg/l	Zn mg/l	C tot. NMP/dl	C term NMP/dl	Nemátod VI / l
Res. Jef. N° 0291-2009-ANA - Clase II	---	---	---	---	---	0,08	---	---	1,0	10,0	---	---	---	0,10	---	---	5,0	0,01	1,0	0,05	1,0 ^{A3}	0,5 ^{A3}	0,05	5,0	20,000	4,000	---
E-01	8.82	11.04	718	0.25	1.200	-	-	<0.010	0.016	0.937	202	1.65	<5.0	0.006	<0.050	542	1.90	<0.010	<0.004	<0.028	<0.038	0.015	<0.025	<0.011	1	1	27.0
E-1A	8.52	12.70	546	1.10	846	-	-	<0.010	0.024	3.314	200	2.06	67.00	0.085	18.465	1232	3.21	<0.010	0.058	<0.028	26.89	1.060	0.191	0.794	4	1	16.0
E-02	8.48	12.60	454	0.39	62.3	-	-	<0.010	0.020	2.380	125	1.32	15.00	0.016	1.425	359	0.66	<0.010	<0.004	<0.028	3.48	0.160	<0.025	0.051	40	40	0.0
E-2A	8.41	11.80	527	0.81	135	-	-	<0.010	0.046	2.606	132	1.31	<5.0	0.039	2.441	664	2.19	<0.010	0.088	<0.028	6.80	0.914	0.208	0.924	760	140	371.5
E-2B	8.53	11.40	589	1.27	241	-	-	0.047	0.117	3.426	149	1.53	74.00	0.074	5.818	678	8.40	0.013	0.440	<0.028	16.47	1.960	0.909	2.921	440	280	108.0
E-2C	8.72	10.70	662	1.05	61	-	-	0.036	0.106	1.574	169	1.21	39.00	0.034	1.461	558	7.34	<0.010	0.100	<0.028	4.27	0.408	0.134	0.543	22	8	3274.0
E-03	8.43	12.20	253.1	1.26	4.4	-	-	<0.010	0.014	1.501	47	2.18	<5.0	0.005	0.113	168	0.78	<0.010	0.004	<0.028	0.141	0.022	<0.025	<0.011	288	6	39.0
E-04	8.50	17.00	867	1.07	44	-	-	0.045	0.081	3.984	324	0.98	<5.0	0.030	1.412	682	4.22	<0.010	0.081	<0.028	1.94	0.294	0.115	0.337	3600	1180	48.5
E-4A	8.47	11.00	461	0.50	17.8	-	-	0.033	0.040	2.061	117	1.35	<5.0	0.012	0.351	322	0.72	<0.010	0.024	<0.028	0.756	0.121	<0.025	0.114	2400	1440	75.0
E-05	8.59	12.80	436	0.54	<0.1	-	-	0.019	0.049	2.333	104	1.36	<5.0	0.006	1.23	302	0.25	<0.010	0.016	<0.028	0.377	0.069	<0.025	0.058	40	26	86.0
E-5A	8.22	17.60	861	0.34	5.3	-	-	0.015	0.060	1.184	222	0.70	<5.0	0.024	0.174	880	0.19	0.018	0.029	<0.028	0.254	0.125	<0.025	0.672	20	12	32.5
E-06	8.45	25.0	736	2.79	2.7	-	-	0.428	0.824	9.037	152	1.60	<5.0	0.012	<0.050	542	5.72	0.013	0.012	<0.028	0.091	0.077	<0.025	0.067	440	360	-
E-6A	8.13	18.00	868	0.73	6.4	-	-	0.026	0.031	2.107	228	0.61	<5.0	0.029	0.177	642	0.43	0.015	0.040	<0.028	0.333	0.141	<0.025	0.792	48	16	21.5
E-07	8.13	14.90	499	0.56	1.5	-	-	0.016	0.004	2.060	136	0.59	<5.0	0.035	0.082	356	0.11	0.015	<0.004	<0.028	0.162	0.032	<0.025	0.212	44	18	27.0
E-08	8.16	18.80	855	0.49	7.2	-	-	0.011	0.024	0.965	240	0.78	<5.0	0.025	0.180	636	0.24	0.015	0.042	0.037	0.315	0.154	<0.025	0.780	360	40	21.5
E-09	7.84	18.10	952	0.75	5.6	-	-	0.030	0.030	2.102	258	0.97	10.0	0.053	0.544	770	0.08	0.02	0.042	<0.028	0.366	0.198	<0.025	0.759	40	20	-
E-10	8.55	19.80	799	1.94	1.0	-	-	0.124	0.032	8.125	182	0.63	35.0	0.025	<0.050	688	0.02	<0.010	<0.004	<0.028	0.051	<0.013	<0.025	<0.011	4900	2300	26.0
E-11	7.99	21.40	830	1.67	2.0	-	-	0.109	0.040	6.979	218	0.92	85.0	0.025	0.074	702	0.84	0.010	<0.004	<0.028	0.121	0.017	<0.025	0.014	92000	54000	22.0
E-13	8.18	25.0	580	0.79	1.6	-	-	0.075	0.010	3.468	206	0.78	<5.0	0.011	0.085	442	0.52	<0.010	<0.004	<0.028	0.084	0.016	<0.025	0.057	13000	4900	81.0
E-14	8.24	25.0	724	1.90	<0.1	-	-	0.462	0.118	3.792	188	1.00	13.0	0.016	<0.050	794	3.51	<0.010	<0.004	<0.028	0.053	0.015	<0.025	0.059	110000	33000	33.0
E-15	8.25	17.70	591	0.70	3.1	-	-	0.074	0.029	0.191	159	2.78	<5.0	0.017	0.103	470	0.34	0.014	0.012	<0.028	0.184	0.044	<0.025	0.242	4500	4500	-
E-16	8.21	20.10	610	1.42	5.6	-	-	0.251	0.261	3.487	163	1.10	32.0	0.018	0.142	488	1.71	<0.010	0.016	<0.028	0.453	0.068	<0.025	0.222	13000	7800	-
E-17	8.07	24.6	1694	11.51	57.7	-	-	1.012	4.143	33.077	292	9.78	115.0	0.016	1.260	1392	40.50	0.013	0.034	0.1930	2.42	0.322	<0.025	0.118	1600000	920000	-
E-18	8.10	20.10	976	3.32	5.3	-	-	0.452	0.918	10.801	182	2.95	<5.0	0.022	0.186	784	4.40	<0.010	0.009	<0.028	0.477	0.083	<0.025	0.116	540000	350000	-
E-24	8.38	25.0	608	1.27	3.1	-	-	0.232	0.206	4.002	152	1.26	12.0	0.021	0.159	470	1.50	<0.010	0.010	<0.028	0.204	0.037	<0.025	0.145	23000	23000	54.0
E-25	8.36	25.0	675	1.86	3.9	-	-	0.301	0.394	6.067	174	1.70	8.0	0.022	0.171	542	5.50	<0.010	0.009	<0.028	0.238	0.045	<0.025	0.124	23000	23000	70.0

< No supera valor límite de la R. J. N° 0291-2009-ANA
 Supera el valor límite de la R. J. N° 0291-2009-ANA
 A2 Categoría 1 "Poblacional y Recreacional" Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional - ECAs

Toma de muestras y análisis: DIGESA - SEDAPAL 13 y 14 - 08 - 2009
 Informe de Ensayo: N° 0681
 Toma de muestras y análisis: SEDAPAL 13 y 14 - 08 - 2009
 Remisión Informe Técnico Mensual: Carta N° 552-2009-GPDP, Expediente N° 28573-2009-DV del 26-10-2009

LEYENDA

Est. Descripción
 E-01: Río Rímac, bocatoma laguna Ticticocha, carretera central km 127.
 E-01A: Río Rímac, 100 m aguas abajo de quebrada de efluente Volcan.
 E-02: Río Chinchán, puente Ferrocarril, carretera central Km 119.5.
 E-02A: Río Rímac, después del vertimiento de la Compañía Minera los Quenuales.
 E-02B: Río Rímac, después del vertimiento de la compañía minera Casapalca.
 E-02C: Río Rímac, 150 m aguas abajo de la Compañía Minera PERUBAR - Rosaura.
 E-03: Río Blanco, estación meteorológica SENAMHI.
 E-04: Río Rímac, puente Anchi II, carretera central km 95 San Mateo.
 E-04A: Río Rímac, antes de la confluencia con el río Blanco.
 E-05: Río Rímac, puente Pite carretera central km 95 San Mateo.
 E-5A: Río Rímac, central hidroeléctrica Huanchor.
 E-06: Río Rímac, puente Tamboraque III, carretera central km 90.6.
 E-6A: Río Rímac, 100 m aguas abajo del vertimiento de la Minera San Juan.

Est. Descripción
 E-07: Río Aruriu, antes de la confluencia con el río Rímac.
 E-08: Río Rímac, bocatoma ex Pablo Bonner Carretera Central km 89.
 E-09: Río Rímac, puente Tambo de Viso, Carretera Central km 83.5.
 E-10: Río Rímac, puente Surco, Carretera Central km 66.
 E-11: Río Rímac, puente Ricardo Palma, carretera central km 38.
 E-13: Río Santa Eulalia, puente antes de la unión con el río Rímac.
 E-14: Río Rímac, puente la Trinchera - Moyopampa carretera central km 35.
 E-15: Río Rímac, puente Morón carretera central km 23.
 E-16: Río Rímac, puente Huachipa Carretera Central km 9.5.
 E-17: Río Huaycoloro, ar E-23 BOC1 - La Atarjea.
 E-18: Río Rímac, Mirado E-24 BOC2 - La Atarjea.
 E-24: Bocatoma 1.
 E-25: Bocatoma 2.

OD : Oxígeno disuelto
 DBO : Demanda bioquímica de oxígeno
 DQO : Demanda química de oxígeno
 COT : Carbono orgánico total
 Bacter. Het : Bacterias heterotróficas
 C term : Coliformes termotolerantes
 Org VL: Organismos de vida libre

Registrado por: LMBG 17-11-2009
 DIGESA.



MINISTERIO
DE SALUD
DIGESA

VIGILANCIA DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS - Registro de Datos

FORMATO
DEPA - RH - 10

Origen Laguna Ticticocha
Ubicación Dpto. Lima
Longitud 131.5 Km
Desembocadura Océano Pacífico

RÍO RÍMAC Y TRIBUTARIOS Clase II CALIDAD SANITARIA

Caudal máximo 37.5 m³/s
Caudal mínimo 23.8 m³/s
Caudal 29.5 m³/s
Tributarios Santa Eulalia, Blanco, Aruri, Chinchán, Huaycoloro.



EVALUACIÓN SANITARIA - 16 y 17 SETIEMBRE 2009																											
Parámetro	pH	T °C	C. E. uS/cm	Nit.tot. mg/l	A v G mg/l	TPH mg/l	C.N. mg/l	Fosfato mg/l	Nitrato mg/l	Nitrato mg/l	Sulfato mg/l	COT mg/l	DOO mg/l	As mg/l	Al mg/l	STS mg/l	DBO mg/l	Cd mg/l	Cu mg/l	Cr mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Pb mg/l	Zn mg/l	C tot. NMP/dl	C term. NMP/dl	
Res. Jef. N° 0291-2009-ANA - Clase II	---	---	---	---	1,5	0,2	0,08	---	1,0	10,0	---	---	20	0,10	0,2	---	5,0	0,01	1,0	0,05	1,0 ^{A2}	0,4 ^{A2}	0,05	5,0	20,000	4 000	
E-01	-	-	767	0.22	-	-	-	<0.010	0.001	0.299	-	1.79	41	0.008	0.180	558	-	<0.010	<0.010	<0.028	<0.038	0.019	<0.025	<0.011	0	0	
E-1A	-	-	1371	0.99	<1.8	<0.01	-	0.022	0.093	51.078	-	0.86	<5	0.011	0.280	1174	-	<0.010	0.015	<0.028	0.402	18.247	0.086	0.941	0	0	
E-02	-	-	522	0.37	<1.8	<0.01	-	<0.010	0.002	1.236	-	0.58	43	0.002	0.142	354	-	<0.010	<0.010	<0.028	0.062	0.035	<0.025	<0.011	0	0	
E-2A	-	-	1238	4.96	-	0.03	-	<0.010	0.137	9.465	-	2.66	63	0.008	0.259	944	-	<0.010	0.019	<0.028	0.274	0.544	0.075	0.107	0	0	
E-2B	-	-	1221	4.97	<1.8	0.080	-	<0.010	0.197	9.007	-	2.29	77	0.007	0.284	962	-	<0.010	0.017	<0.028	0.234	0.531	0.092	0.128	160	80	
E-2C	-	-	1103	1.97	<1.8	<0.01	-	0.014	0.135	4.352	-	2.61	54	0.009	0.232	924	-	<0.010	0.019	<0.028	0.270	0.273	0.031	0.112	-	-	
E-03	-	-	246.5	0.22	-	-	-	<0.010	0.007	0.902	-	1.61	53	0.005	0.190	142	-	<0.010	<0.010	<0.028	0.121	0.019	<0.025	<0.011	-	-	
E-04	-	-	1031	1.57	-	-	-	0.013	0.139	4.035	-	0.84	13	0.008	0.218	836	-	<0.010	0.014	<0.028	0.167	0.253	0.057	0.094	46	40	
E-4A	-	-	448	0.53	-	-	-	<0.010	0.032	1.114	-	1.36	<5	0.005	0.214	298	-	<0.010	<0.010	<0.028	0.139	0.076	<0.025	<0.011	52	52	
E-05	-	-	849	0.44	-	-	-	<0.010	0.018	0.902	-	1.22	8	0.026	0.259	657	-	<0.010	0.032	<0.028	0.243	0.132	0.076	0.746	26	24	
E-06	-	-	856	0.34	-	-	-	0.083	0.032	0.785	-	0.68	<5	0.017	0.156	652	-	<0.010	0.029	<0.028	0.243	0.128	0.06	0.720	4240	820	
E-6A	-	-	775	4.59	-	-	-	1.286	1.295	5.958	-	2.20	<5	0.029	0.252	596	-	<0.010	<0.010	<0.028	0.146	0.113	0.029	0.060	376	18	
E-6B	-	-	857	0.33	<1.8	<0.01	-	0.032	0.037	1.266	-	0.78	<5	0.025	0.207	650	-	<0.010	0.039	<0.028	0.301	0.132	0.065	0.835	182	46	
E-07	-	-	517	0.48	<1.8	<0.01	-	0.065	0.010	2.060	-	0.66	44	0.044	0.218	372	-	<0.010	0.016	<0.028	0.178	0.022	0.028	0.140	0	0	
E-08	-	-	850	0.35	-	<0.01	-	0.020	0.028	1.247	-	0.72	<5	0.026	0.225	634	-	<0.010	0.033	<0.028	0.239	0.116	0.043	0.735	320	200	
E-09	-	-	1,020	0.68	-	-	-	0.019	0.003	2.832	-	0.83	98	0.052	0.384	804	-	<0.010	0.051	<0.028	0.164	0.122	0.043	0.585	52	4	
E-10	-	-	802	1.84	-	-	-	0.096	0.025	7.424	-	1.62	105	0.023	0.249	608	-	<0.010	<0.010	<0.028	0.057	0.015	0.031	<0.011	35000	24000	
E-11	-	-	881	1.64	31.5	<0.01	-	0.024	0.035	6.951	-	1.02	<5	0.019	<0.050	662	-	<0.010	<0.010	<0.028	0.048	<0.013	0.025	<0.011	160000	160000	
E-13	-	-	601	0.62	<1.8	-	-	0.057	0.007	2.669	-	0.79	<5	0.013	0.076	418	-	<0.010	<0.010	<0.028	0.098	0.021	0.049	0.132	42000	42000	
E-14	-	-	680	1.61	-	-	-	0.337	0.117	3.778	-	1.19	<5	0.016	0.084	476	-	<0.010	<0.010	<0.028	0.080	0.014	<0.025	0.098	540000	240000	
E-15	-	-	680	0.53	<1.8	-	-	0.080	0.023	1.538	-	1.14	<5	0.019	0.318	406	-	<0.010	0.014	<0.028	0.189	0.049	<0.025	0.219	79000	79000	
E-16	-	-	600	1.52	-	-	-	0.609	0.415	3.599	-	1.52	<5	0.024	0.302	402	-	<0.010	0.017	<0.028	0.288	0.044	<0.025	0.180	1600000	1600000	
E-17	-	-	1477	11.74	3.5	-	-	6.876	4.870	46.366	-	4.00	67	0.027	1.628	1132	-	<0.010	0.019	0.034	1.790	0.136	0.05	0.091	33000	33000	
E-18	-	-	628	1.62	-	-	-	0.545	0.545	4.825	-	1.73	12	0.026	0.735	436	-	<0.010	0.017	<0.028	0.707	0.053	0.037	0.178	350000	240000	
E-24	-	-	611	1.85	-	-	-	0.464	0.311	4.018	-	1.52	<5	0.029	0.425	442	-	<0.010	0.016	<0.028	0.327	0.035	<0.025	0.015	49000	49000	
E-25	-	-	619	1.58	-	-	-	0.528	0.392	4.536	-	1.58	6	0.024	0.525	446	-	<0.010	0.012	<0.028	0.390	0.044	<0.025	0.144	49000	49000	

< No detectados a valores menores
No supera valor límite de la R. J. N° 0291-2009-ANA
Supera el valor límite de la R. J. N° 0291-2009-ANA
^{A2}Categoría 1 "Poblacional y Recreacional" Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional - ECAs

Toma de muestras y análisis: DIGESA - SEDAPAL 16 y 17 - 09 - 2009
Informe de Ensayo: N° 0792, Expediente N° 30685-2009-DI, del 10-11-2009
Toma de muestras y análisis: SEDAPAL 16 y 17 - 09 - 2009
Remisión Informe Técnico Mensual: Carta N° 552-2009-GPDP, Expediente N° 28573-2009-DV del 26-10-2009

LEYENDA

Est. Descripción

E-01: Río Rimac, bocatoma laguna Ticticocha, carretera central km 127.
E-01A: Río Rimac, 100 m aguas abajo de quebrada de efluente Volcan.
E-02: Río Chinchán, puente Ferrocarril, carretera central Km 119,5.
E-02A: Río Rimac, después del vertimiento de la Compañía Minera los Quenuales.
E-02B: Río Rimac, después del vertimiento de la compañía minera Casapalca.
E-02C: Río Rimac, 150 m aguas abajo de la Compañía Minera PERUBAR - Rosaura.
E-03: Río Blanco, estación meteorológica SENAMHI.
E-04: Río Rimac, puente Anchi II, carretera central km 95 San Mateo.
E-04A: Río Rimac, antes de la confluencia con el río Blanco.
E-05: Río Rimac, puente Pite carretera central km 95 San Mateo.
E-06: Río Rimac, puente Tamboraque III, carretera central km 90,6.
E-6A: Río Rimac, central hidroeléctrica Huanchor.
E-6B: Río Rimac, 100 m aguas abajo del vertimiento de la Minera San Juan.

Est. Descripción

E-07: Río Aruri, antes de la confluencia con el río Rimac.
E-08: Río Bimac, bocatoma ex Pablo Bonner Carretera Central km 89.
E-09: Río Rimac, puente Tambo de Viso, Carretera Central km 83,5.
E-10: Río Rimac, puente Surco, Carretera Central km 66.
E-11: Río Rimac, puente Ricardo Palma, carretera central km 38.
E-13: Río Santa Eulalia, puente antes de la unión con el río Rimac.
E-14: Río Rimac, puente la Trinchera - Moyopampa carretera central km 35.
E-15: Río Rimac, puente Morón carretera central km 23.
E-16: Río Rimac, puente Huachipa Carretera Central km 9,5.
E-17: Río Huaycoloro, ar E-23 BOC1 - La Atarjea.
E-18: Río Rimac, Mirado E-24 BOC2 - La Atarjea.
E-24: Bocatoma 1.
E-25: Bocatoma 2.

OD : Oxígeno disuelto
DBO : Demanda bioquímica de oxígeno
DQO : Demanda química de oxígeno
COT : Carbono orgánico total
Bacter. Het : Bacterias heterotróficas
C term : Coliformes termotolerantes
Org VL: Organismos de vida libre

Registrado por: LMBG 17-11-2009
DIGESA.

1



MINISTERIO DE SALUD DIGESA

VIGILANCIA DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS - Registro de Datos

FORMATO DEPA - RH - 10

Origen Laguna Ticticocha
Ubicación Dpto. Lima
Longitud 131.5 Km
Desembocadura Océano Pacífico

RÍO RÍMAC Y TRIBUTARIOS Clase II CALIDAD SANITARIA

Caudal máximo 37.5 m³/s
Caudal mínimo 23.8 m³/s
Caudal promedio 29.5 m³/s
Tributarios Santa Eulalia, Blanco, Aruri, Chinchán, Huaycoloro.



EVALUACIÓN SANITARIA - 14 y 15 OCTUBRE 2009																										
Parámetro Estación	pH	T °C	C. E. uS/cm	Nit tot. mg/l	A v G mg/l	TPH mg/l	CONWAD mg/l	Fosfato mg/l	Nitrato mg/l	Nitrato mg/l	Sulfato mg/l	COT mg/l	DOO mg/l	As mg/l	Al mg/l	STS mg/l	DBO mg/l	Cd mg/l	Cu mg/l	Cr mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Pb mg/l	Zn mg/l	C tot. NMP/dL	C term. NMP/dL
Res. Jef. N° 0291-2009-ANA - Clase II	---	---	---	---	1,5	0,2	0,08	---	1,0	10,0	---	---	20	0,10	0,2	---	5,0	0,01	1,0	0,05	1,0 ^{A2}	0,4 ^{A2}	0,05	5,0	20,000	4 000
E-01	-	7.3	682	0.28	-	-	---	<0.010	0.013	1.385	202	2.06	6	0.018	0.091	568	<2.0	<0.010	<0.010	<0.028	<0.038	0.026	<0.025	<0.011	8	0
E-1A	-	1.3	1172	0.41	-	-	<0.003	<0.010	0.054	1.36	200	0.58	25	0.003	<0.050	1076	2.53	<0.010	<0.010	<0.028	0.156	13.77	<0.025	<0.011	14	0
E-02	-	7.4	426	0.36	-	-	<0.003	<0.010	0.014	1.529	125	0.37	<5.0	0.001	<0.050	364	<2.0	<0.010	<0.010	<0.028	0.051	0.021	<0.025	<0.011	22	20
E-2A	-	10.1	1018	6.09	-	-	0.0114	<0.010	0.241	15.897	132	1.81	<5.0	0.001	0.125	1042	3.00	<0.010	0.138	<0.028	0.099	0.306	<0.025	0.103	16	2
E-2B	-	9.6	1068	6.55	-	-	0.0055	<0.010	0.315	16.47	149	1.98	20	0.007	0.114	954	9.42	<0.010	0.146	<0.028	0.214	0.310	0.029	0.178	168	132
E-2C	-	11.0	1052	2.04	-	-	0.0069	<0.010	0.241	6.37	169	0.84	22	0.006	<0.050	976	7.73	<0.010	0.035	<0.028	0.189	0.184	<0.025	0.107	-	-
E-03	-	12.0	221.0	0.23	-	-	---	<0.010	0.014	1.487	47	1.52	86	0.003	<0.050	162	-	<0.010	<0.010	<0.028	0.062	<0.013	<0.025	0.012	-	-
E-04	-	10.9	961	1.85	-	-	---	<0.010	0.210	6.358	324	0.89	25	0.008	<0.050	872	4.82	<0.010	0.014	<0.028	0.114	0.159	<0.025	0.102	80	68
E-4A	-	10.9	398	0.50	-	-	---	<0.010	0.051	2.348	117	1.25	13	0.004	<0.050	312	<2	<0.010	<0.010	<0.028	0.102	0.047	<0.025	0.026	20	20
E-05	-	17.4	799	0.38	-	-	---	<0.010	0.024	1.536	104	0.78	<5.0	0.020	<0.050	679	<2	<0.010	0.013	<0.028	0.114	0.079	<0.025	0.457	0	0
E-06	-	18.3	711	3.23	-	-	---	0.946	0.799	9.389	222	1.67	24	0.014	<0.050	590	<2	<0.010	0.013	<0.028	0.127	0.082	<0.025	0.073	40	26
E-6A	-	18.0	818	0.38	-	-	---	<0.010	0.034	1.809	152	0.69	5	0.021	<0.050	666	7.00	<0.010	0.0120	<0.028	0.106	0.070	<0.025	0.390	92	66
E-6B	-	18.2	814	0.33	-	-	<0.003	<0.010	0.031	1.578	228	0.68	21	0.021	<0.050	660	<2	<0.010	<0.010	<0.028	0.094	0.070	<0.025	0.393	480	280
E-07	-	18.7	473	0.49	-	-	---	<0.010	0.013	1.99	136	0.66	<5	0.050	<0.050	400	<2	<0.010	<0.010	<0.028	0.092	<0.013	<0.025	0.077	1800	1600
E-08	-	18.6	796	0.39	-	-	<0.003	<0.010	0.032	1.583	240	0.60	7.0	0.023	<0.050	674	<2	<0.010	0.015	<0.028	0.115	0.075	<0.025	0.377	340	160
E-09	-	20.2	909	0.67	-	-	---	<0.010	0.019	2.752	258	0.52	<5	0.037	0.086	774	<2	<0.010	0.036	<0.028	0.084	0.083	<0.025	0.423	0	0
E-10	-	22.9	722	1.58	-	-	---	<0.010	0.020	6.477	182	0.62	<5	0.017	<0.050	598	<2	<0.010	<0.010	<0.028	<0.038	<0.013	<0.025	<0.011	17000	4900
E-11	-	24.0	876	2.03	-	-	<0.003	<0.010	0.045	6.373	218	1.03	<5.0	0.013	<0.050	998	<2	<0.010	<0.010	<0.028	<0.038	<0.013	<0.025	<0.011	23000	780
E-13	-	25.6	876	1.07	-	-	<0.003	0.017	0.017	2.86	206	1.69	<5.0	0.009	<0.050	452	<2	<0.010	<0.010	<0.028	0.070	0.014	<0.025	0.074	23000	130000
E-14	-	21.1	635	1.79	-	-	---	0.236	0.117	3.854	188	1.54	20	0.011	<0.050	502	5.24	<0.010	0.012	<0.028	0.274	0.016	<0.025	0.068	240000	49000
E-15	-	18.8	542	0.58	-	-	<0.003	<0.010	0.033	2.331	159	1.40	26	0.013	<0.050	422	2.22	<0.010	0.018	<0.028	0.103	0.038	<0.025	0.128	4500	4500
E-16	-	22.7	567	1.37	-	-	---	0.254	0.298	3.734	163	1.79	8	0.020	0.472	474	2.34	<0.010	0.019	<0.028	1.090	0.073	<0.025	0.126	33000	23000
E-17	-	20.6	2430	14.80	-	-	<0.003	2.671	0.382	45.210	292	10.70	76	0.011	0.870	1778	14.7	<0.010	0.029	0.054	1.730	0.121	<0.025	0.082	1600000	350000
E-18	-	23.6	594	2.00	-	-	---	0.378	0.430	4.488	182	2.30	26	0.030	1.921	542	4.5	<0.010	0.031	<0.028	2.500	0.141	<0.025	0.246	130000	49000
E-24	-	24.5	586	1.57	-	-	---	0.428	0.428	4.477	152	2.06	23	0.023	1.268	502	3.6	<0.010	0.0180	<0.028	0.76	0.067	<0.025	0.188	130000	49000
E-25	-	23.8	589	1.78	-	-	---	0.422	0.516	4.746	174	2.01	33	0.025	1.137	480	2.4	<0.010	0.0260	<0.028	0.98	0.071	<0.025	0.177	79000	33000

1.57
 < No detectados a valores menores
 No supera valor límite de la R. J. N° 0291-2009-ANA
 Supera el valor límite de la R. J. N° 0291-2009-ANA
 A2 Categoría 1 "Poblacional y Recreacional" Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional - ECAs

Toma de muestras y análisis: DIGESA - SEDAPAL 14 y 15 - 10 - 2009
 Toma de muestras y análisis: SEDAPAL 16 y 17 - 09 - 2009
 Remisión Informe Técnico Mensual: Carta N° 576-2009-GPDP, Exp. N° 30711-2009-DV del 11-11-09

OD : Oxígeno disuelto
 DBO : Demanda bioquímica de oxígeno
 DQO : Demanda química de oxígeno
 COT : Carbono orgánico total
 Bacter. Het : Bacterias heterotróficas
 C term : Coliformes termotolerantes
 Org VL: Organismos de vida libre

Registrado por: LMBG 24-11-2009
 DIGESA.

Est. Descripción
 E-01: Río Rímac, bocatoma laguna Ticticocha, carretera central km 127.
 E-01A: Río Rímac, 100 m aguas abajo de quebrada de efluente Volcan.
 E-02: Río Chinchán, puente Ferrocarril, carretera central Km 119,5.
 E-02A: Río Rímac, después del vertimiento de la Compañía Minera los Quenuales.
 E-02B: Río Rímac, después del vertimiento de la compañía minera Casapalca.
 E-02C: Río Rímac, 150 m aguas abajo de la Compañía Minera PERUBAR - Rosaura.
 E-03: Río Blanco, estación meteorológica SENAMHI.
 E-04: Río Rímac, puente Anchi II, carretera central km 95 San Mateo.
 E-04A: Río Rímac, antes de la confluencia con el río Blanco.
 E-05: Río Rímac, puente Pite carretera central km 95 San Mateo.
 E-5A: Río Rímac, central hidroeléctrica Huanchor.
 E-06: Río Rímac, puente Tamboraque III, carretera central km 90,6.
 E-6A: Río Rímac, 100 m aguas abajo del vertimiento de la Minera San Juan.

LEYENDA

E-6B: Río Rímac, 100 m aguas abajo del vertimiento de la Compañía Minera San Juan
 E-07: Río Aruri, antes de la confluencia con el río Rímac.
 E-08: Río Bimac, bocatoma ex Pablo Bonner Carretera Central km 89.
 E-09: Río Rímac, puente Tambo de Viso, Carretera Central km 83,5.
 E-10: Río Rímac, puente Surco, Carretera Central km 66.
 E-11: Río Rímac, puente Ricardo Palma, carretera central km 38.
 E-13: Río Santa Eulalia, puente antes de la unión con el río Rímac
 E-14: Río Rímac, puente la Trinchera - Moyopampa carretera central km 35.
 E-15: Río Rímac, puente Morón carretera central km 23.
 E-16: Río Rímac, puente Huachipa Carretera Central km 9,5.
 E-17: Río Huaycoloro, antes E-23 BOC1 - La Atarjea.
 E-18: Río Rímac, Mirador N E-24 BOC2 - La Atarjea.
 E-24: Bocatoma 1.
 E-25: Bocatoma 2.

1



MINISTERIO
DE SALUD
DIGESA

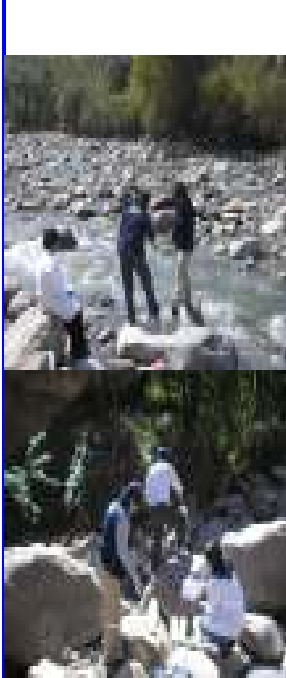
VIGILANCIA DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS - Registro de Datos

FORMATO
DEPA - RH - 10

Origen	Laguna Ticticocha
Ubicación	Dpto. Lima
Longitud	131,5 Km
Desembocadura	Océano Pacífico

RIO RIMAC Y TRIBUTARIOS Clase II CALIDAD SANITARIA

Caudal máximo	37.5 m³/s
Caudal mínimo	23.8 m³/s
Caudal	29.5 m³/s
Tributarios	Santa Eulalia, Blanco, Aruri, Chinchán, Huaycoloro.



EVALUACION SANITARIA - 11 y 12 NOVIEMBRE 2009																											
Parámetro	pH	T °C	C. E. µS/cm	Nit. tot. mg/l	A v G mg/l	Turb. mg/l	CaWAP mg/l	Fosfato mg/l	Nitrato mg/l	Nitrato mg/l	Cloruro mg/l	COT mg/l	DOO mg/l	As mg/l	Al mg/l	STS mg/l	DBO mg/l	Cd mg/l	Cu mg/l	Cr mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Pb mg/l	Zn mg/l	C tot. NMP/dl	C term. NMP/dl	Namátodo VI / l
Res. Jef. N° 0291-2009-ANA - Clase II	---	---	---	---	1,5	---	0,08	---	1,0	10,0	---	---	20	0,10	0,2	---	5,0	0,01	1,0	0,05	1,0 ^{A2}	0,4 ^{A2}	0,05	5,0	20,000	4,000	---
E-01	7.52	8.1	731	0.31	-	0.5	-	<0,010	0.002	0.981	1.53	1.97	40	0.006	<0,050	564	2.39	<0,010	<0,010	<0,028	<0,038	0.023	<0,025	<0,011	0	0	3.00
E-1A	7.58	4.7	759	0.22	-	16.4	<0,003	<0,010	0.005	1.226	2.39	0.69	25	0.001	<0,050	604	2.95	0.015	0.019	<0,028	0.432	1.320	0.033	4.950	0	0	3.50
E-02	7.93	8.0	453	0.34	-	0.9	<0,003	<0,010	0.002	1.716	0.86	0.58	30	0.002	<0,050	336	2.20	<0,010	0.010	<0,028	0.049	<0,013	<0,025	<0,011	42	22	1.50
E-2A	7.62	9.9	882	4.46	-	12.0	0.089	<0,010	0.181	12.557	0.19	1.23	59	0.023	0.136	748	5.87	<0,010	0.435	<0,028	0.483	0.229	0.039	0.370	214	8	3.00
E-2B	7.35	9.8	988	5.45	-	11.8	0.127	0.050	0.271	16.745	4.30	1.66	49	0.008	0.306	842	10.10	<0,010	0.453	<0,028	1.100	0.364	0.072	0.423	176	0	4.30
E-2C	7.44	11.6	895	2.75	-	22.7	0.097	<0,010	0.181	7.934	3.34	1.09	70	0.086	0.213	844	5.60	<0,010	0.361	<0,028	2.730	0.391	0.170	0.535	98	8	32.50
E-03	7.67	11.6	929	0.25	-	11.2	-	<0,010	0.008	1.594	1.43	1.49	37	0.007	0.146	178	3.10	<0,010	<0,010	<0,028	0.462	0.040	<0,025	<0,011	8	0	3.10
E-04	7.52	11.9	415	2.46	-	5.9	-	0.016	0.227	7.654	3.54	1.10	36	0.009	<0,050	784	4.55	<0,010	0.203	<0,028	0.647	0.026	0.036	0.230	248	192	4.55
E-4A	7.63	12.6	226	0.85	-	12.2	-	<0,010	0.074	3.047	0.48	1.36	37	0.007	0.191	346	3.75	<0,010	0.058	<0,028	0.636	0.101	<0,025	0.051	84	62	3.75
E-05	7.81	16.6	828	0.42	-	6.5	-	<0,010	0.037	1.716	21.88	0.61	39	0.022	0.332	643	2.79	<0,010	0.038	<0,028	0.302	0.116	0.037	0.430	66	52	2.69
E-06	8.15	15.9	679	2.55	-	0.8	-	0.744	0.614	6.778	21.50	1.41	19	0.009	<0,050	558	6.70	<0,010	0.010	<0,028	0.055	0.083	<0,025	0.042	12	12	6.79
E-6A	7.96	18.8	811	0.45	-	6.9	-	0.014	0.041	1.699	23.41	0.60	29	0.022	<0,050	682	4.26	<0,010	0.042	<0,028	0.323	0.113	<0,025	0.425	132	32	4.26
E-6B	7.95	17.0	817	0.44	-	6.2	0.008	<0,010	0.039	1.629	23.60	0.56	32	0.024	0.120	664	3.14	<0,010	0.037	<0,028	0.270	0.111	<0,025	0.397	72	28	3.14
E-07	7.63	11.9	287	0.32	-	1.8	-	<0,010	0.005	1.664	2.96	0.71	31	0.013	<0,050	218	2.05	<0,010	0.050	<0,028	0.320	0.101	<0,025	0.319	0	0	2.05
E-08	7.90	17.0	796	0.41	-	5.3	0.008	0.012	0.037	1.559	21.31	0.50	16	0.025	0.062	634	3.16	<0,010	0.039	<0,028	0.310	0.104	<0,025	0.391	7900	3300	3.16
E-09	7.47	15.2	735	0.57	-	2.8	-	<0,010	0.006	2.452	31.72	0.41	37	0.021	0.152	614	2.27	0.011	0.063	<0,028	0.419	0.221	0.035	1.010	-	-	2.27
E-10	8.34	21.3	761	1.57	-	0.6	-	0.066	0.039	6.708	39.08	0.62	32	0.015	<0,050	604	3.31	<0,010	<0,010	<0,028	0.053	<0,013	0.033	0.028	-	-	3.31
E-11	8.07	22.8	862	0.06	-	0.3	<0,003	0.052	0.032	6.830	35.74	0.65	35	0.008	<0,050	704	2.22	<0,010	<0,010	<0,028	<0,038	<0,013	0.030	0.018	49000	23000	2.22
E-13	7.86	20.1	581	1.56	-	0.4	<0,003	0.037	0.010	3.450	15.10	0.81	42	0.012	<0,050	446	2.63	<0,010	<0,010	<0,028	<0,038	0.014	0.029	0.056	23000	23000	2.63
E-14	7.47	21.5	677	1.34	-	0.7	-	0.217	0.113	26.271	22.26	1.20	30	0.012	<0,050	518	8.26	<0,010	<0,010	<0,028	0.050	0.017	0.031	0.050	350000	240000	8.26
E-15	7.82	16.8	539	1.90	-	0.9	<0,003	0.026	0.032	2.977	14.14	1.08	42	0.016	0.113	416	2.50	<0,010	0.023	<0,028	0.143	0.052	0.033	0.193	33000	23000	2.50
E-16	7.46	18.6	570	0.61	-	2.8	-	1.059	0.267	4.063	15.86	1.57	23	0.018	<0,050	432	4.30	<0,010	0.014	<0,028	0.138	0.038	0.026	0.098	170000	49000	4.31
E-17	7.41	25.6	1835	1.40	-	112.0	<0,003	6.680	0.669	42.681	22.36	7.81	256	0.011	7.261	1436	25.60	<0,010	0.332	0.127	13.460	0.476	0.075	0.263	23000	23000	25.60
E-18	7.39	18.8	607	13.03	-	2.8	-	0.459	0.313	5.797	20.64	1.75	47	0.019	0.355	468	4.70	<0,010	0.023	<0,028	0.588	0.048	0.037	0.103	33000	23000	4.69
E-24	7.45	19.5	595	1.81	-	2.4	-	0.456	0.163	5.289	19.30	1.43	48	0.018	0.236	472	3.48	<0,010	0.018	<0,028	0.400	0.050	0.038	0.098	33000	23000	65.00
E-25	7.39	19.7	592	1.51	-	1.1	-	0.431	0.330	5.140	43.09	1.45	56	0.034	0.207	452	3.16	<0,010	0.016	<0,028	0.453	0.052	0.043	0.132	79000	33000	155.50

<	No detectados a valores menores
□	No supera valor límite de la R. J. N° 0291-2009-ANA
□	Supera el valor límite de la R. J. N° 0291-2009-ANA
□	A2 Categoría 1 "Poblacional y Recreacional" Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional - ECAs

Toma de muestras y análisis: DIGESA - SEDAPAL 11 y 12 - 11-2009
Informe de Ensayo: N° 962, Expediente N° 34954-2009-DI del 28-12-09
Toma de muestras y análisis: SEDAPAL 11 y 12 - 11-2009
Remisión Informe Técnico Mensual: Carta N° 615-2009-GPDP, Exp. N° 34068-2009-DV del 15-12-09.

LEYENDA

OD : Oxígeno disuelto
 DBO : Demanda bioquímica de oxígeno
 DQO : Demanda química de oxígeno
 COT : Carbono orgánico total
 Bacter. Het : Bacterias heterotróficas
 C term : Coliformes termotolerantes
 Org VL : Organismos de vida libre

Registrado por: AMHL 27-01-2010
 DIGESA

Est. Descripción
 E-01: Río Rimac, bocatoma laguna Ticticocha, Carretera Central km 127
 E-01A: Río Rimac, 100 m aguas abajo de quebrada de effluente Volcan
 E-02: Río Chinchán, puente Ferrocarril, Carretera Central Km 119,5
 E-02A: Río Rimac, después del vertimiento de la Minera Los Quenuales
 E-02B: Río Rimac, después del vertimiento de la Compañía Minera Casapalca
 E-02C: Río Rimac, 150 m aguas abajo de la minera Perubar - Rosaura
 E-03: Río Blanco, estación meteorológica SENAMHI
 E-04: Río Rimac, puente Anchi II, Carretera Central km 100, San Mateo
 E-04A: Río Rimac, antes de la confluencia con el río Blanco
 E-05: Río Rimac, puente Pite, Carretera Central km 95, San Mateo
 E-06: Río Rimac, puente Tamboraque III, Carretera Central km 90,6
 E-6A: Río Rimac, Central Hidroeléctrica Huanchor
 E-6B: Río Rimac, 100 m aguas abajo del vertimiento de la Compañía Minera San Juan

E-07: Río Aruri, antes de la confluencia con el río Rimac
 E-08: Río Rimac, bocatoma ex Pablo Bonner Carretera Central km 89
 E-09: Río Rimac, puente Tambo de Viso, Carretera Central km 83,5
 E-10: Río Rimac, puente Surco, Carretera Central km 66
 E-11: Río Rimac, puente Ricardo Palma, Carretera Central km 38
 E-13: Río Santa Eulalia, puente antes de la unión con el río Rimac
 E-14: Río Rimac, puente La Trinchera - Moyopampa, Carretera Central km 35
 E-15: Río Rimac, puente Morón, Carretera Central km 23
 E-16: Río Rimac, puente Huachipa, Carretera Central km 9,5
 E-17: Río Huaycoloro, antes de la unión con el río Rimac
 E-18: Río Rimac, Mirador N° 1 Las Palmeras
 E-24: Bocatoma 1 - La Atarjea
 E-25: Bocatoma 2 - La Atarjea.



MINISTERIO
DE SALUD
DIGESA

VIGILANCIA DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS - Registro de Datos

FORMATO
DEPA - RH - 10

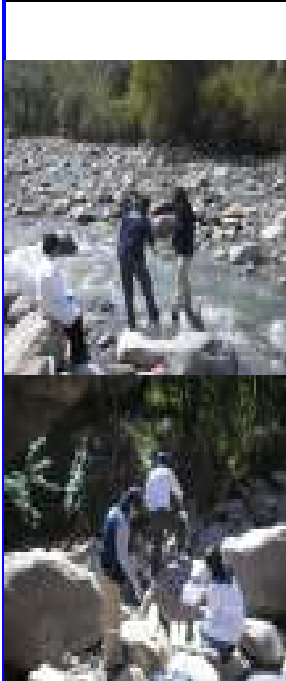
Origen	Laguna Ticticocha
Ubicación	Dpto. Lima
Longitud	131,5 Km
Desembocadura	Océano Pacífico

RIO RIMAC Y TRIBUTARIOS

Clase II

CALIDAD SANITARIA

Caudal máximo	37.5 m³/s
Caudal mínimo	23.8 m³/s
Caudal	29.5 m³/s
Tributarios	Santa Eulalia, Blanco, Aruri, Chinchán, Huaycoloro.



EVALUACIÓN SANITARIA - 16 y 17 DICIEMBRE 2009																											
Parámetro	pH	T °C	C. E. µS/cm	Ni tot. mg/l	A v G mg/l	Turb. mg/l	CMWDW mg/l	Fosfato mg/l	Nitrato mg/l	Nitrato mg/l	Cloruro mg/l	COT mg/l	DOO mg/l	As mg/l	Al mg/l	SFS mg/l	DBO mg/l	Cd mg/l	Cu mg/l	Cr mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Pb mg/l	Zn mg/l	C tot. NMP/ml	C term. NMP/ml	Nemátodo VL / L
R.J. N° 0291-2009-ANA - Clase II	---	---	---	---	1,5	---	0,08	---	1,0	10,0	---	---	20	0,10	0,2	---	5,0	0,01	1,0	0,05	1,0 ^{A2}	0,4 ^{A2}	0,05	5,0	20000	4000	---
E-01	7.42	10.5	626	0.22	-	0.9	-	<0,010	0.001	1.321	1.91	1.88	29	0.006	<0,002	542	0.46	<0,010	<0,010	<0,028	<0,038	0.039	<0,025	<0,011	6	6	3.50
E-1A	6.58	8.1	1.107	0.65	1.80	160.0	<0,003	0.010	0.002	5.706	1.15	0.90	46	0.615	1.022	1232	0.47	0.091	1.250	<0,028	17.690	36.450	0.371	25.010	0	0	3.50
E-02	7.53	8.2	306	0.43	<1,8	1.9	<0,003	0.030	0.006	2.706	1.82	1.85	12	0.002	0.002	230	0.28	<0,010	<0,010	<0,028	0.207	0.030	<0,025	0.013	232	238	1.50
E-2A	6.52	8.6	500	1.35	<1,8	17.4	0.0189	0.011	0.065	4.944	0.29	1.50	14	0.012	0.187	398	0.83	<0,010	0.253	<0,028	0.712	0.734	0.032	1.470	116	32	1.00
E-2B	7.25	10.6	602	2.65	1.80	18.1	0.0256	0.023	0.080	7.307	1.15	1.96	4	0.016	0.166	496	1.97	<0,010	0.254	<0,028	0.543	0.615	0.033	1.250	360	280	2.50
E-2C	7.15	10.7	549	1.26	<1,8	16.8	-	<0,010	0.058	4.098	1.62	1.24	7	0.010	0.084	436	2.57	<0,010	0.109	<0,028	0.460	0.376	<0,025	0.731	220	220	2.00
E-03	7.47	10.9	214	0.26	-	6.0	<0,003	<0,010	0.003	1.317	2.96	1.28	19	0.002	<0,002	152	1.98	<0,010	<0,010	<0,028	0.222	0.027	<0,025	0.015	160	80	1.50
E-04	7.32	11.6	559	1.19	-	11.2	-	<0,010	0.061	4.203	1.43	1.23	12	0.011	0.070	450	1.35	<0,010	0.098	<0,028	0.701	0.348	<0,025	0.638	1400	80	2.00
E-4A	7.23	11.4	391	0.69	-	9.0	-	0.012	0.033	2.624	2.29	1.12	18	0.006	0.030	308	1.97	<0,010	0.048	<0,028	0.385	0.200	<0,025	0.281	1220	840	3.00
E-05	7.15	15.6	704	0.80	-	5.5	-	0.055	0.017	1.455	20.64	0.89	7	0.026	0.051	533	1.64	<0,010	0.088	<0,028	0.329	0.162	0.031	1.040	300	805	54.00
E-06	8.02	18.2	675	0.68	-	8.7	-	0.064	0.021	1.557	18.73	0.72	19	0.025	0.046	534	0.80	<0,010	0.080	<0,028	0.399	0.168	<0,025	0.962	2400	1600	48.00
E-6A	7.35	18.2	693	3.62	-	6.2	-	0.073	0.021	1.499	19.49	0.82	7	0.024	0.054	540	0.54	<0,010	0.083	<0,028	0.363	0.176	<0,025	1.030	140	140	42.50
E-6B	7.45	17.4	698	0.46	<1,8	6.4	<0,003	0.059	0.017	1.447	20.64	0.59	4	0.020	0.059	534	0.13	<0,010	0.079	<0,028	0.360	0.159	<0,025	1.010	220	180	21.50
E-07	7.23	16.5	176.5	0.40	-	3.8	-	0.038	0.005	2.084	1.62	1.66	25	0.008	0.046	144	0.36	<0,010	0.067	<0,028	0.630	0.137	<0,025	0.677	0	0	16.00
E-08	7.12	18.1	579	0.41	<1,8	7.3	<0,003	0.081	0.012	1.392	16.63	0.69	4	0.021	0.05	460	0.12	<0,010	0.074	<0,028	0.372	0.156	<0,025	0.864	920	610	16.00
E-09	7.25	19.2	571	0.94	-	12.4	-	0.039	0.007	2.886	20.26	1.24	23	0.032	0.044	452	0.28	<0,010	0.099	<0,028	1.120	0.402	0.356	1.390	11	18	21.50
E-10	7.35	21.3	618	1.46	-	1.5	-	0.082	0.029	4.991	26.95	1.09	15	0.018	<0,002	462	0.18	<0,010	0.014	<0,028	0.116	0.031	<0,025	0.124	18	19	2.00
E-11	7.12	20.9	639	0.80	<1,8	13.5	<0,003	0.011	0.026	3.951	21.21	0.61	21	0.009	0.009	490	0.79	<0,010	0.430	<0,028	0.551	0.072	<0,025	0.439	1800	18900	37.50
E-13	7.45	19.6	478	0.47	<1,8	4.7	<0,003	<0,010	0.009	2.832	11.66	1.23	18	0.011	0.024	350	0.88	<0,010	0.031	<0,028	0.278	0.055	<0,025	0.327	17000	17000	37.50
E-14	7.49	21.3	276	0.76	-	7.8	-	0.055	0.017	3.734	17.29	1.88	9	0.012	0.016	423	0.38	<0,010	0.035	<0,028	0.445	0.064	<0,025	0.368	33000	33000	42.50
E-15	7.43	20.1	509	0.68	<1,8	7.3	<0,003	0.062	0.034	3.005	14.05	1.20	23	0.017	0.019	378	0.27	<0,010	0.039	<0,028	0.404	0.066	<0,025	0.414	27000	27000	54.00
E-16	7.26	26.7	518	1.69	-	10.1	-	0.318	0.229	3.916	17.10	1.52	16	0.015	0.015	432	3.27	<0,010	0.031	<0,028	0.398	0.063	<0,025	0.307	22000	22000	27.00
E-17	8.03	28.7	876	8.79	5.30	50.4	<0,003	6.210	0.384	22.724	195.59	12.00	131	0.012	0.027	1320	33.90	<0,010	0.040	0.217	1.740	0.291	0.049	0.210	1600000	1600000	298.00
E-18	8.22	30.7	690	7.99	-	12.7	-	3.270	2.750	32.187	192.53	8.40	65	0.019	0.005	996	14.05	<0,010	0.012	0.034	0.663	0.141	<0,025	0.091	920000	920000	1043.00
E-24	8.34	25.0	529	1.23	-	9.5	-	0.253	0.371	4.209	16.34	1.38	30	0.017	0.014	408	1.78	<0,010	0.026	<0,028	0.411	0.053	<0,025	0.291	240000	49000	59.90
E-25	8.36	25.7	634	2.11	-	5.2	-	0.600	0.618	7.368	29.91	2.21	49	0.024	0.012	448	1.56	<0,010	0.024	<0,028	0.278	0.057	<0,025	0.222	23000	23000	47.50

<	No detectados a valores menores
□	No supera valor límite de la R. J. N° 0291-2009-ANA
□	Supera el valor límite de la R. J. N° 0291-2009-ANA
□	A ² Categoría 1 "Poblacional y Recreacional" Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional - ECAs

Toma de muestras y análisis: DIGESA - SEDAPAL 16 y 17 - 12-2009
Informe de Ensayo: N° 1077, Expediente N° 3455-2010-DI del 03-02-10
Toma de muestras y análisis: SEDAPAL 16 y 17 - 12-2009
Remisión Informe Técnico Mensual: Carta N° 008-2010-GPDP, Exp. N° 620-2010-DV del 11-01-10.

LEYENDA

OD : Oxígeno disuelto
 DBO : Demanda bioquímica de oxígeno
 DQO : Demanda química de oxígeno
 COT : Carbono orgánico total
 Bacter. Het : Bacterias heterotróficas
 C term : Coliformes termotolerantes
 Org VL : Organismos de vida libre

Registrado por: LMBG 03-02-2010
 DIGESA

Est. Descripción
 E-01: Río Rimac, bocatoma laguna Ticticocha, Carretera Central km 127
 E-01A: Río Rimac, 100 m aguas abajo de quebrada de efluente Volcan
 E-02: Río Chinchán, puente Ferrocarril, Carretera Central Km 119,5
 E-02A: Río Rimac, después del vertimiento de la Minera Los Quenuales
 E-02B: Río Rimac, después del vertimiento de la Compañía Minera Casapalca
 E-02C: Río Rimac, 150 m aguas abajo de la minera Perubar - Rosaura
 E-03: Río Blanco, estación meteorológica SENAMHI
 E-04: Río Rimac, puente Anchi II, Carretera Central km 100, San Mateo
 E-04A: Río Rimac, antes de la confluencia con el río Blanco
 E-05: Río Rimac, puente Pite, Carretera Central km 95, San Mateo
 E-5A: Río Rimac, Central Hidroeléctrica Huanchor
 E-06: Río Rimac, puente Tamboraque III, Carretera Central km 90,6
 E-6A: Río Rimac, 100 m aguas abajo del vertimiento de la Minera San Juan

E-6B: Río Rimac, 100 m aguas abajo del vertimiento de la Compañía Minera San Juan
 E-07: Río Aruri, antes de la confluencia con el río Rimac
 E-08: Río Rimac, bocatoma ex Pablo Bonner Carretera Central km 89
 E-09: Río Rimac, puente Tambo de Viso, Carretera Central km 83,5
 E-10: Río Rimac, puente Surco, Carretera Central km 66
 E-11: Río Rimac, puente Ricardo Palma, Carretera Central km 38
 E-13: Río Santa Eulalia, puente antes de la unión con el río Rimac
 E-14: Río Rimac, puente La Trinchera - Moyopampa, Carretera Central km 35
 E-15: Río Rimac, puente Morón, Carretera Central km 23
 E-16: Río Rimac, puente Huachipa, Carretera Central km 9,5
 E-17: Río Huaycoloro, antes de la unión con el río Rimac
 E-18: Río Rimac, Mirador N° 1 Las Palmeras
 E-24: Bocatoma 1 - La Atarjea
 E-25: Bocatoma 2 - La Atarjea.