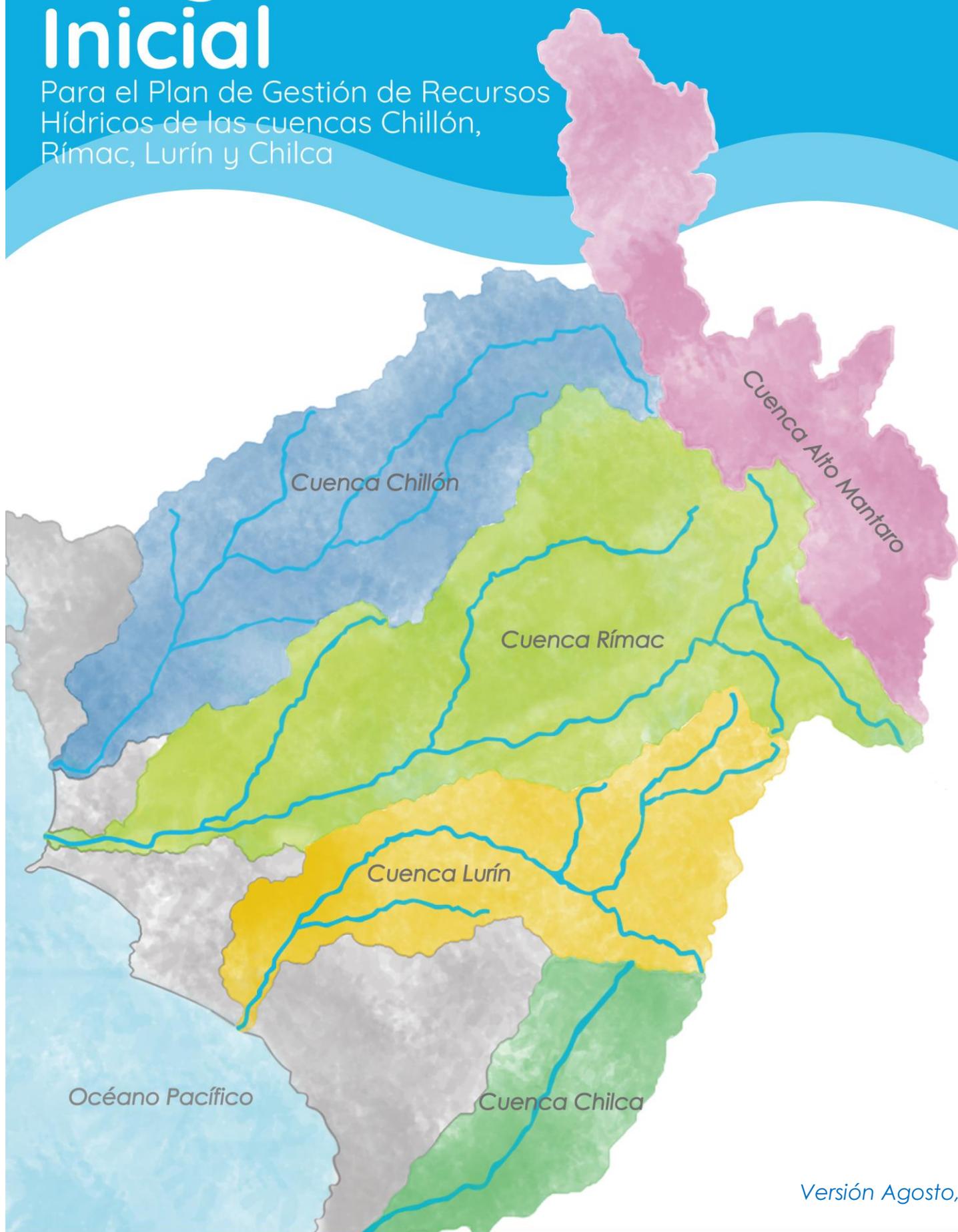


Diagnóstico Inicial

Para el Plan de Gestión de Recursos Hídricos de las cuencas Chillón, Rímac, Lurín y Chilca



Versión Agosto, 2019

Cita sugerida:

Observatorio del Agua Chillón Rímac Lurín. (2019). *Diagnóstico Inicial para el Plan de Gestión de Recursos Hídricos de las cuencas Chillón, Rímac, Lurín y Chilca* (p. 151). Lima, Perú.

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1 GENERALIDADES..... | 2 |
| 1.1 Antecedentes | 2 |
| 1.2 Objetivo..... | 2 |
| 1.3 Ámbito..... | 3 |
| 2 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-BIÓTICA..... | 4 |
| 2.1 Ubicación, extensión y límites..... | 4 |
| 2.2 Características topográficas y fisiográficas..... | 4 |
| 2.2.1 Unidades hidrográficas | |
| 2.2.2 Características topográficas | |
| 2.3 Caracterización Geológica | 7 |
| 2.3.1 Tipos de depósitos y formaciones geológicas | |
| 2.4 Clasificación y uso de suelos..... | 10 |
| 2.4.1 Clasificación de los suelos del soil taxonomy | |
| 2.4.2 Clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor | |
| 2.4.3 Uso actual de suelos | |
| 2.5 Características meteorológicas y climáticas..... | 2 |
| 2.5.1 Red de estaciones meteorológicas | |
| 2.5.2 Principales características meteorológicas | |
| 2.5.3 Características climáticas | |
| 2.6 Caracterización biótica | 5 |
| 2.6.1 Flora | |
| 2.6.2 Fauna | |
| 2.6.3 Zonas de vida | |
| 2.7 Áreas Naturales Protegidas | 30 |
| 3 CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL..... | 31 |
| 3.1 Reseña histórica del desarrollo de las cuencas | 31 |
| 3.2 Demografía y dinámica poblacional | 32 |
| 3.2.1 Población de la cuenca | |
| 3.2.2 Crecimiento poblacional, migración e inmigración | |
| 3.2.3 Pobreza y necesidades básicas | |
| 3.3 Servicios..... | 33 |
| 3.3.1 Salud | |
| 3.3.2 Educación | |
| 3.3.3 Saneamiento básico | |
| 3.3.4 Electrificación | |
| 3.3.5 Comunicación | |
| 3.4 Aspectos económicos..... | 34 |
| 3.4.1 Actividades económicas principales y producción | |
| 3.4.2 Minería | |
| 3.4.3 Agricultura | |
| 3.4.4 Energía | |
| 3.4.5 Población económicamente activa (PEA) | |
| 3.4.6 Los conflictos sociales en la cuenca | |
| 3.5 Ordenamiento territorial en la cuenca y su análisis | 36 |
| 4 RECURSOS HÍDRICOS | 38 |
| 4.1 Recursos atmosféricos – precipitación..... | 38 |
| 4.2 Índice de Precipitación Estandarizado (SPI) | 39 |
| 4.3 Aguas superficiales | 40 |
| 4.3.1 Escorrentía | |
| 4.3.2 Almacenamiento | |
| 4.4 Aguas subterráneas..... | 42 |
| 4.4.1 Las aguas subterráneas, potencial y variación | |
| 4.4.2 Características de la explotación de las aguas subterráneas | |
| 4.4.3 Disponibilidad total | |
| 4.5 Calidad de las aguas | 43 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 4.5.1 | <i>Fuentes contaminantes</i> | |
| 4.5.2 | <i>Calidad de las aguas superficiales</i> | |
| 4.5.3 | <i>Calidad de las aguas subterráneas</i> | |
| 5 | RIESGOS DE DESASTRES POR PELIGROS NATURALES Y CAMBIO CLIMÁTICO | 48 |
| 5.1 | Peligros naturales | 48 |
| 5.2 | Cambio climático y eventos extremos | 51 |
| 5.2.1 | <i>Tendencias climáticas e impactos a la disponibilidad hídrica</i> | |
| 5.2.2 | <i>Impacto de eventos extremos</i> | |
| 6 | CONSERVACIÓN E INFRAESTRUCTURA NATURAL | 53 |
| 6.1 | Conceptos y normativa | 53 |
| 6.2 | Proyectos de Infraestructura Natural en el ámbito del Consejo | 54 |
| 6.2.1 | <i>Avances en Proyectos de IN</i> | |
| 6.2.2 | <i>Potenciales intervenciones en IN</i> | |
| 6.2.3 | <i>Susceptibilidad de la IN según cuenca</i> | |
| 7 | INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA | 57 |
| 7.1 | Infraestructura hidráulica mayor | 57 |
| 7.1.1 | <i>Infraestructura de captación y almacenamiento</i> | |
| 7.2 | Infraestructura hidráulica que abastece la demanda agrícola | 59 |
| 7.2.1 | <i>Infraestructura de distribución y entrega</i> | |
| 7.3 | Infraestructura hidráulica que abastece la demanda poblacional | 59 |
| 7.4 | Infraestructura hidráulica que abastece la demanda hidroenergética | 60 |
| 7.5 | Infraestructura para uso minero | 61 |
| 7.6 | Infraestructura hidráulica para uso industrial | 61 |
| 7.7 | Operación y mantenimiento | 61 |
| 7.7.1 | <i>Métodos y técnicas de la operación y mantenimiento</i> | |
| 7.7.2 | <i>Costos de operación y mantenimiento</i> | |
| 7.7.3 | <i>Dificultades y limitaciones de la operación y mantenimiento</i> | |
| 7.7.4 | <i>Potenciales Proyectos</i> | |
| 8 | USOS Y DEMANDA DEL AGUA | 64 |
| 8.1 | Usos y demanda según la fuente | 64 |
| 8.1.1 | <i>Uso de agua superficial</i> | |
| 8.1.2 | <i>Uso de agua subterránea</i> | |
| 8.2 | Uso y demanda según tipo de uso | 66 |
| 8.2.1 | <i>Demanda uso poblacional</i> | |
| 8.2.2 | <i>Demanda uso industrial</i> | |
| 8.2.3 | <i>Demanda uso agrario</i> | |
| 8.2.4 | <i>Demanda para uso recreativo</i> | |
| 8.2.5 | <i>Demanda uso energético</i> | |
| 9 | BALANCE HÍDRICO | 70 |
| 9.1 | Balance hídrico natural de las cuencas | 70 |
| 9.1.1 | <i>Modelo WEAP</i> | |
| 9.1.2 | <i>Flujo anual de entrada y salida</i> | |
| 9.1.3 | <i>Flujo mensual de entradas y salidas</i> | |
| 9.2 | Balance de oferta y demanda | 74 |
| 9.2.1 | <i>Oferta hídrica</i> | |
| 9.2.2 | <i>Demanda hídrica</i> | |
| 9.2.3 | <i>Balance oferta-demanda</i> | |
| 10 | ORGANIZACIÓN PARA LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS | 81 |
| 10.1 | Marco Normativo | 81 |
| 10.2 | Institucionalidad | 83 |
| 10.2.1 | <i>Entidades públicas</i> | |
| 10.2.2 | <i>Entidades privadas</i> | |
| 10.2.3 | <i>Interrelaciones institucionales</i> | |
| 10.3 | Organización administrativa y funcional | 87 |

| | |
|--|------------|
| 11 ASPECTOS FINANCIEROS | 89 |
| 11.1 Retribuciones económicas y tarifas | 89 |
| 11.1.1 <i>Retribuciones por el uso del agua</i> | |
| 11.1.2 <i>Tarifas por el uso del agua</i> | |
| 11.1.3 <i>Tarifas por servicio de saneamiento</i> | |
| 11.2 Mecanismos de financiamiento..... | 90 |
| 11.2.1 <i>Inversión Pública</i> | |
| 11.2.2 <i>Inversión privada</i> | |
| 11.2.3 <i>Asociación público-privada</i> | |
| 11.3 Funciones financieras de los actores implicados en la GIRH | 91 |
| 11.4 Descripción de los costos asociados al ciclo del agua | 93 |
| 12 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS Y CONFLICTOS (“diagnosis”)..... | 94 |
| 12.1 Gestión de la cantidad | 94 |
| 12.2 Gestión de la Calidad | 95 |
| 12.3 Gestión de la Oportunidad | 95 |
| 12.4 Gestión de la Cultura del Agua | 96 |
| 12.5 Adaptación al cambio climático y eventos extremos..... | 97 |
| 12.6 Análisis global de la problemática en las cuencas del Consejo | 97 |
| 13 POTENCIALIDADES Y OPORTUNIDADES | 100 |
| 13.1 Gestión de la cantidad | 100 |
| 13.2 Gestión de la Calidad | 101 |
| 13.3 Gestión de la Oportunidad | 101 |
| 13.4 Gestión de la Cultura del Agua | 102 |
| 13.5 Adaptación al cambio climático y eventos extremos..... | 102 |
| 14 CONCLUSIONES | 103 |
| 14.1 Generalidades | 103 |
| 14.2 Caracterización físico-biótica | 103 |
| 14.3 Caracterización socioeconómica y cultural | 103 |
| 14.4 Gestión de recursos hídricos..... | 104 |
| 14.5 Riesgos de desastres por peligros naturales y cambio climático | 104 |
| 14.6 Conservación de agua e infraestructura natural | 105 |
| 14.7 Infraestructura Hidráulica | 105 |
| 14.8 Usos y demanda de agua..... | 105 |
| 14.9 Balance Hídrico | 105 |
| 14.10 Organización para la gestión de los recursos hídricos | 105 |
| 14.11 Aspectos financieros..... | 106 |
| 14.12 Identificación de problemas y conflictos | 106 |
| 14.13 Potencialidades y oportunidades..... | 106 |
| 15 RECOMENDACIONES | 107 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 108 |
| ANEXOS..... | 111 |
| <i>Anexo 1. Mapas</i> | |
| <i>Anexo 2. Proyectos de infraestructura natural en cuencas Chillón, Rímac, Lurín y Chilca</i> | |
| <i>Anexo 3. Detalle de los subsectores hidráulicos Chillón, Rímac y Lurín</i> | |
| <i>Anexo 4. Talleres de diagnosis: metodología y resultados</i> | |
| <i>Anexo 5. Distritos que conforman las cuencas de Chillón, Rímac, Lurín y Chilca</i> | |

LISTA DE MAPAS

| | |
|--|----|
| Mapa 1. Ámbito del CRHCI Chillón Rímac Luín | 3 |
| Mapa 2. Ubicación y límites del CRHCI CHIRILU | 4 |
| Mapa 3. Unidades Hidrográficas de la cuenca del río Rímac | 5 |
| Mapa 4. Unidades Hidrográficas de la cuenca del río Chillón | 5 |
| Mapa 5. Unidades Hidrográficas de la cuenca del río Luín | 5 |
| Mapa 6. Unidades Hidrográficas de la cuenca del río Chilca..... | 6 |
| Mapa 7. Zonas fisiográficas en el ámbito de estudio | 6 |
| Mapa 8. Mapa geológico de las cuencas Chillón, Rímac, Luín y Chilca | 7 |
| Mapa 9. Clasificación de suelos..... | 10 |
| Mapa 10. Clasificación de tierras según capacidad de uso mayor | 1 |
| Mapa 11. Ocupación de suelo | 1 |
| Mapa 12. Red de estaciones meteorológicas..... | 2 |
| Mapa 13. Temperatura máxima..... | 3 |
| Mapa 14. Temperatura mínima | 3 |
| Mapa 15. Precipitación..... | 4 |
| Mapa 16. Clasificación climática..... | 5 |
| Mapa 17. Zonas del Vida | 28 |
| Mapa 18. Áreas Naturales Protegidas | 30 |
| Mapa 19. Estaciones representativas de precipitación | 38 |
| Mapa 20. Índice de precipitación estandarizada (SPI) SPI3, año 2017 | 39 |
| Mapa 21. Índice de precipitación estandarizada (SPI) SPI3, año 2018 | 39 |
| Mapa 22. Fuentes de agua superficial..... | 40 |
| Mapa 23. Principales estaciones hidrométricas..... | 40 |
| Mapa 24. Sistema de regulación hídrica | 41 |
| Mapa 25. Acuíferos en las cuencas Chillón Rímac, Luín y Chilca | 42 |
| Mapa 26. Inventario de peligros asociados al agua | 48 |
| Mapa 27. Riesgo de sequía | 50 |
| Mapa 28. Infraestructura natural | 54 |
| Mapa 29. Zonas potenciales para proyectos de infraestructura natural | 55 |
| Mapa 30. PTAR en el ámbito del CRHCI Chillón Rímac Luín..... | 60 |
| Mapa 31. Ubicación de centrales hidroeléctricas | 61 |
| Mapa 32. Volúmenes extraídos (declarados) en los acuíferos Chillón, Rímac, Luín y Chilca (2017) *..... | 65 |
| Mapa 33. Abastecimiento de agua para uso poblacional 2017* por proveedor (hm ³ /año) | 67 |
| Mapa 34. Abastecimiento de agua para uso industrial 2017* por proveedor (hm ³ /año)..... | 67 |
| Mapa 35. Fuentes de agua para riego de áreas verdes públicas | 68 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Ámbito de estudio..... | 4 |
| Tabla 2. Unidades hidrográficas menores establecidas por ANA en el ámbito de la cuenca del río Rímac | 5 |
| Tabla 3. Unidades hidrográficas menores establecidas por ANA en el ámbito de la cuenca del río Chillón | 5 |
| Tabla 4. Unidades hidrográficas menores establecidas por ANA en el ámbito de la cuenca del río Luín | 6 |
| Tabla 5. Unidades hidrográficas menores establecidas por ANA en el ámbito de la cuenca del río Chilca..... | 6 |
| Tabla 6. Descripción de las regiones fisiográficas..... | 7 |
| Tabla 7. Clasificación de suelos según área y porcentaje | 10 |
| Tabla 8. Clasificación de suelos según capacidad de uso mayor | 1 |
| Tabla 9. Valores horas de sol en la cuenca del río Rímac | 2 |
| Tabla 10. Horas de sol de la cuenca del río Chillón | 2 |
| Tabla 11. Humedad relativa promedio anual en el departamento de Lima | 3 |
| Tabla 12. Velocidad media mensual del viento (m/s) – promedio multimensual | 3 |
| Tabla 13. Precipitación Promedio multianual 1981-2017 (mm) | 4 |
| Tabla 14. Algunas especies desaparecidas, amenazadas o en extinción en la zona metropolitana | 5 |
| Tabla 15. Algunas especies desaparecidas, amenazadas o en extinción en la zona metropolitana | 27 |
| Tabla 16. Fauna en cuencas de acuerdo a los ecosistemas | 27 |
| Tabla 17. Superficies de las zonas de vida en el ámbito de estudio..... | 28 |

| | |
|--|----|
| Tabla 18. Indicador de pobreza | 33 |
| Tabla 19. Índice de precipitación estandarizada (SPI) | 39 |
| Tabla 20. Fuentes de agua superficial en el Consejo por cuenca..... | 40 |
| Tabla 21. Fuentes contaminantes en las cuencas Chillón, Rímac y Luín | 43 |
| Tabla 22. Evolución del ICA-PE en época de avenida..... | 44 |
| Tabla 23. Evolución del ICA-PE en época de estiaje | 45 |
| Tabla 24. Evolución del ICA en agua subterránea | 46 |
| Tabla 25. Comportamiento simulado de variables climáticas y disponibilidad de agua para las cuencas Chillón, Rímac, Luín y Alto Mantaro | 51 |
| Tabla 26. Tipos de Servicios Ecosistémicos (SE)..... | 53 |
| Tabla 27. Factores para la implementación de Infraestructura Natural..... | 53 |
| Tabla 28. Normativa Específica para la Implementación de Infraestructura Natural | 53 |
| Tabla 29. Área por tipo de infraestructura natural..... | 55 |
| Tabla 30. Infraestructura natural por cuenca | 55 |
| Tabla 31. Infraestructura de almacenamiento en la cuenca del río Chillón..... | 57 |
| Tabla 32. Infraestructura de almacenamiento en la cuenca del río Rímac..... | 57 |
| Tabla 33. Sistemas regulados en la cuenca del Alto Mantaro que aportan a la cuenca del río Rímac | 57 |
| Tabla 34. Infraestructura hidráulica que abastece la demanda agrícola | 59 |
| Tabla 35. Infraestructura hidráulica (fuentes superficiales) para la demanda poblacional..... | 59 |
| Tabla 36. Infraestructura hidráulica que abastece la demanda hidroenergética | 61 |
| Tabla 37. Colectores primarios proyectados | 63 |
| Tabla 38. Capacidad proyectada de tratamiento de aguas residuales en PTAR de SEDAPAL..... | 63 |
| Tabla 39. Balance hídrico natural en las cuencas Chillón, Rímac, Luín, Chilca y Alto Mantaro (hm ³) | 71 |
| Tabla 40. Balance hídrico natural en la cuenca Chillón (hm ³)..... | 72 |
| Tabla 41. Balance hídrico natural en la cuenca del río Rímac (hm ³) | 72 |
| Tabla 42. Balance hídrico natural en la cuenca del río Luín (hm ³) | 73 |
| Tabla 43. Balance hídrico natural en la cuenca Chilca (hm ³) | 74 |
| Tabla 44. Volumen Medio Mensual (hm ³) - Oferta hídrica en Puente Magdalena (1965-2018)..... | 75 |
| Tabla 45. Volumen regulado medio mensual (hm ³) - Oferta hídrica en Chosica (1965-2018) | 75 |
| Tabla 46. Volumen medio mensual (hm ³) – oferta hídrica en Antapucro (1965-2018) | 76 |
| Tabla 47. Demanda de uso primario utilizado en las cuencas aguas debajo de los puntos de control (hm ³) | 76 |
| Tabla 48. Demanda de uso productivo utilizado en las cuencas aguas abajo de los puntos de control y abastecido por fuente subterránea (hm ³)..... | 77 |
| Tabla 49. Demanda de uso productivo utilizado en las cuencas aguas abajo de los puntos de control y abastecido por fuente superficial (hm ³) | 77 |
| Tabla 50. Balance hídrico en la cuenca Chillón (hm ³) | 77 |
| Tabla 51. Balance hídrico en la cuenca Rímac (hm ³) | 78 |
| Tabla 52. Balance hídrico en la cuenca Luín (hm ³) | 79 |
| Tabla 53. Instituciones públicas y ámbito | 85 |
| Tabla 54. Instituciones privadas y ámbito..... | 86 |
| Tabla 55. Conformación del CRHCI CHIRILU | 87 |
| Tabla 56. Evolución de la retribución económica en soles (S/.) (2014-2017) | 89 |
| Tabla 57. Ejes de política y temáticas priorizadas en la diagnosis | 98 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Precipitación multianual acumulada en las cuencas del Consejo | 4 |
| Figura 2. Evolución de la población de Lima Metropolitana, provincia de Lima y Callao (habitantes)* | 32 |
| Figura 3. Evolución de la población de Lima Metropolitana | 32 |
| Figura 4. Crecimiento demográfico de Lima Metropolitana | 32 |
| Figura 5. Tasa de analfabetismo de la población de 15 y más años (2007–2016) en porcentaje | 34 |
| Figura 6. Principales actividades económicas de Lima Metropolitana (en porcentaje)..... | 34 |
| Figura 7. Precipitación mensual de la cuenca del río Chillón | 38 |
| Figura 8. Precipitación mensual de la cuenca del río Rímac..... | 38 |
| Figura 9. Precipitación mensual de la cuenca del río Luín..... | 38 |
| Figura 10. Precipitación mensual del Alto Mantaro | 38 |

| | |
|--|----|
| Figura 11. Precipitación mensual de la cuenca del río Chilca..... | 38 |
| Figura 12. Precipitación acumulada por cada cuenca | 38 |
| Figura 13. SPI en las cuencas del Consejo Chillón, Rímac y Luín (SPI 3 enero a marzo 2018) | 39 |
| Figura 14. Caudales promedios diarios, mensuales y promedio histórico..... | 40 |
| Figura 15. Acumulación anual de la variación de volúmenes almacenados y descargados (hm ³)..... | 41 |
| Figura 16. SPI3 enero-marzo 1981-2018..... | 50 |
| Figura 17. Comportamiento del almacenamiento en el escenario de tres años con sequías consecutivas | 52 |
| Figura 18. Esquema general del sistema hidráulico en las cuencas Chillón, Rímac, Luín y Chilca..... | 58 |
| Figura 19. Volúmenes de agua superficial asignados en el año 2018 según uso y cuenca..... | 64 |
| Figura 20. Volúmenes totales utilizados de fuente superficial para uso consuntivo (hm ³ /año)..... | 64 |
| Figura 21. Volúmenes de agua subterránea asignados en el año 2018 según cuenca..... | 64 |
| Figura 22. Volumen utilizado de aguas subterráneas (hm ³ /año)..... | 64 |
| Figura 23. Evolución del caudal extraído en el acuífero Chillón-Rímac-Luín 2013-2017* (m ³ /s)..... | 65 |
| Figura 24. Producción anual de agua potable de fuente subterránea del SEDAPAL entre 1955-2017 (hm ³ /año) . | 65 |
| Figura 25. Demanda total de agua según tipo de uso Rímac, Luín y Chilca 2017* (hm ³ /año) | 66 |
| Figura 26. Principales demandas de agua según tipo de uso, por cuenca 2017* (hm ³ /año) | 66 |
| Figura 27. Tipo de fuente de agua para abastecimiento del uso poblacional 2017* (%) | 66 |
| Figura 28. Demanda de agua para uso poblacional según cuenca 2017* (hm ³)..... | 66 |
| Figura 29. Demanda total de agua para uso poblacional (hm ³ /año) | 66 |
| Figura 30. Tipo de fuente de agua para el abastecimiento del uso industrial 2017* (%) | 67 |
| Figura 31. Demanda de agua para uso industrial según cuenca 2017* (%) | 67 |
| Figura 32. Demanda de agua para uso industrial (hm ³ /año) | 67 |
| Figura 33. Fuentes de agua para abastecer al tipo de uso agrario 2017* (%) | 68 |
| Figura 34. Demanda de agua para uso agrario según cuenca (hm ³ /año)..... | 68 |
| Figura 35. Evolución anual de los volúmenes captados en las bocatomas para uso agrario (hm ³ /año) | 68 |
| Figura 36. Fuentes de agua para el riego de áreas verdes públicas en Lima (%)..... | 68 |
| Figura 37. Fuentes de agua según derechos otorgados para uso energético al 2018 (hm ³ /año) | 69 |
| Figura 38. Balance hídrico natural de las cuencas..... | 70 |
| Figura 39. Balance hídrico natural en las cuencas Chillón, Rímac, Luín, Chilca y Alto Mantaro (hm ³) | 71 |
| Figura 40. Volumen infiltrado desde el cauce del río hacia los acuíferos Chillón-Rímac, Luín y Chilca (hm ³) | 71 |
| Figura 41. Balance hídrico natural en la cuenca Chillón..... | 72 |
| Figura 42. Balance hídrico natural en la cuenca del río Rímac | 72 |
| Figura 43. Balance hídrico natural en la cuenca Luín | 73 |
| Figura 44. Balance hídrico natural en la cuenca Chilca | 73 |
| Figura 45. Puntos de control para determinación del balance hídrico | 74 |
| Figura 46. Caudal medio mensual – oferta hídrica en Puente Magdalena (1965 – 2018)..... | 75 |
| Figura 47. Caudal regulado medio mensual – oferta hídrica en Chosica (1965-2018)..... | 75 |
| Figura 48. Caudal naturalizado medio mensual (1965-2018) | 75 |
| Figura 49. Caudal regulado medio mensual – oferta hídrica en Antapucro (1965-2018)..... | 75 |
| Figura 50. Caudal de trasvase Medio Mensual - Oferta hídrica en Milloc (1965-2018)..... | 76 |
| Figura 51. Oferta de agua subterránea (hm ³) | 76 |
| Figura 52. Balance hídrico en la cuenca Chillón | 78 |
| Figura 53. Balance hídrico en la cuenca del río Rímac | 79 |
| Figura 54. Balance hídrico en la cuenca Luín..... | 80 |
| Figura 55. Balance hídrico en la cuenca Chilca..... | 80 |
| Figura 56. Evolución de la retribución económica en soles (2014-2017)..... | 89 |
| Figura 57. Principales problemas percibidos por los actores en las cuencas | 98 |
| Figura 58. Matriz de identificación, valoración de problemas y conflictos de las tres cuencas..... | 99 |

ACRÓNIMOS

| | |
|-----------|---|
| AAA | Autoridad Administrativa del Agua |
| AGRORURAL | Programa de Desarrollo Productivo Agrario y Rural |
| ALA | Administración Local del Agua |
| ANA | Autoridad Nacional del Agua |
| CC | Cambio Climático |
| CCCC | Comunidad Campesina |
| CENEPRED | Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres |
| CRHCI | Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca Interregional Chillón Rímac Luín |
| DCERH | Dirección de Calidad y Evaluación de Recursos Hídricos |
| DCPRH | Dirección de Planificación y Conservación de Recursos Hídricos |
| DESA | Dirección de Salud Ambiental |
| DIRESA | Dirección Regional de Salud |
| DPDRH | Dirección de Planificación y Desarrollo de los Recursos Hídricos |
| DRA | Dirección Regional Agraria |
| DSNIRH | Dirección del Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos |
| ECA | Estándares de Calidad Ambiental |
| EPS | Empresa Prestadora de Servicios |
| FEMA | Fiscalía Especializada en Materia Ambiental |
| GI-CRHCI | Grupo Impulsor del Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca Interregional |
| GIRH | Gestión Integrada de Recursos Hídricos |
| GIZ | Cooperación alemana al desarrollo implementada por la GIZ |
| GOLO | Gobierno Local |
| GORE | Gobierno Regional |
| ICA-PE | Índice de Calidad de Agua |
| IMP | Instituto Metropolitano de Planificación |
| INDECI | Instituto Nacional de Defensa Civil |
| IN | Infraestructura Natural |
| INEI | Instituto Nacional de Estadísticas e Informática |
| INGEMMET | Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico |
| JASS | Junta de Administradores de Servicios de Saneamiento |
| LGA | Ley general del Ambiente |
| LRH | Ley de Recursos Hídricos |
| MEF | Ministerio de Economía y Finanzas |
| MERESE | Mecanismo de Retribución por Servicios Ecosistémicos |
| MINAGRI | Ministerio de Agricultura y Riego |
| MINAM | Ministerio del Ambiente |
| MINEDU | Ministerio de Educación |
| MINEM | Ministerio de Energía y Minas |
| MINSA | Ministerio de Salud |
| MML | Municipalidad Metropolitana de Lima |
| MVCS | Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento |
| O&M | Operación y Mantenimiento |

| | |
|---------|---|
| OEFA | Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental |
| ONG | Organización No Gubernamental |
| ONERN | Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales |
| PCGCC | Plan de Acción en Genero y Cambio Climático |
| PEA | Población Económicamente Activa |
| PENRH | Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos |
| PET | Población en Edad de Trabajar |
| PGRHC | Plan de Gestión de Recursos Hídricos de Cuenca Chillón Rímac Luín |
| PGRLM | Programa de Gobierno Regional de Lima Metropolitana |
| PNA | Política Nacional Agraria |
| PNAM | Política Nacional del Ambiente |
| PNRH | Plan Nacional del Recursos Hídricos |
| PROACC | Proyecto de Adaptación de la Gestión de los Recursos Hídricos en Zonas Urbanas al Cambio Climático con la Participación del Sector Privado. |
| PRODUCE | Ministerio de la Producción |
| PTAP | Planta de Tratamiento de Agua Potable |
| PTAP | Planta de Tratamiento de Aguas Residuales |
| SEDAPAL | Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima |
| SEIA | Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental |
| SENAMI | Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología |
| SERNANP | Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas |
| SIMCAL | Sistema de Monitoreo de Calidad del Agua |
| SH | Sectores Hidráulicos |
| SNGA | Sistema Nacional del Gestión Ambiental |
| SNGRH | Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos |
| SNIRH | Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos |
| SPI | Índice de Precipitación Estandarizado |
| SSH | Sub Sectores Hidráulicos |
| SUNASS | Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento |
| ZEE | Zonificación Ecológica y Económica |

En el marco de los esfuerzos de la Autoridad Nacional del Agua para elaborar el Plan de Gestión de Recursos Hídricos de la cuenca Chillón, Rímac, Luín y Chilca (PGRHC), se presenta este diagnóstico inicial desarrollado de manera concertada con los principales actores de las cuencas, con el apoyo del Observatorio del Agua Chillón Rímac Luín y el Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca Interregional Chillón Rímac Luín.

Este diagnóstico inicial recopila datos e información relevante sobre el ámbito de estudio. Las principales fuentes de información fueron la base de datos que gestiona el Observatorio del Agua, reportes y estadísticas de la Autoridad Nacional del Agua, SEDAPAL, INGEMMET, SENAMHI y otros estudios y proyectos implementados en el ámbito de las cuencas. Así también, se desarrollaron talleres para recoger las percepciones de los actores claves respecto a la problemática actual y futura que enfrenta las cuencas.

El informe se ha estructurado en quince capítulos. El capítulo 1 presenta los antecedentes, objetivos y ámbito del diagnóstico inicial, el cual se circunscribe al ámbito del CRHCI. El capítulo 2 describe las características físicas y bióticas del ámbito del estudio. El capítulo 3 presenta la caracterización socioeconómica basándose en datos demográficos, nivel de acceso a los servicios básicos, aspectos económicos y de ordenamiento territorial. El capítulo 4 consolida información sobre cantidad y calidad de los recursos hídricos disponibles en las cuencas. El capítulo 5 presenta información muy importante sobre peligros naturales y cambio climático. El capítulo 6 presenta los esfuerzos de implementación de infraestructura natural en las cuencas para la conservación de los recursos hídricos. El capítulo 7 describe la infraestructura hidráulica existente y proyectada para garantizar la disponibilidad hídrica que atienda las demandas de agua de los diversos sectores. El capítulo 8 consolida los usos y demandas registradas en todas las cuencas. El capítulo 9 muestra el balance hídrico para el cual se utilizó la herramienta WEAP (*Water Evaluation and Planning System*). El capítulo 10

presenta la organización institucional y los actores que juegan un rol importante en la gestión de los recursos hídricos en las cuencas. El capítulo 11 consolida el marco económico y financiero vigente para lograr la implementación de las acciones del plan. Los capítulos 12 y 13 resumen los resultados de los talleres de trabajo con los actores de las cuencas, sobre la problemática y conflictos que ocurren y las potenciales y oportunidades identificadas en los cinco ejes temáticos de la Política y estrategia Nacional de Recursos Hídricos: gestión de la cantidad, gestión de la calidad, gestión de la oportunidad, gestión de la cultura del agua y adaptación al cambio climático y eventos extremos. Finalmente, los capítulos 14 y 15 presentan las principales conclusiones y recomendaciones realizadas en base al análisis de la información presentada en los capítulos precedentes. Adicionalmente, los mapas insertados en el documento se encuentran en formato A4 para mayor detalle en el anexo 1.

Es importante mencionar que si bien, el ámbito de estudio no incluye la gestión de la cuenca del Alto Mantaro, esta zona ha sido incluida en el análisis de los datos pues ejerce gran influencia principalmente en el régimen hídrico del río Rímac, por las aguas trasvasadas mediante la infraestructura hidráulica para el afianzamiento hídrico.

La Autoridad Nacional del Agua, el Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca Interregional Chillón Rímac Luín y el Observatorio del Agua, con el apoyo de la cooperación alemana a través del proyecto ProACC, ponen a disposición el *Diagnóstico Inicial de las cuencas Chillón, Rímac, Luín y Chilca* como base para la elaboración del Plan de Gestión de Recursos Hídricos de Cuenca. Este documento es el principal insumo para la elaboración del PGRHC. El éxito final de la implementación del Plan requiere su difusión, apropiación y el trabajo articulado de los actores públicos y privados. De esta manera, se contribuye con la gestión de recursos hídricos en las cuencas de estudio.

1 GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

De acuerdo con la Ley N° 29338: Ley de Recursos Hídricos, los principales instrumentos de planificación del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos son:

- Política Nacional Ambiental
- Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos
- Plan Nacional de los Recursos Hídricos
- Planes de Gestión de Recursos Hídricos en Cuencas

El Plan de Gestión de Recursos Hídricos de Cuenca (PGRHC) se define como un instrumento público vinculante, que tiene la finalidad de alcanzar el uso sostenible de los recursos hídricos, el incremento de la disponibilidad para lograr la satisfacción de las demandas de agua en cantidad, calidad y oportunidad, en el corto, mediano y largo plazo; en armonía con el desarrollo nacional, regional y local, articulando y compatibilizando su gestión con las políticas, económicas, sociales y ambientales, tal como lo establece la Ley de Recursos Hídricos, su Reglamento y demás disposiciones complementarias. La conducción, elaboración e implementación del Plan corresponde a la Autoridad Administrativa del Agua con la participación de los integrantes del Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca.

En el año 2016, se crea el Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca Interregional Chillón Rímac Luín (CRHCI CHIRILU) mediante Decreto Supremo N°007-2016-MINAGRI. El Consejo es un órgano de naturaleza permanente, que tiene la finalidad de lograr la participación continua de los diferentes actores en la planificación, coordinación y concertación para el aprovechamiento sostenible del agua, mediante el Plan de Gestión de Recursos Hídricos de la Cuenca (ANA, 2009).

En paralelo, y ante la necesidad de integrar la información existente en el ámbito de las cuencas Chillón, Rímac Luín, la Autoridad Nacional del Agua en colaboración con la cooperación alemana al desarrollo, implementada por la GIZ, lidera la

creación del Observatorio del Agua Chillón Rímac Luín como un grupo técnico del CRHCI CHIRILU. Este Observatorio se conceptualiza como una plataforma de actores públicos y privados que comparten e intercambian datos e información sobre los recursos hídricos generados en el ámbito de las cuencas de los ríos Chillón, Rímac, Luín y Chilca, en el marco del Sistema Nacional de Información de los Recursos Hídricos. La Autoridad Nacional del Agua apoya a la implementación y operación del Observatorio del Agua, principalmente por su importancia institucional, técnica y social.

Este grupo de trabajo nace con el objetivo reducir la brecha de información existente, necesaria para la gestión integral de recursos hídricos en las cuencas del ámbito y para el establecimiento de medidas de adaptación al cambio climático. En este contexto el Observatorio del Agua elaboró el primer Reporte del Estado situacional de los Recursos Hídricos en las cuencas del ámbito de estudio (2016/2017). Esta información es de continua actualización y se comparte a través de los visores web y su página web <http://observatoriochirilu.ana.gob.pe/>, con el apoyo de la Autoridad Nacional del Agua, a través de la Dirección del Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos (DSNIRH).

Este documento es el producto del esfuerzo concertado del CRHCI CHIRILU y el Observatorio del Agua, que además cuenta con el valioso aporte de los principales actores de la cuenca. La información sistematizada, proporcionada por el Observatorio ha sido la fuente de información principal.

En este *Diagnóstico Inicial* se presenta la caracterización de las cuencas y se describen los problemas centrales, así como las potencialidades y oportunidades para el aprovechamiento de recursos hídricos, la mejora de la calidad del agua, el fortalecimiento de la cultura del agua, institucionalidad y gobernanza, así como aspectos referidos al cambio climático, gestión de riesgos, y financiamiento.

1.2 Objetivo

Poner a disposición un documento concertado que sirva de *Diagnóstico Inicial de las cuencas Chillón, Rímac, Luín y Chilca*. Este documento sigue los lineamientos de la Resolución Directoral N° 006-2015-ANA-DCPRH y que además es la base para la elaboración del Plan de Gestión de Recursos Hídricos de Cuenca.

Lograr la apropiación institucional del documento por parte del Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca Interregional Chillón Rímac Luín y la ANA, para su difusión como primer y principal insumo del Plan de Gestión de Recursos Hídricos de Cuenta Interregional Chillón Rímac Luín.



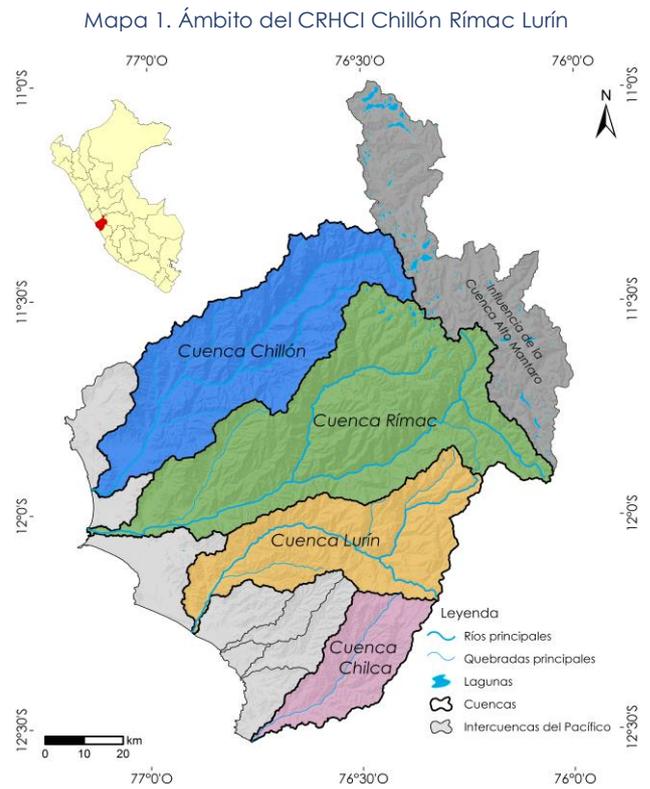
1.3 Ámbito

En el Mapa 1 se muestra el ámbito del Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca Interregional Chillón Rímac Lurín. Son cuatro cuencas principales: Chillón, Rímac, Lurín y Chilca, que tienen un total de 32 subcuencas y siete intercuencas. Cuenta con una superficie total de 9 384,61 km² y niveles altitudinales que van desde los 0 hasta los 5 585 m.s.n.m.

También se ha considerado como área de influencia a parte de la cuenca Alto Mantaro (en color gris en el mapa), por el aporte de agua que realiza al río Rímac, mediante importantes proyectos de afianzamiento hídrico.

El ámbito del Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca Interregional Chillón Rímac Lurín, en el que se desarrolla el presente estudio, es el mismo que el ámbito de la Autoridad Administrativa del Agua Chillón, Rímac y Lurín.

Políticamente, el ámbito del Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca Interregional Chillón, Rímac y Lurín se ubica en el departamento de Lima, abarcando las provincias de Lima, Huarochirí, Canta, Cañete y la Provincia Constitucional del Callao. Son un total de 85 distritos.



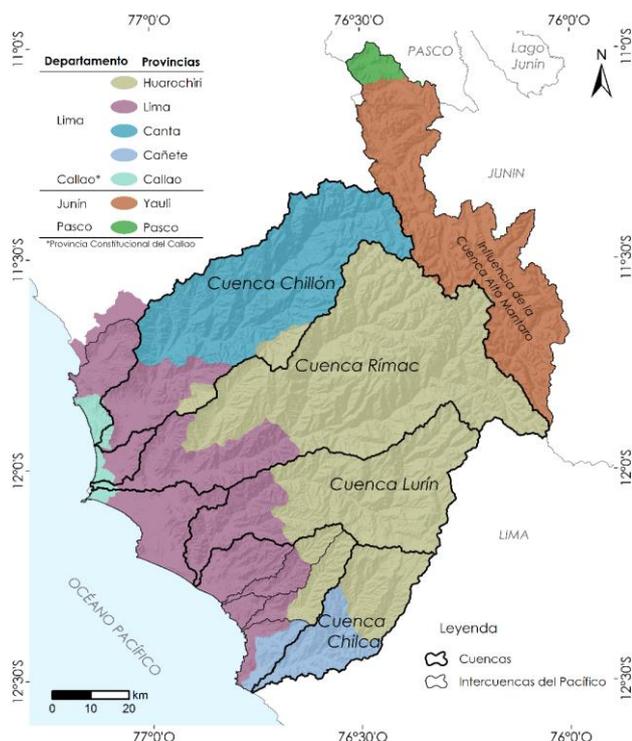
Fuente: Observatorio del Agua (2019)

2 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-BIÓTICA

2.1 Ubicación, extensión y límites

Las cuencas de los ríos Chillón, Rímac, Luín y Chilca se encuentran ubicadas en el centro-oeste del Perú, entre los paralelos 12,3° a 11,0° de latitud sur y 77,2° a 76,0° de longitud oeste, de acuerdo al sistema de coordenadas geográficas WGS 1984 (Mapa 2).

Mapa 2. Ubicación y límites del CRHCI CHIRILU



Fuente: Observatorio del Agua (2018)

La topografía se emplaza desde la costa central del litoral peruano hasta la zona altoandina central, cuyos niveles altitudinales varían desde los 0 hasta los 5 585 m.s.n.m., abarcando un área de 9 384,61 km². Políticamente las cuencas pertenecen al departamento de Lima y abarca las provincias de Huarochirí, Lima, Canta, Cañete y la Provincia Constitucional del Callao, albergando, aproximadamente, a la tercera parte de la población nacional asentada en la provincia de Lima, capital del país (INEI, 2018).

Es importante mencionar que en el presente estudio se incorpora a la parte alta de la cuenca del río Mantaro, principalmente en el capítulo de balance hídrico, debido a su importancia en el incremento de la oferta hídrica hacia la cuenca del río Rímac mediante el sistema de regulación Marcapomacocha (Mapa 2).

En la Tabla 1 se presenta el número de distritos según las provincias del ámbito del CRHCI Chillón Rímac Luín, así como la proyección de su población al año 2017. El detalle de los distritos se encuentra en el Anexo 5.

Tabla 1. Ámbito de estudio

| Departamento | Provincia | Distritos | Población (habitantes) |
|--------------|------------|-----------|------------------------|
| Lima | Huarochirí | 27 | 80 146 |
| | Lima | 43 | 9 174 855 |
| | Canta | 7 | 15 447 |
| | Cañete | 1 | 16 098 |
| Callao | Callao | 7 | 1 042 496 |
| Total | | 85 | 10 329 042 |

Fuente: Proyección de la población 2017 por distritos, según INEI

2.2 Características topográficas y fisiográficas

2.2.1 Unidades hidrográficas

En el ámbito de estudio se identifican cuatro cuencas principales: Chillón, Rímac, Luín y Chilca. Las unidades hidrográficas menores en el ámbito del Consejo han sido delimitadas con el Sistema de Codificación Pfafstetter y validadas mediante un informe técnico del ANA IT 007-2018-ANA-DPDRH-UPRH/HRTG (ver códigos en Mapa 3, Mapa 4, Mapa 5 y Mapa 6).

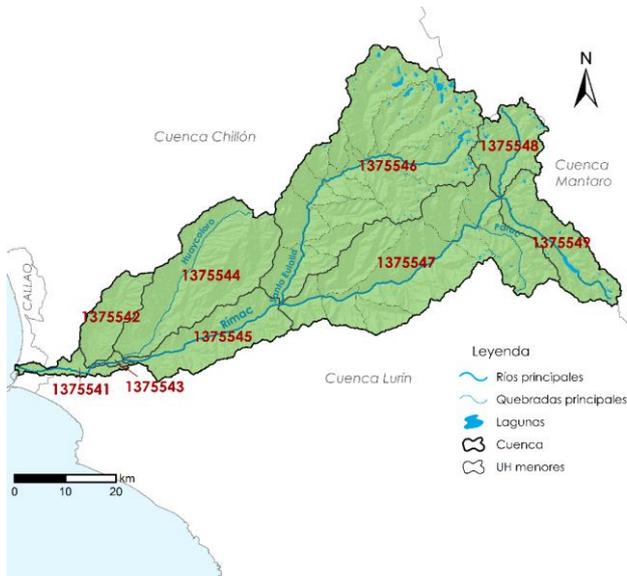
Cuenca del río Rímac

La cuenca del río Rímac se encuentra inscrita entre los paralelos 11°30' y 12°15' de latitud sur, 76° y 77° de longitud oeste. Su área es 3 240,6 km². Se ubica

políticamente en la jurisdicción del departamento de Lima y en menor proporción en el departamento de Junín, enmarcándose en las provincias de Lima, Huarochirí y Yauli, frente a la costa del Perú.

El río principal es el Rímac, que se origina en la vertiente occidental de la Cordillera de los Andes a una altitud máxima de aproximadamente 5 508 m.s.n.m. en el nevado Pacay aproximadamente a 132 km al Noreste de la ciudad de Lima desembocando por el Callao, en el Océano Pacífico. El caudal medio es 30 m³/s. Cuenta con un sistema regulado propio y un trasvase proveniente del Mantaro con un caudal medio de 6,8 m³/s.

Mapa 3. Unidades Hidrográficas de la cuenca del río Rímac



Fuente: Observatorio del Agua (2018)

Tabla 2. Unidades hidrográficas menores establecidas por ANA en el ámbito de la cuenca del río Rímac

| Unidad Hidrográfica | Código Pfafstetter | Superficie – (km ²) |
|---------------------|--------------------|---------------------------------|
| Bajo Rímac | 1375541 | 47,3 |
| Canto Grande | 1375542 | 133,8 |
| Medio Bajo Rímac | 1375543 | 11,4 |
| Jicamarca | 1375544 | 492,4 |
| Medio Rímac | 1375545 | 252,7 |
| Santa Eulalia | 1375546 | 1 077,4 |
| Medio Alto Rímac | 1375547 | 820,1 |
| Alto Rímac | 1375548 | 169,8 |
| Blanco | 1375549 | 235,7 |
| Total | | 3 240,6 |

Fuente: ANA (2018)

Cuenca del río Chillón

La cuenca del río Chillón se encuentra inscrita entre los paralelos 11°15' y 12°00' latitud sur y 76° y 77° de longitud oeste. Su área total es 2 181,5 km².

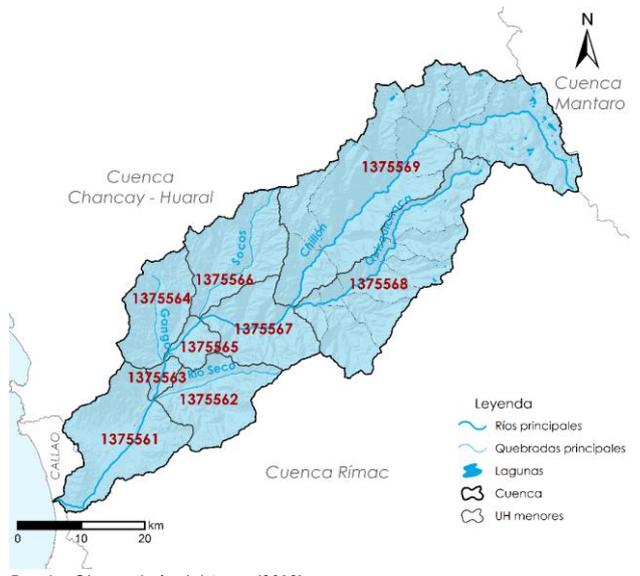
Se ubica en la jurisdicción del departamento de Lima y en la provincia constitucional del Callao (dos distritos), enmarcándose en las provincias de Lima (ocho distritos) y Canta (siete distritos) frente a la costa del Perú.

El río principal es el Chillón, que se origina en las inmediaciones del flanco occidental de la cordillera Viuda recibiendo sus deshielos y desembocando al Océano Pacífico por el Callao.

En la cabecera del río Chillón, encontramos por el norte a las lagunas Aguascocha, Verde Cocha, Chuchón, Torococha, León Cocha; por el sur las lagunas Azulcocha Pucrococha, Vanaula y Aguas cocha.

Ésta cuenca cuenta con nueve unidades hidrográficas menores, cada una con sus respectivos códigos Pfafstetter, mostrados en el Mapa 4 y la Tabla 3.

Mapa 4. Unidades Hidrográficas de la cuenca del río Chillón



Fuente: Observatorio del Agua (2018)

Tabla 3. Unidades hidrográficas menores establecidas por ANA en el ámbito de la cuenca del río Chillón

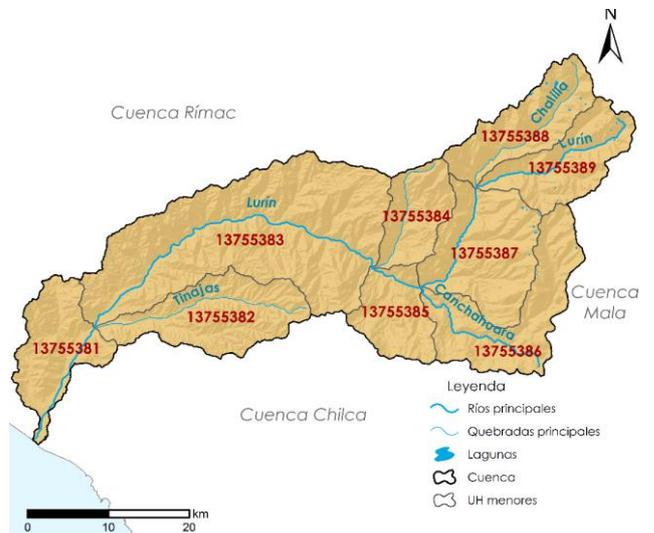
| Unidad Hidrográfica | Código Pfafstetter | Superficie – (km ²) |
|---------------------|--------------------|---------------------------------|
| Bajo Chillón | 1375561 | 255,9 |
| Río Seco | 1375562 | 169,4 |
| Medio bajo Chillón | 1375563 | 22,0 |
| Gangay | 1375564 | 149,3 |
| Medio Chillón | 1375565 | 43,0 |
| Socos | 1375566 | 199,6 |
| Medio Alto Chillón | 1375567 | 166,2 |
| Quisquichaca | 1375568 | 394,9 |
| Alto Chillón | 1375569 | 781,2 |
| Total | | 2 181,5 |

Fuente: ANA (2018)

Cuenca del río Luín

La cuenca del río Luín se encuentra inscrita entre los paralelos 11°45' y 12°15' de latitud sur, 76° y 77° de longitud oeste. Su área es 1 568,5 km². El río principal es el Luín, que se origina en los deshielos del nevado Surococha a una altitud de 5 300 m.s.n.m. Desde éste punto recibe sus aguas y recorre una longitud de 111,24 km hasta desembocar al Océano Pacífico. Su caudal medio es 5,2 m³/s.

Mapa 5. Unidades Hidrográficas de la cuenca del río Luín



Fuente: Observatorio del Agua (2018)

Tabla 4. Unidades hidrográficas menores establecidas por ANA en el ámbito de la cuenca del río Lurín

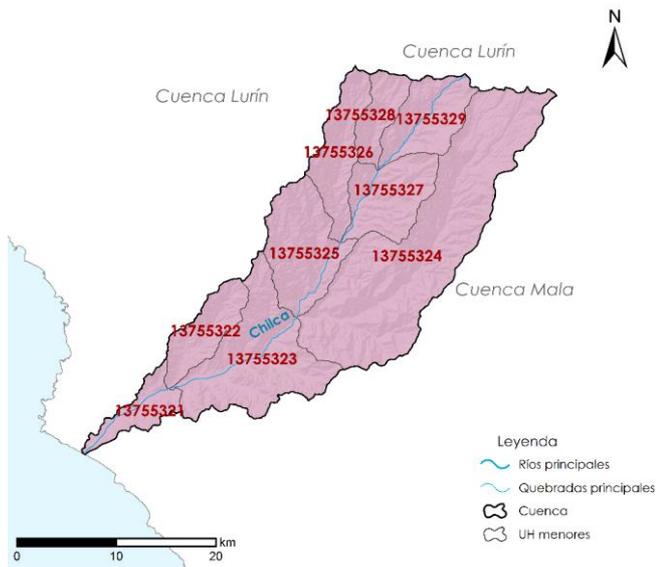
| Unidad Hidrográfica | Código Pfafstetter | Superficie – (km ²) |
|---------------------|--------------------|---------------------------------|
| Bajo Lurín | 13755381 | 126,6 |
| Tinajas | 13755382 | 163,9 |
| Medio Bajo Lurín | 13755383 | 490,6 |
| Chamacna | 13755384 | 88,7 |
| Medio Lurín | 13755385 | 92,1 |
| Canchahuara | 13755386 | 171,9 |
| Medio Alto Lurín | 13755387 | 182,5 |
| Chalilla | 13755388 | 125,5 |
| Taquia | 13755389 | 126,7 |
| Total | | 1 568,5 |

Fuente: ANA (2018)

Cuenca del río Chilca

La cuenca del río Chilca se encuentra inscrita entre los paralelos 12°15' y 12°30' de latitud sur, 76° y 77° de longitud oeste. El río principal es el Chilca, que nace en los contrafuertes andinos, cerca de los 3 300 m.s.n.m., con una extensión de 723,3 km². Tiene dos afluentes que son las quebradas Cucayacu y Encantada. La mayoría de las quebradas son secas, a excepción de la quebrada Calahuaya y sus afluentes, ubicadas en la margen izquierda, que aportan la mayor parte del reducido volumen de escorrentía que se producen en la época de lluvias a la quebrada de Chilca.

Mapa 6. Unidades Hidrográficas de la cuenca del río Chilca



Fuente: Observatorio del Agua (2018)

Tabla 5. Unidades hidrográficas menores establecidas por ANA en el ámbito de la cuenca del río Chilca

| Unidad Hidrográfica | Código Pfafstetter | Superficie – (km ²) |
|---------------------|--------------------|---------------------------------|
| Intercuenca Chilca | 13755321 | 30,0 |
| Cuenca Alpacoto | 13755322 | 41,0 |
| Intercuenca Chilca | 13755323 | 120,6 |
| Cuenca Cucayacu | 13755324 | 257,2 |
| Intercuenca Chilca | 13755325 | 77,7 |
| Cuenca Encantada | 13755326 | 52,3 |
| Intercuenca Chilca | 13755327 | 60,5 |
| Cuenca Huallancha | 13755328 | 29,6 |
| Cuenca Alto Cuculí | 13755329 | 54,3 |
| Total | | 723,3 |

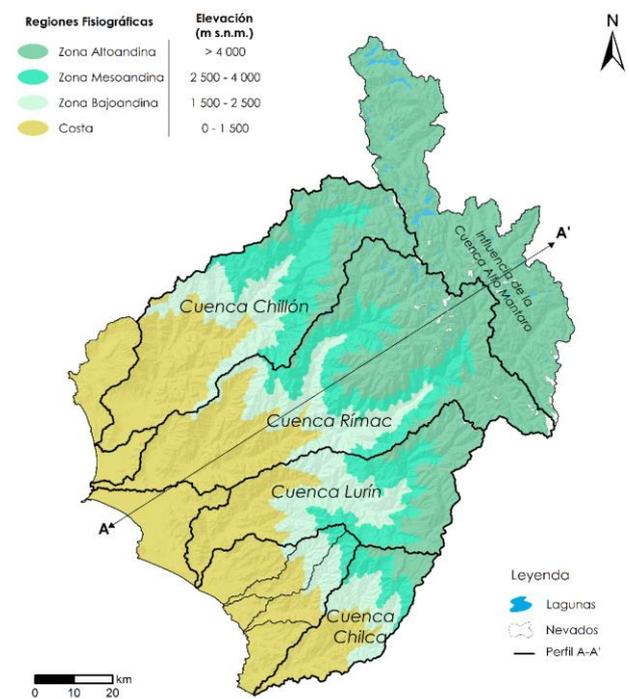
Fuente: ANA (2018)

2.2.2 Características topográficas

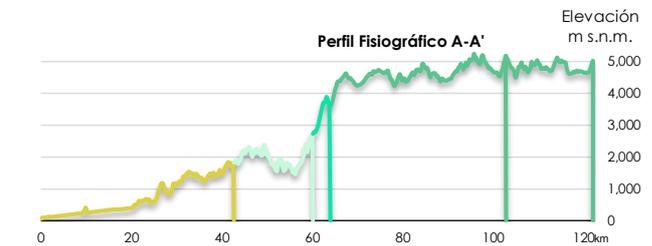
La topografía de las cuencas del Consejo, reflejan la variedad topográfica y los contrastes morfológicos del territorio nacional. Se observa la llanura aluvial relativamente plana, cortada por los ríos Chillón Rímac, Lurín y Chilca y cerros adyacentes con laderas de fuertes pendientes formando los valles.

La topografía se eleva desde la costa hasta los 5 585 m.s.n.m. a lo largo de 120 km de longitud (Mapa 7), por lo que la topografía se presenta accidentada y con pendientes muy empinadas, principalmente desde la cuenca media hasta la cuenca alta, con cauces estrechos y ríos torrentosos no navegables. Las condiciones topográficas de las cuencas muestran que la diferencia de altura en un área unitaria es más de 1 000 m para la mayor parte, lo que lo hace extremadamente escarpada.

Mapa 7. Zonas fisiográficas en el ámbito de estudio



Fuente: Observatorio del Agua (2017)



El litoral es parte del sistema y está formado por los acantilados de la costa verde frente a los distritos de Chorillos, Barranco, Miraflores, San Isidro, Magdalena y San Miguel principalmente. Se identifican también las islas de San Lorenzo, El Frontón, Cavinzas, Palomino y Pachacamác. Además, en base a las altitudes que se registran en el ámbito de las cuencas se han clasificado cuatro zonas fisiográficas: Zona Altoandina (36,3%), Zona Mesoandina (14,8%), Zona Bajoandina (15,6%) y la Costa (33,3%). Estas se describen en la Tabla 6.

Tabla 6. Descripción de las regiones fisiográficas

| Descripción | | Cuencas |
|-----------------|---|---------|
| Zona Altoandina | Predomina la formación fisiográfica Colina y Montaña (33,8%), de vertiente montañosa y colina empinada a escarpada. Seguida de Planicie Disectada y Ondulada (2,2%) y poca formación fisiográfica de tipo Planicie, fondo de valle glaciar (0,4 %). | |
| Zona Mesoandina | Predomina la formación fisiográfica tipo Montaña (14,6%), con vertiente montañosa empinada a escarpada y moderadamente empinada. Seguida de la formación tipo Planicie Ondulada a Disectada (0,3%) con vertiente allanada a disectada. | |

| Descripción | | Cuencas |
|----------------|---|---------|
| Zona Bajandina | Predomina la formación fisiográfica tipo Montaña (15,5%), de vertiente montañosa empinada a escarpada y moderadamente empinada. Finalmente, solo el 0,03% corresponde a la fisiografía tipo Planicie con fondo de valle y llanura aluvial. | |
| Zona Costera | Predomina la formación fisiográfica Colina y Montaña (23,6%), con vertiente montañosa empinada a escarpada, moderadamente empinada y colina. Seguida de la formación tipo Planicie (8,6%) representada por la presencia de valles, llanura y llanura irrigada. Finalmente se tiene la formación tipo Planicie Ondulada a Disectada (1,1%) con llanura ondulada. | |

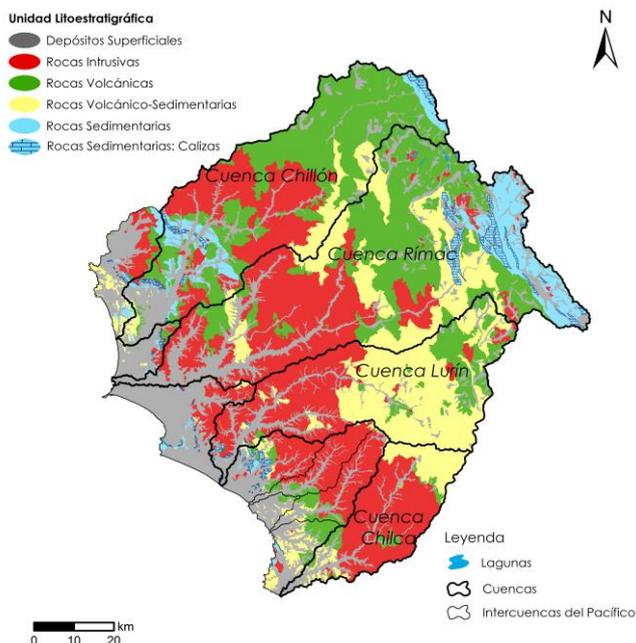
Fuente: Observatorio del Agua (2017)

2.3 Caracterización Geológica

2.3.1 Tipos de depósitos y formaciones geológicas

La descripción de la geología que se presenta a continuación es una recopilación de información secundaria de diversos autores que han usado los levantamientos geológicos a escala 1:100 000 realizado por el INGEMMET. La geología de las cuencas del río Chillón, Rímac, Lurín y Chilca, se localizan en los cuadrángulos Canta (23-j), Ondores (23-k), Chancay (24-i), Chosica (24-j), Matucana (24-k), Lima (25-i), Lurín (25-j), Huarochirí (hoja 25-k) y Mala (hoja 26-j).

Mapa 8. Mapa geológico de las cuencas Chillón, Rímac, Lurín y Chilca



Fuente: GEOCATMIN (2019)

La geología del ámbito de las cuencas Chillón, Rímac, Lurín y Chilca, se caracteriza por la presencia grupos, formaciones y miembros, que constituyen un paquete sedimentario y volcánico que fue intruido por el batolito de la costa (Mapa 8).

Las unidades geológicas que afloran comprenden principalmente rocas sedimentarias, volcánicas e intrusivas de edades entre el Jurásico superior y cuaternario.

El batolito de la costa es una estructura que consta de múltiples arreglos de intrusiones (dikes, sills y plutones) ensamblados en grandes complejos plutónicos. La composición dominante de las intrusiones del batolito de la costa es tonalita y granodiorita (Pitcher, 1974). El Batolito de la Costa cuenta con una longitud estimada de 1 600 km y un ancho de 65 km (Cobbing & Pitcher, 1979). La clasificación y nomenclatura establecida por W. Pitcher definió tres segmentos compuestos por superunidades:

- Segmento Trujillo (desde Chimbote hacia el Norte)
- Segmento Lima (entre Chimbote y el sur de Lima: Qda. Tinajas-Lurín)
- Segmento Arequipa (desde el sur de Lima hasta Arequipa).

En el ámbito de las cuencas principalmente afloran el segmento Lima y Arequipa.

En general, se identifican cinco unidades litológicas que afloran y que son clasificadas según su origen y composición en:

- a. Depósitos superficiales
 - b. Rocas intrusivas (segmento del Batolito de la Costa)
 - c. Rocas volcánicas
 - d. Rocas volcano-sedimentarias
 - e. Rocas sedimentarias
- a. Depósitos superficiales
 - **Depósitos glaciales:** depósitos morrénicos antiguos y recientes que se encuentran en las cabeceras de los valles glaciares, cubriendo el fondo o márgenes de estos.
 - **Depósitos fluvio-glaciares:** depósitos compuestos por materiales glaciares que han sido acarreados fundamentalmente por agua del deshielo.

🌊 Depósitos aluviales: constituido por las acumulaciones de materiales acarreados por la escorrentía superficial, depositados lejos de su lugar de origen. Se incluyen los depósitos fluviales que conforman las terrazas antiguas ubicadas en los márgenes del río.

🌊 Depósitos fluviales: acumulaciones de material que se ubican en el cauce natural de los ríos Chillón, Rímac, Luín y Chilca; y sus principales tributarios.

🌊 Depósitos Eólicos Holocenos: depósitos generados por la acción del viento que redistribuyen arenas finas y limos. En Lima Metropolitana existen algunos ejemplos de este tipo de depósitos. En el distrito de Villa El Salvador se encuentra la paleoduna de Lomo de Corvina cuyas arenas finas son aprovechadas como material de construcción y donde se han instalado numerosos asentamientos humanos. También en los distritos de Ventanilla y Ancón (en el Cono Norte) que ocupan gran parte de los sectores de Pachacútec y Mi Perú. Otro ejemplo es el serpentín de Pasamayo, al norte de Lima.

b. Rocas Intrusivas

La superunidad Santa Rosa (cuerpos tonalíticos, dioríticos y granodioríticos) aflora ocupando gran proporción de las cuencas del río Chillón, Rímac y Luín. Adicionalmente, en la cuenca del río Rímac afloran en menor medida, la superunidad Patap y Paraíso.

En la cuenca del río Chillón aflora también la superunidad Paccho (tonalita gradando a diorita), Patap y Paraíso (tonalita y diorita).

En la cuenca del río Luín, además de la superunidad Santa Rosa, aflora la superunidad Tiabaya (tonalita, diorita); y en menor proporción por la superunidad Atocongo (monzogranito) y la superunidad Patap (gabrodiorita).

En la cuenca del río Chilca aflora principalmente la superunidad Patap (diorita, granodiorita) y Tiabaya (tonalita, granodiorita, diorita).

c. Rocas volcánicas

🌊 Volcánico Milotingo (Mioceno): aflora en la parte alta de las cuencas de los ríos Rímac y Luín. Se desarrolla entre Matucana y Milotingo. Es constituida por una secuencia de andesitas intercaladas con lodolitas y areniscas, brechas tobáceas y lavas porfíricas.

🌊 Volcánico Calipuy (Mioceno-Oligoceno): aflora principalmente en la cuenca alta de río Chillón. Consiste de extensos afloramientos volcánicos (flujos de lava y flujos piroclásticos) de edad Cenozoica. Los depósitos de flujos de lava tienen composiciones andesíticas y andesita basáltica, además de una textura afanítica, microlítica y porfírica. Los depósitos de flujos piroclásticos son de composición andesítica, dacítica y riolítica y una textura vitroclástica y porfírica (Navarro et al., 2010).

🌊 Grupo Colqui (Paleoceno-Eoceno): aflora en la parte alta de las cuencas de los ríos Chillón y Rímac. Compuesta por una secuencia gruesa de

unidades volcánicas con derrames andesíticos grises, porfíricos, alternados con tufos finos redepositados, gris verdoso, tufos lapillíticos pardo blanquecinos, aglomerado volcánico, algunas capas de caliza y arenisca tufácea gris verdosa y violácea.

🌊 Volcánico Quilmaná (Cretácico Superior): aflora principalmente en la cuenca baja del río Chillón y la cuenca baja del río Chilca. Son rocas volcánicas que forman parte del grupo Casma. Está constituido por derrames andesíticos masivos poco estratificados, de textura porfírica, de coloración gris a gris verdosa y en menor proporción doleritas y diabasas.

🌊 Volcánico Yangas (Cretácico Inferior): aflora principalmente en la cuenca baja del río Chillón y Rímac. Consiste de lavas andesíticas masivas, lodolitas, margas silicificadas, chert blanco y oscuro con limolitas endurecidas que se intercalan a diferentes niveles. Los estratos superficiales están constituidos de areniscas de grano fino, silixitas y limolitas tobáceas.

🌊 Formación Arahucay (Jurásico Superior): aflora principalmente en la cuenca alta de río Chillón y Rímac. Compuesto por un nivel inferior de derrames andesíticos, mayormente de textura afanítica y microporfíricos, con estratificación poco definida, pasando una enorme secuencia de fanitas afanítica. La sección intermedia está compuesta por bancos de calizas bituminosas alternados con paquetes de limolitas o lodolitas. La parte superior es compuesta de metavolcánicos en capas moderadas con fanitas oscuras o lodolitas calcáreas negras.

d. Rocas volcano-sedimentarias

🌊 Formación Huarochirí (Mioceno): afloran en la cuenca alta, principalmente de las cuencas de los ríos Rímac, Luín y Chilca; y en menor proporción en la cuenca alta del río Chillón.

Consiste de una secuencia de rocas volcánicas intercalada con rocas sedimentarias de edad Cenozoica. Específicamente son tobas riolíticas o riolíticas alternadas con areniscas y limolita gris verdosa a rojizo. En la base ocurren composiciones andesíticas de color gris violáceo.

🌊 Grupo Rímac (Paleoceno): aflora en la cuenca alta de los ríos Chillón, Rímac, y Luín. Se identifican tres series:

- Serie volcano-sedimentaria, que consiste de lavas y brechas andesíticas de color gris azulado a verdoso, tobas andesíticas y algunas intercalaciones de areniscas.
- Serie volcánico tobácea, compuesto por intercalaciones de unidades predominantemente sedimentario tobáceas, con areniscas limolíticas gris, verdosas a rojizas, además de tobas redepositadas color gris violáceo.
- Serie tobácea, consiste de tobas pardo-grisáceas a blanquecinas, de composición riolítica y dacítica.

🔹 Formación Chilca (Cretácico Inferior): aflora en la cuenca baja del río Rímac y Chilca y en la cuenca media del río Luín. Esta formación forma parte del Grupo Casma y es una secuencia de rocas volcánico-sedimentarias conformada en su parte inferior por calizas y rocas clásticas intercaladas con derrames volcánicos y en su parte superior generalmente por rocas volcánicas.

e. Rocas sedimentarias

🔹 Formación Río Blanco (Eoceno-Oligoceno): aflora principalmente en la cuenca baja del río Rímac. Consiste de calizas margosas de color pardo a amarillento, con intercalaciones de calizas.

🔹 Formación Carlos Francisco (Eoceno-Oligoceno): aflora principalmente en la cuenca baja del río Rímac. Compuesta por rocas muy susceptibles a la erosión, entre ellas, tobas y andesitas intemperizados, con presencia de areniscas y limolitas.

🔹 Formación Casapalca (Cretácico Superior-Paleoceno): aflora principalmente en la cuenca alta del río Rímac. Esta formación está compuesta principalmente de areniscas, limoarcillitas rojas y conglomerados. Comprende dos miembros, inferior Casapalca y el miembro El Carmen.

🔹 Formación Jumasha (Cretácico superior): estos afloramientos representan una proporción muy pequeña de área de la cuenca alta del río Chillón y Rímac. Consiste de calizas grises y gris amarillentas, estratificadas en capas medianas a gruesas. Ha sido mapeada en los núcleos anticlinales fallados del área de Sangrar-Túnel Trasandino-laguna Jupay y en los núcleos de sinclinales del área entre la mina Venturosa y laguna Acococha (INGEMMET, 1983).

🔹 Formación Atocongo (Cretácico Inferior): aflora principalmente en la cuenca baja de los ríos Chillón, Rímac, Luín. Está compuesto por capas delgadas de limolitas gris oscuras que forman paquetes y se

intercalan con calizas gris verdosas a gris oscuras, margas, alterando a limolitas de color rojizo, por la presencia de materiales ferruginosos que se oxidan. La parte superior está compuesta de calizas en bancos masivos, de color gris azulino oscuro, intercaladas con calizas de color gris claro y verdoso, de afanítica.

🔹 Formación Pamplona (Cretácico Inferior): aflora principalmente en la cuenca baja del río Chillón. Compuesto de calizas gris oscuras en la base, en bancos delgados intercalado con limolitas arcillosas de coloraciones abigarradas. Continúas margas que presentan disyunción pizarrosas y también niveles arcillo-limosos mayormente de color rojo amarillento debido al contenido de limolita. En la parte inferior se repiten bancos delgados de calizas gris oscuras, limolitas y algunos niveles de arcillas tobáceas de color blanquecino, en parte rojizo.

🔹 Formación Marcavilca (Cretácico Inferior): aflora en la cuenca baja del río Chillón. Pertenece al grupo Morro Solar. Está compuesto de rocas más competentes y compactas de toda la serie clástica. Consiste de cuarcita gris blanquecina, con cemento silíceo, variando en algunos horizontes a rosado violáceo. El tamaño de grano es de medio a grueso y hasta microconglomerádico. Consta de dos miembros: Marcavilca y la Chira.

🔹 Formación La Herradura (Cretácico Inferior): aflora principalmente al norte de Lima. Pertenece al grupo Morro Solar. Está compuesta de rocas poco competentes, calizas oscuras, limoarcillitas fisibles de textura pizarrosa gris oscuras con areniscas pardas. Consta de dos miembros, La Virgen y La Herradura.

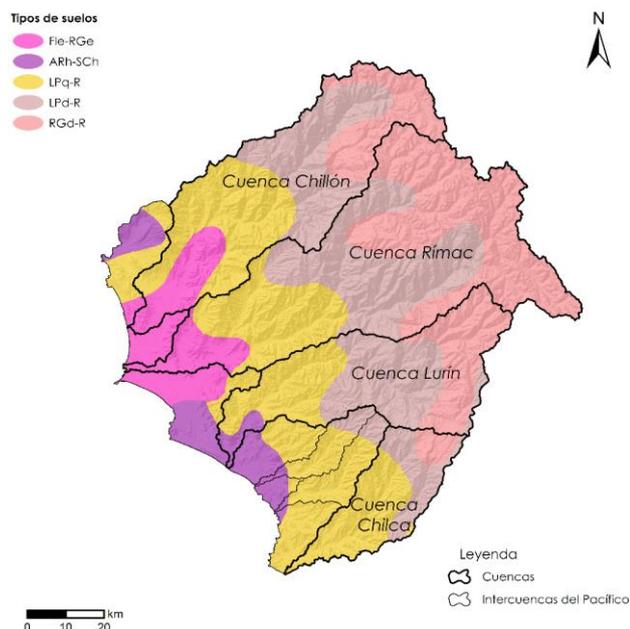
🔹 Grupo Puente Piedra (Jurásico Superior): aflora principalmente en la costa de la ciudad de Lima. Constituido por rocas volcánicas andesíticas, lutitas marinas y areniscas.

2.4 Clasificación y uso de suelos

2.4.1 Clasificación de los suelos del soil taxonomy

La clasificación de suelos se desarrolló de acuerdo al Mapa de Suelos del Perú (INRENA, 2002). En el ámbito de estudio se han identificado cinco tipos de asociaciones de suelos que se pueden ver en el Mapa 9 y en la Tabla 7.

Mapa 9. Clasificación de suelos



Fuente: Mapa de suelos del Perú (INRENA, 2002)

Tabla 7. Clasificación de suelos según área y porcentaje

| Nombre de tipo de suelo | Área | Pendiente | Área Km ² | % |
|---|--|------------|----------------------|-----|
| Fluvisol éútrico-Regosol éútrico (Fle-RGe) | Terrazas aluviales | 0-8 | 834,97 | 9 |
| Leptosol lítico-Afloramiento lítico (LPq-R) | Estribaciones de la vertiente occidental de la cadena montañosa andina | 25 a +75 | 3 087,32 | 33 |
| Leptosol dístrico-Afloramiento lítico (LPd-R) | Estribaciones de la vertiente occidental de la cadena montañosa andina | 25 a +75 | 2 680,86 | 28 |
| Regosol dístico-Afloramiento lítico (RGd-R) | Montañas de la cadena occidental de los andes | 25 a +75 | 2 320,30 | 25 |
| Arenosol háplico-Solonchek háplico (ARh-SCh) | Llanuras marítimas y eólicas | 0-8 y 8-25 | 509,86 | 5 |
| Total | | | 9 433,31 | 100 |

Fuente: Mapa de suelos del Perú (2002)

a. Fluvisol éútrico – Regosol éútrico (Fle-RGe)

Fluvisol éútrico: suelo desarrollado en depósitos aluviales, presente junto a los ríos principales. Los componentes de esta asociación se encuentran ubicados en terrazas aluviales, con pendiente plana a ligeramente inclinada (0-8%).

Regosol éútrico: suelo desarrollado a partir de materiales no consolidados de diversa litología. Ligeramente gravoso.

a. Leptosol lítico – Afloramiento lítico (LPq-R)

Suelo muy superficial desarrollado a partir de la roca dura, coherente y consolidada. El material litológico se ha originado principalmente de cuarcitas, areniscas, calizas, lutitas y rocas volcánicas. Presente en una topografía muy accidentada en laderas de colinas y montañas.

b. Leptosol dístrico- Afloramiento lítico (LPd-R)

Suelo muy superficial, de poco espesor, originado principalmente sobre roca dura o áreas muy pedregosas, normalmente en laderas de fuerte pendiente.

c. Regosol dístico – Afloramiento lítico (RGd-R)

Montañas de la cadena occidental de los Andes. Pendientes de 25 a +75.

d. Arenosol háplico – Solonchek háplico (ARh-SCh)

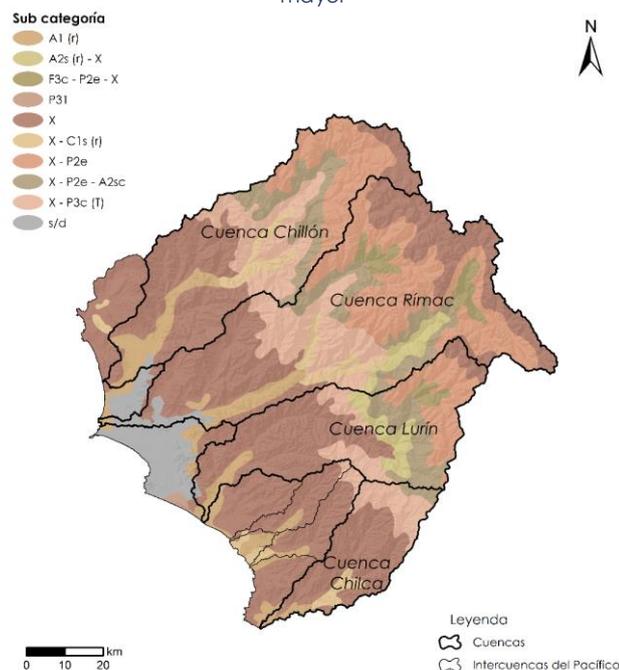
Arenosol háplico: es un suelo profundo, desarrollado a partir de materiales transportados por acción del viento. Varía de color pardo a pardo oscuro, textura gruesa (arena o arena gruesa). Se caracteriza por tener drenaje excesivo y por las condiciones áridas en que se encuentra este suelo, soporta vegetación xerófila.

Solonchek háplico: es un suelo altamente salino, cuyas sales se encuentran en forma de cloruros y sulfatos de sodio, magnesio y calcio. Se ha desarrollado bajo condiciones áridas a partir de materiales de origen marino. De textura gruesa (arena y arena-franca). Soporta vegetación xerófila o estacionales (lomas).

2.4.2 Clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor

Según el Reglamento de Clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor (MINAGRI, 2009) y el mapa de capacidad de uso mayor de tierras (ONERN, 1980), en el ámbito de estudio se han identificado cuatro de las cinco categorías del sistema de clasificación de tierras según su capacidad de uso mayor, cada una tiene a su vez subcategorías numeradas de 1 a 3 de acuerdo a su calidad agrológica siendo 1 de alta calidad, 2 media y 3 baja (Mapa 10 y Tabla 8).

Mapa 10. Clasificación de tierras según capacidad de uso mayor



Fuente: Mapa de capacidad de uso mayor de tierras, ONERN (1981)

Tabla 8. Clasificación de suelos según capacidad de uso mayor

| Clasificación | Subcategoría | Área km ² | % |
|----------------------------------|---|----------------------|-------|
| A | A1 | 590,93 | 6,3 |
| | A2s (r) - X | 230,88 | 2,4 |
| X | X | 4 151,88 | 44,0 |
| | X-P3c | 1 189,97 | 12,6 |
| | X - P2e - A2sc | 778,35 | 8,3 |
| | X - P2e | 1 567,50 | 16,6 |
| | X-C1s (r) | 291,94 | 3,1 |
| P | P3s | 19,12 | 0,2 |
| F | F3c - P2e - X | 177,79 | 1,9 |
| s/d | | 435,56 | 4,6 |
| Total | | 9 433,92 | 100,0 |
| Descripción de las subcategorías | | | |
| A1 | Tierras aptas para cultivos en limpio de calidad agrológica alta | | |
| A2s (r) - X | Tierras aptas para cultivos en limpio de calidad agrológica media, limitado por el suelo, que requiere riego y tierra de protección | | |
| X | Tierras de protección | | |
| X-P3c | Tierras de protección, aptas para pastos, de calidad agrológica baja, en zona limitada por el clima | | |
| X - P2e - A2sc | Tierras de protección, aptas para pastos de calidad agrológica media, con riesgo de erosión, apta para cultivo en limpio limitada por el tipo de suelo y el clima | | |
| X - P2e | Tierra de protección, aptas para pastos, de calidad agrológica media, con riesgo de erosión | | |
| X-C1s (r) | Tierra de protección, aptas para pastos de calidad agrológica alta, limitada por el suelo y con necesidad de riego permanente | | |
| P3s | Tierras aptas para pastos de calidad agrológica baja, con salinidad como factor limitante. | | |
| F3c - P2e - X | Tierras aptas para producción forestal, de calidad agrológica baja, limitada por el clima. Tierra apta para pasto de calidad agrológica media con riesgo de erosión, tierra de protección | | |

Fuente: Mapa de capacidad de uso mayor de tierras, ONERN (1980), Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de uso Mayor (2009)

a. Tierras Aptas para Cultivo en Limpio (símbolo A)

Con características climáticas, de relieve y edáficas para la producción de cultivos en limpio que demandan araduras periódicas y continuas del suelo. También pueden destinarse a otras alternativas de uso como, cultivos permanentes, pastos, producción forestal y protección.

b. Tierra de Protección (símbolo X)

No reúnen las condiciones edáficas, climáticas ni de relieve mínimas requeridas para la producción de cultivos en limpio, permanentes, pastos o producción forestal. Estas condiciones determinan que estas tierras sean declaradas de protección.

c. Tierras Aptas para Pastos (Símbolo P)

Con características climáticas, relieve y edáficas favorables para la producción de pastos naturales o cultivados que permitan el pastoreo continuado o temporal, sin deterioro de la capacidad productiva del suelo. Según la zona de vida, pueden destinarse para producción forestal o de protección.

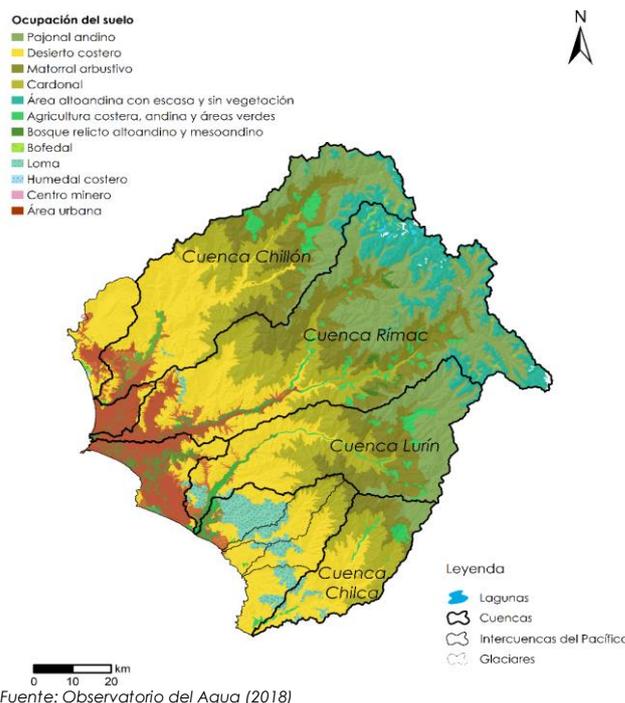
d. Tierras Aptas para Producción Forestal (Símbolo F)

Con características climáticas, relieve y edáficas favorables para la producción de especies forestales maderables. Pueden destinarse a la producción forestal no maderable o de protección.

2.4.3 Uso actual de suelos

El tipo de cobertura predominante en el ámbito de las cuencas es el pajonal andino (25,6%). Tiene mayor presencia en la cuenca alto Mantaro y la parte alta de la cuenca Rímac. En seguida se encuentra el desierto costero (23,7%) en la parte baja de las cuencas de Chillón, Rímac, Luín y Chilca. En la parte media y baja del ámbito de estudio se desarrolla la agricultura costera y andina que, sumado a las áreas verdes urbanas, ocupan un área de 418 km² (3,7%). Adicionalmente, en la parte baja de las cuencas de Luín y Chilca, se observa la presencia de lomas, las más conocidas son Lúcumo, Atocongo, Pucará, y Pacta, ocupando un área de 340,4 km² (2,9%). Finalmente, el área urbana de Lima Metropolitana abarca 725,5 km² representando el 6,5% de todo el ámbito de estudio, notándose la fuerte urbanización principalmente en la parte baja de las cuencas Chillón, Rímac y Luín.

Mapa 11. Ocupación de suelo



Fuente: Observatorio del Agua (2018)

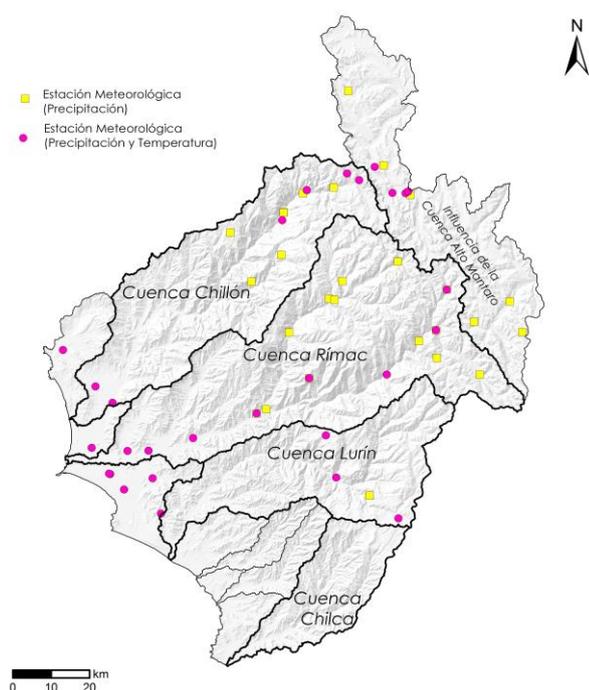
2.5 Características meteorológicas y climáticas

2.5.1 Red de estaciones meteorológicas

Se registran en total 91 estaciones, de las cuales 87 son administradas por SENAMHI y tres estaciones por ENEL Generación Perú. Solo 55 se encuentran en funcionamiento, 24 con datos de precipitación, cinco de temperatura y 26 miden ambas variables climáticas.

La cuenca del Rímac es la que posee el mayor número de estaciones, con un total de 31 entre automáticas (13) y convencionales (18). Le sigue Chillón con 14, Alto Mantaro con 11 y Luín con cuatro estaciones. No se encontró ninguna estación meteorológica en la cuenca Chilca. En el Mapa 12 se muestra las principales estaciones cuyos datos han sido considerados este estudio.

Mapa 12. Red de estaciones meteorológicas



Fuente: Observatorio del Agua (2018)

2.5.2 Principales características meteorológicas

Los principales parámetros meteorológicos que definen o caracterizan el clima de las cuencas son: horas de sol, temperatura, humedad relativa, evaporación, viento y precipitación.

a. Horas de sol

De acuerdo a la ANA (2010), los valores más altos se registran desde noviembre hasta abril. Por ejemplo, en el caso de la cuenca Rímac, los mayores valores se registran en la parte alta entre Matucana (5,3 horas) y Marcapomacocha. Mientras que los valores menores, en la parte baja en la estación Hipólito Unanue (3,8 horas) (Tabla 9).

Para la cuenca del río Chillón (Tabla 10) al igual que en el Rímac, los valores más altos se registran durante noviembre hasta abril y a mayor altitud, mientras que los valores más bajos se han identificado en las estaciones de Canta y Huarangal con 2,1 horas de sol

al día. No se han encontrado datos relacionados a horas de sol en las cuencas de Luín y Chilca, pero dadas sus similitudes topográficas y geográficas, se pueden considerar valores similares a las cuencas vecinas (SENAMHI, 2007).

Tabla 9. Valores horas de sol en la cuenca del río Rímac

| Estación | Campo de Marte | Hipólito Unanue | Manchay Bajo | Matucana | Marcapomacocha |
|--------------------|----------------|-----------------|--------------|----------|----------------|
| Altitud (m.s.n.m.) | 159 | 70 | 148 | 2 479 | 4 479 |
| Enero | 5,67 | 5,99 | 6 | 3,36 | 4,2 |
| Febrero | 6,5 | 6,6 | 6 | 2,9 | 3,6 |
| Marzo | 6,8 | 6,8 | 6 | 3 | 3,2 |
| Abril | 7,1 | 6,2 | 6 | 4,6 | 5,1 |
| Mayo | 5 | 3,9 | 5 | 6 | 7,2 |
| Junio | 1,1 | 1,6 | 2 | 6,8 | 7,3 |
| Julio | 0,8 | 1,2 | 2 | 7 | 7,6 |
| Agosto | 0,7 | 0,9 | 2 | 7,1 | 7,2 |
| Septiembre | 1,2 | 1,2 | 4 | 6,5 | 5,9 |
| Octubre | 2,6 | 2,2 | 4 | 5,9 | 5,3 |
| Noviembre | 3,8 | 3,6 | 5 | 5,3 | 5,6 |
| Diciembre | 4,6 | 5,3 | 6 | 4,2 | 4,1 |
| Prom Anual | 3,8 | 3,8 | 5 | 5,2 | 5,5 |

Fuente: ANA (2010)

Tabla 10. Horas de sol de la cuenca del río Chillón

| Estación | Huarangal | Canta |
|------------|-----------|-------|
| Enero | 6 | 5,7 |
| Febrero | 8 | 7,8 |
| Marzo | 7 | 7 |
| Abril | 7 | 7,3 |
| Mayo | 5 | 4,8 |
| Junio | 3 | 2,6 |
| Julio | 2 | 2,1 |
| Agosto | 2 | 2,2 |
| Septiembre | 3 | 3 |
| Octubre | 5 | 4,5 |
| Noviembre | 5 | 5,1 |
| Diciembre | 6 | 5,8 |
| Prom Anual | 5 | 4,8 |

Fuente: INRENA (2003)

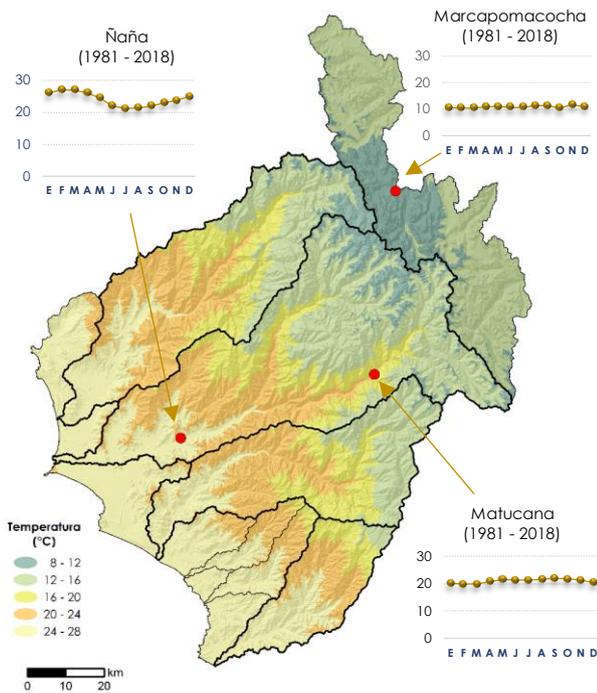
b. Temperatura

De acuerdo con la información de SENAMHI (2009), la temperatura es una variable que guarda una estrecha relación con las características altitudinales y la variación estacional.

En general, las condiciones más cálidas predominan en las cuencas bajas con temperaturas entre 24°C y 28°C. En la cuenca media, la temperatura varía entre 16°C y 22°C y en la cuenca alta se tienen las condiciones más frías con presencia de nevados, cuya temperatura máxima varía entre los 8°C y 16°C. En el Mapa 13 se muestra las temperaturas máximas en el ámbito de estudio.

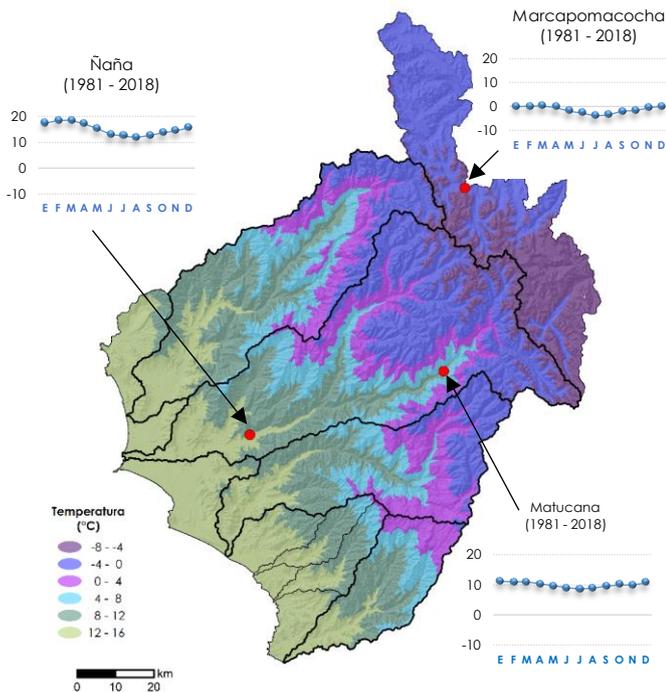
La temperatura mínima, muestra valores muy bajos en las partes altas de las cuencas con valores entre los -8°C y -4°C. Asimismo, en la cuenca media se estiman valores que varía entre los 4°C y 10°C. Finalmente, se registran valores entre los 12°C y 16°C, correspondiente a la cuenca baja. En el Mapa 14 se muestra las temperaturas mínimas en el ámbito de estudio.

Mapa 13. Temperatura máxima



Fuente: Observatorio del Agua (2018)

Mapa 14. Temperatura mínima



Fuente: Observatorio del Agua (2018)

c. Humedad relativa

En la Tabla 11 se muestra la humedad relativa promedio anual para el departamento de Lima entre los años 2007-2016. En promedio, esta se mantiene en 86%.

Tabla 11. Humedad relativa promedio anual en el departamento de Lima

| Año | HR |
|------|----|
| 2007 | 87 |
| 2008 | 84 |
| 2009 | 86 |
| 2010 | 85 |
| 2011 | 85 |
| 2012 | 86 |
| 2013 | 86 |
| 2014 | 87 |
| 2015 | 86 |
| 2016 | 85 |

Fuente: SENAMHI (2016)

d. Evaporación

En la cuenca del río Rímac los mayores valores de la evaporación total anual se producen en Matucana, 1 567 mm y Rímac, 775 mm (ANA, 2010). Mientras que los valores más bajos se registran en la estación de Campo de Marte, 464 mm. En la Estación Manchay Bajo, la evaporación anual es alrededor de 750 mm, siendo mayor desde noviembre a mayo, con un valor de 70 mm y menor desde junio a octubre con un valor promedio mensual de 40 mm.

e. Velocidad del viento

La velocidad del viento es el promedio del movimiento del aire durante un período de tiempo preestablecido.

De acuerdo a los resultados del Estudio Hidrológico de la cuenca del río Rímac la distribución de las velocidades del viento varía de mes a mes (ANA, 2010). Los valores más altos se registran durante los meses de agosto hasta diciembre (Tabla 12).

En la estación Las Palmas se registran valores mayores de la velocidad del viento, que en otras estaciones que varían uniformemente. La mayor velocidad de viento media mensual, se ha registrado en la estación Las Palmas en el mes de noviembre con 6 m/s y la menor se registra en la estación Campo de Marte en el mes de junio con 0,8 m/s.

Tabla 12. Velocidad media mensual del viento (m/s) – promedio multimensual

| Estación | Campo de Marte | Hipólito Unanue | Manchay Bajo | Matucana | Marcapoma Cocha |
|--------------------|----------------|-----------------|--------------|----------|-----------------|
| Altitud (m.s.n.m.) | 159 | 70 | 148 | 2 479 | 4 479 |
| Enero | 5,6 | 5,9 | 6,2 | 3,3 | 4,1 |
| Febrero | 6,5 | 6,6 | 5,9 | 2,9 | 3,6 |
| Marzo | 6,8 | 6,8 | 6 | 3 | 3,2 |
| Abril | 7,1 | 6,2 | 6,1 | 4,6 | 5,1 |
| Mayo | 5 | 3,9 | 4,5 | 6 | 7,2 |
| Junio | 1,1 | 1,6 | 2,3 | 6,8 | 7,3 |
| Julio | 0,8 | 1,2 | 1,9 | 7 | 7,6 |
| Agosto | 0,7 | 0,9 | 2 | 7,1 | 7,2 |
| Septiembre | 1,2 | 1,2 | 4,1 | 6,5 | 5,9 |
| Octubre | 2,6 | 2,2 | 4,2 | 5,9 | 5,3 |
| Noviembre | 3,8 | 3,6 | 4,6 | 5,3 | 5,6 |
| Diciembre | 4,6 | 5,3 | 6,2 | 4,2 | 4,1 |
| Prom Anual | 3,8 | 3,8 | 4,5 | 5,2 | 5,5 |

Fuente: ANA (2010)

f. Precipitación

La precipitación en las cuencas Chillón, Rímac, Lurín, Chilca y Alto Mantaro tiene un comportamiento espacial muy variado, notándose la dependencia con la elevación, donde la mayor intensidad de precipitación se genera en las partes altas (Mapa 15 y Figura 1).

La temporada de fuertes lluvias corresponde a los meses de noviembre a abril. De las cuatro cuencas principales del Consejo la que presenta la mayor precipitación es la del río Rímac, como se puede apreciar en la Tabla 13.

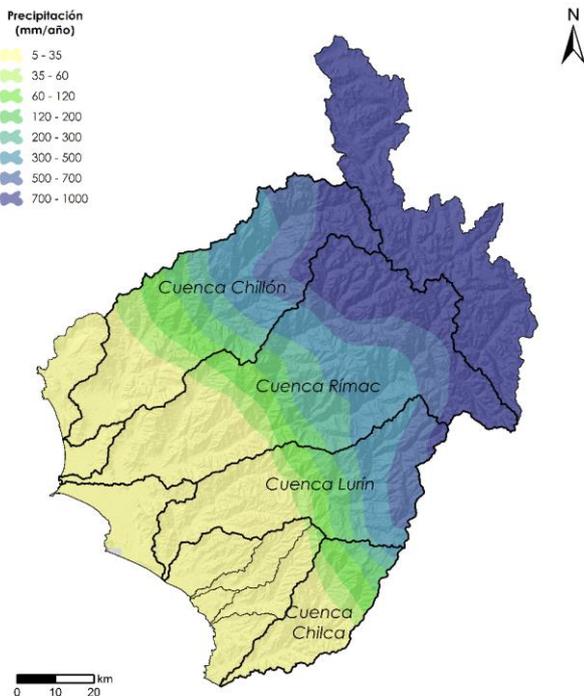
Tabla 13. Precipitación Promedio multianual 1981-2017 (mm)

| Cuenca | Promedio multianual |
|--------------|---------------------|
| Chillón | 305,4 |
| Rímac | 385,4 |
| Lurín | 213,0 |
| Alto Mantaro | 854,4 |
| Chilca | 53,2 |

Fuente: Observatorio del Agua Chillón, Rímac, Lurín (2018)

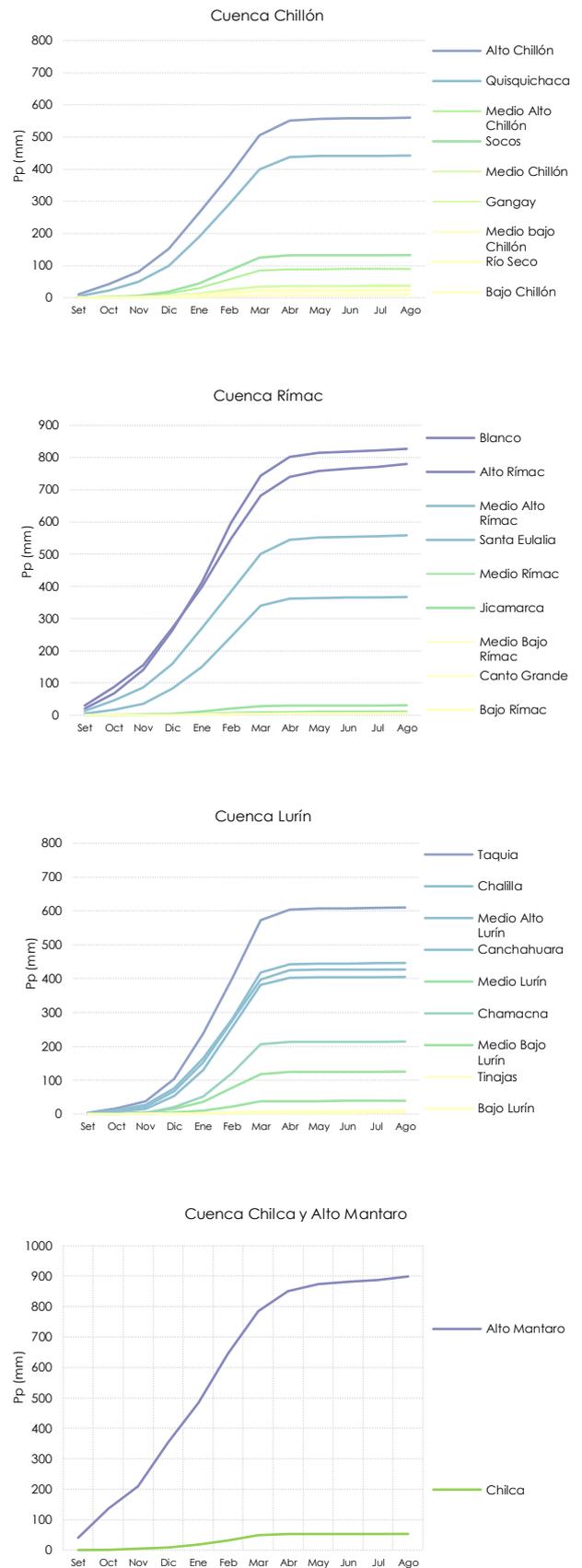
En el Mapa 15 se muestra la distribución de la precipitación en el ámbito del CRHCI Chillón Rímac Lurín y su área de influencia en el Alto Mantaro. Asimismo, en la Figura 1 se muestran las precipitaciones mensuales multianuales acumuladas en las cuencas de Rímac, Chillón, Lurín y Alto Mantaro. Cada línea en la figura corresponde a una estación de monitoreo, las cuales se encuentran ordenadas de mayor a menor altitud.

Mapa 15. Precipitación



Fuente: Observatorio del Agua (2018)

Figura 1. Precipitación multianual acumulada en las cuencas del Consejo



Fuente: Observatorio del Agua (2018)

2.5.3 Características climáticas

Existen algunos factores que inciden en el clima en el ámbito de las cuencas que son importantes de considerar (CRHCI CHIRILU, 2014):

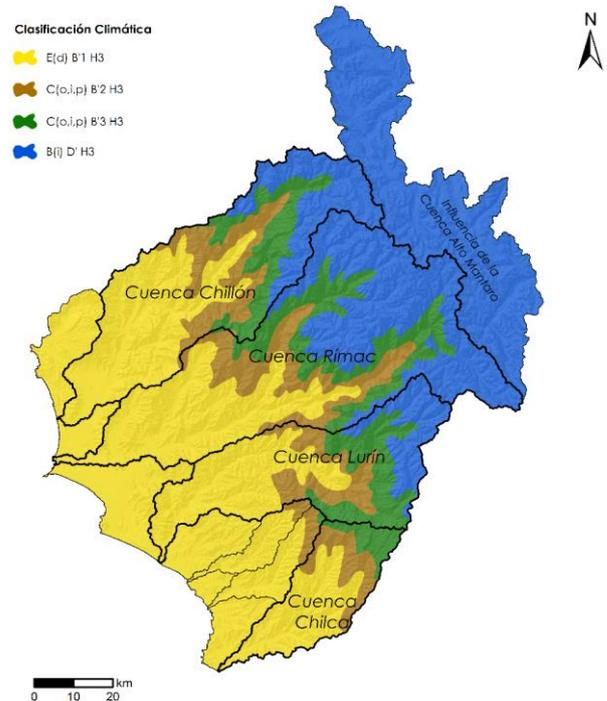
- La topografía: la presencia de cerros, valles, hondonadas que influyen en la circulación de los vientos que descienden desde las alturas al fondo de los valles o llanuras productos del enfriamiento de los elementos del relieve más altos a medida que se acaba el día.
- El efecto de continentalidad: debido a la distancia del mar al continente, existe menos variación en las zonas cercanas al mar, que en los distritos lejanos.
- Corriente de Humboldt: las corrientes de aguas frías, que no favorece a una mayor evaporación, formando nubes y causando lloviznas principalmente en la temporada de invierno.

El Mapa 16 presenta la clasificación climática del ámbito de estudio. Esta clasificación está sustentada en data meteorológica de aproximadamente veinte años (1965-1984). Con estos valores se calcularon los "índices climáticos" en base a los cuales se realizó el trazado de las zonas de acuerdo a la clasificación de climas de Warren Thornthwaite (SENAMHI, 2005), identificando cuatro tipos de climas:

- E(d) B'1 H3: clima árido con deficiencia de lluvias, semicálido y húmedo,
- C(o.i.p) B'2 H3: clima semiseco, con otoño, invierno y primavera seco. Templado y húmedo.

- C(o.i.p) B'3 H3: clima semiseco, con otoño, invierno y primavera seco. Semifrío y húmedo.
- B(i)D' H3: clima lluvioso con invierno seco. Semifrío y húmedo.

Mapa 16. Clasificación climática



Fuente: Observatorio del Agua (2018)

2.6 Caracterización biótica

2.6.1 Flora

En la zona metropolitana del ámbito de estudio, existen algunas especies silvestres de flora desaparecidas, amenazadas o en extinción que son mencionadas en la Tabla 14 (PNUMA, CONAM, MML, MPC, & GEA, 2005).

Tabla 14. Algunas especies desaparecidas, amenazadas o en extinción en la zona metropolitana

| Nombre común | Nombre científico | Estado |
|------------------|------------------------------|----------------------|
| Flor de Amancaes | <i>Hymenocallis Amancaes</i> | Peligro de extinción |
| Orquídea de Lima | <i>Chloraea undulata</i> | Desaparecida |
| Mito | <i>Carica candicans</i> | Peligro de extinción |

Fuente: Geo Lima y Callao (2005)

La flora se ha descrito teniendo en cuenta los ecosistemas presentes en el área de estudio. De esta manera se tienen las siguientes comunidades y especies de vegetación (MML-IMP, 2013).

a. Ecosistemas del Semidesierto

Se encuentra desde los 1 000 hasta los 1 600 m.s.n.m. La vegetación es xerofítica, con predominancia de las cactáceas columnares. En los meses de verano crecen hierbas y gramíneas de diversos tipos sobre

todo en las laderas bajas e intermedias. Se pueden diferenciar las siguientes zonas:

- Zonas con Comunidades de cactáceas columnares
- Zonas con arbustos pluviifolios
- Laderas peñasco-pedregosas con vegetación mixta
- Laderas con herbazal verde en verano
- Estepa arbustiva.

b. Ecosistemas de la Serranía Esteparia Media

Se encuentra entre los 2 400-2 600 m.s.n.m. y los 2 900-3 200 m.s.n.m. Se caracteriza por la presencia del bosque ralo perennifolio y las zonas peñascosas con bromelias.

c. Ecosistemas de la Serranía Esteparia Baja

A partir de los 1 400-1 600 m.s.n.m. hasta los 2 400- 600 m.s.n.m. Se encuentran comunidades de "Mito" y de "Huanarpo", que pueden estar mezcladas con las cactáceas columnares. Se encuentran los bosques ralos perinifolios y las zonas peñascosas con bromelias.

d. Ecosistemas de la Serranía Esteparia Alta

Se extiende desde los 2 900-3 200 m.s.n.m. hasta los 3 800-4 000 m.s.n.m. La formación vegetal más dominante en la parte alta de la serranía esteparia está formada por gramíneas de los géneros *Festuca*, *Calamagrostis* y *Poa*, además de arbustos dispersos. También existen comunidades de *Lupinus sp* que se pueden ver como manchas verdes grisáceo claro, a partir más o menos de los 3 700 m.s.n.m.

e. Ecosistemas de la Puna

Ubicado entre los 3 800-4 000 m.s.n.m. y los 4 600 m.s.n.m. Este ecosistema presenta un clima frío y la principal vegetación que presenta es el pajonal altoandino (con ichu), bofedales y zonas pantanosas con presencia de gramíneas, ciperáceas y juncos y comunidades de plantas almohadilladas.

2.6.2 Fauna

En la zona del ámbito de estudio, existen algunas especies silvestres de fauna desaparecidas, amenazadas o en extinción que son mencionadas en la Tabla 15 (PNUMA,2005).

Tabla 15. Algunas especies desaparecidas, amenazadas o en extinción en la zona metropolitana

| Nombre común | Nombre científico | Estado |
|---------------------|----------------------------------|----------------------|
| Camarón de río | <i>Cryphiops caementarius</i> | Desaparecido |
| Serpiente ciega | <i>Leptotyphlops tessellatus</i> | Peligro de extinción |
| Gekko de las huacas | <i>Phyllodactylus sentosus</i> | Peligro de extinción |
| Serpiente venenosa | <i>Micrurus tschudii</i> | Amenazada |
| Sapo | <i>Bufo limensis</i> | Peligro de extinción |
| Ranita | <i>Colostethus littoralis</i> | Amenazada |
| Perrito cigüeñuela | <i>Himantopus himantopus</i> | Peligro de extinción |

Fuente: Geo Lima y Callao (2005)

A continuación, en la Tabla 16, se presenta la fauna de acuerdo a los ecosistemas presentes en el área de estudio. Esta recopilación se basa en el estudio realizado por la Municipalidad Metropolitana de Lima (MML-IMP, 2013).

Tabla 16. Fauna en cuencas de acuerdo a los ecosistemas

| Semidesierto | | |
|--------------|-----------------------|--------------------------------|
| | Nombre común | Nombre científico |
| Aves | Gallinazo cabecinegra | <i>Cathartes aura</i> |
| | Cernícalo americano | <i>Falco sparverius</i> |
| | Halcón peregrino | <i>Falco peregrinus</i> |
| | Tortolita cascabelita | <i>Metriopelia ceciliae</i> |
| | Santa rosita | <i>Pygochelidon cyanoleuca</i> |
| | Pampero pico grueso | <i>Geositta crassirostris</i> |
| | Cernícalo americano | <i>Falco sparverius</i> |
| | Tortolita cascabelita | <i>Metriopelia ceciliae</i> |
| | Corbatita pico de oro | <i>Catamenia anales</i> |
| | Choracabras menor | <i>Chordeiles acutipennis</i> |
| Mamíferos | Muca muca | <i>Didelphys marsupiales</i> |
| | Vizcacha | <i>Lagidium viscacia</i> |
| | Zorro andino | <i>Pseudalopex sechurae</i> |
| | Zorrino | <i>Conepatus chinga</i> |
| Reptiles | Jergón de la costa | <i>Bothrops pictus</i> |

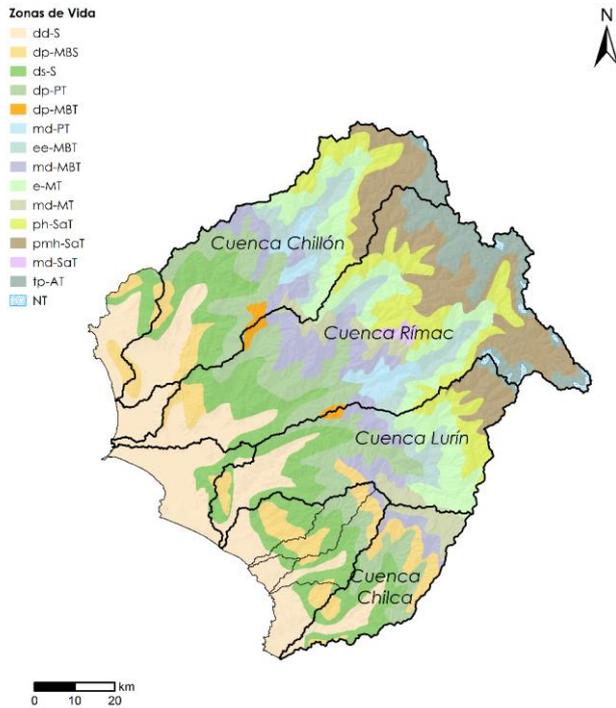
| Serranía Esteparia Media | | |
|--------------------------|--------------------------------|--|
| | Nombre común | Nombre científico |
| Aves | Colaespina de baron | <i>Cranioleuca baroni</i> |
| | Pitajo de jelskii | <i>Ochthoeca jelskii</i> |
| | Tijeral listado | <i>Leptasthenura striata</i> |
| | Cotinga crestirroja | <i>Ampellion rubrocristata</i> |
| Mamíferos | Puma andino | <i>Felis concolor</i> |
| | Guanaco | <i>Lama guanicoe</i> |
| | Venado gris | <i>Odocoileus virginianus</i> |
| | Zorro andino | <i>Pseudalopex sechurae</i> |
| | Zorrino | <i>Conepatus chinga</i> |
| | Vizcacha | <i>Lagidium viscacia</i> |
| Muca muca | <i>Didelphys marsupiales</i> | |
| Serranía Esteparia Baja | | |
| | Nombre común | Nombre científico |
| Aves | Perdiz andina | <i>Nothoprocta pentlandii</i> |
| | Perico cordillerano | <i>Psilopsiagon aurifrons</i> |
| | Golondrina ventripardo | <i>Notiochelidon murina</i> |
| | Tordo de matorral | <i>Dives warszewiczi</i> |
| | Zorzal chiguanco | <i>Turdus chiguanco</i> |
| | Dormilona chica | <i>Muscisaxicola maculirostris</i> |
| | Mielerito gris | <i>Conirostrum cinereum</i> |
| | Chisco | <i>Mimus longicaudatus</i> |
| | Búho magallánico | <i>Bubo virginianus</i> |
| | Corbatita pico de oro | <i>Catamenia anales</i> |
| Pampero pico grueso | <i>Geositta crassirostris</i> | |
| Mamíferos | Zorro andino | <i>Pseudalopex sechurae</i> |
| | Zorrino | <i>Conepatus chinga</i> |
| | Gato andino | <i>Felis colocolo</i> |
| | Marmosa | <i>Thylamys elegans</i> |
| Serranía Esteparia Alta | | |
| | Nombre común | Nombre científico |
| Aves | Tortola cordillerana | <i>Metriopelia melanoptera</i> |
| | Churrete cordillerano | <i>Cinclodes fuscus</i> |
| | Aguilucho cordillerano | <i>Buteo poecilochrous</i> |
| | Chinalinda | <i>Phalco boenus megalopterus</i> |
| | Dormilona nuquirrojiza | <i>Muscisaxicola rufivertex</i> |
| Mamíferos | Taruca | <i>Hippocamelus antisensis</i> |
| | Zorro andino | <i>Pseudalopex sechurae</i> |
| | Zorrino | <i>Conepatus chinga</i> |
| | Vizcacha | <i>Lagidium viscacia</i> |
| | Venado gris | <i>Odocoileus virginianus</i> |
| | Guanaco | <i>Lama guanicoe</i> |
| Puna | | |
| | Nombre común | Nombre científico |
| Aves | Pampero común | <i>Geositta cunicularia juninensis</i> |
| | Cachirita del páramo | <i>Anthus bogotensis</i> |
| | Arriero piquinegro | <i>Agriornis montana</i> |
| | Perdiz cordillerana | <i>Nothoprocta ornata</i> |
| | Canastero dorsilistado | <i>Asthenes wyatti</i> |
| | Perdiz de la puna | <i>Tinamotis pentlandii</i> |
| Mamíferos | Vicuña | <i>Vicugna vicugna</i> |
| | Zorrino | <i>Conepatus chinga</i> |
| | Zorro andino | <i>Pseudalopex sechurae</i> |
| | Cuy silvestre | <i>Cavia tschudii</i> |
| | Taruca | <i>Hippocamelus antisensis</i> |
| | Puma | <i>Felis concolor</i> |
| | Gato andino | <i>Felis colocolo</i> |
| | Vizcacha | <i>Lagidium viscacia</i> |
| | Perdiz cordillerana | <i>Nothoprocta ornata</i> |
| | Diuca aliblanca | <i>Diuca speculifera</i> |
| Bandurrita de jelski | <i>Upucerthia jelskii</i> | |
| Puco puco | <i>Thinocorus orbignyianus</i> | |
| Zona glacial | | |
| | Nombre común | Nombre científico |
| Aves | Diuca aliblanca | <i>Diuca speculifera</i> |
| Mamíferos | Frinjilo plumizo | <i>Phrygilus unicolor</i> |
| | Turaca | <i>Hippocamelus antisensis</i> |

Fuente: MML-IMP (2013)

2.6.3 Zonas de vida

Una zona de vida es una región biogeográfica que está delimitada por parámetros climáticos característicos. Teniendo como base el mapa ecológico del Perú, publicado por la ONERN en el año 1976, en el ámbito de las cuencas en estudio, se han identificado 15 de las 84 zonas de vida presentes en el Perú (Mapa 17 y Tabla 17).

Mapa 17. Zonas del Vida



Fuente: ONERN (1976)

Tabla 17. Superficies de las zonas de vida en el ámbito de estudio

| Ocupación del suelo | | Total km ² | (%) | Elevación media (m.s.n.m.) |
|---------------------|--|-----------------------|------|----------------------------|
| a. | Desierto desecado Subtropical | 1 286 | 13,4 | 299 |
| b. | Desierto perárido Montano Bajo Subtropical | 379,4 | 4,0 | 776 |
| c. | Desierto superárido Subtropical | 1 035,4 | 10,8 | 1004 |
| d. | Desierto perárido Premontano Tropical | 888,2 | 9,3 | 1 706 |
| e. | Desierto perárido Montano Bajo Tropical | 54,5 | 0,6 | 2 182 |
| f. | Matorral desértico Premontano Tropical | 184,6 | 1,9 | 2 093 |
| g. | Estepa espinosa Montano Bajo Tropical | 465,7 | 4,9 | 3 000 |
| h. | Matorral desértico Montano Bajo Tropical | 534,7 | 5,6 | 2 515 |
| i. | Estepa Montano Tropical | 821,8 | 8,6 | 3 756 |
| j. | Matorral desértico Montano Tropical | 182,9 | 1,9 | 3 428 |
| k. | Páramo húmedo Subalpino Tropical | 713,9 | 7,4 | 4381 |
| l. | Páramo muy húmedo Subalpino Tropical | 1 448,1 | 15,1 | 4571 |
| m. | Matorral desértico Subalpino Tropical | 33,9 | 0,4 | 4581 |
| n. | Tundra pluvial Alpino Tropical | 1 444,8 | 15,1 | 4748 |
| o. | Nival tropical | 122,7 | 1,3 | 4964 |
| Total | | 9 596,6 | 100 | - |

Fuente: Modificado de las zonas de vida (ONERN, 1976)

A continuación, se describe cada zona de vida:

a. Desierto desecado Subtropical (dd-S)

- Se extienden a lo largo del litoral comprendiendo las planicies y las partes bajas de los valles costeros, desde el nivel del mar hasta 1 800 m.s.n.m.
- El relieve topográfico va de plano a ligeramente ondulado, variando a abrupto en los cerros aislados.
- Los suelos son de textura variable, entre ligeros a finos, con cementaciones salinas, calcálicas o gípsicas (yeso) y con incipiente horizonte A superficial con menos de 1% de materia orgánica.
- No existe vegetación o es muy escasa. El uso agropecuario se ubica en los valles costeros que disponen de riego permanente.

b. Desierto perárido Montano Bajo Subtropical (dp-MBS)

- El relieve topográfico es accidentado, con pendientes pronunciadas que sobrepasan el 70%, alternando con algunas áreas de topografía más suave.
- Los suelos son generalmente superficiales (litosoles) y donde mejora la topografía aparecen los xerosoles de textura media y generalmente calcáreas o gípsicas (yeso). Asimismo, se tiene andosoles vítricos (dominados por materiales volcánicos).
- La vegetación es escasa y se circunscribe a hierbas anuales de vida efímera, dominando las gramíneas, así como arbustos, subarbustos y cactáceas.

c. Desierto superárido Subtropical (ds-S)

- El relieve varía desde plano u ondulado hasta inclinado a empinado.
- Los suelos son generalmente profundos, de texturas variables y acumulan calcio y yeso.
- En cuanto a vegetación, aparecen arbustos xerófilos, como gramíneas efímeras.
- La mayor extensión de esta zona de vida carece de actividad agrícola y pecuaria, salvo en aquellos lugares en los que se dispone de agua de regadío permanente.

d. Desierto perárido Premontano Tropical (dp-PT)

- El relieve varía desde suave plano hasta colinado.
- Los suelos son variados, se encuentran aquellos que acumulan calcio y yeso (yermosoles y Xerosoles) así como suelos muy arcillosos y profundos (vertisoles e integrados a estos), suelos arenosos (regosoles).
- Presencia de cactus gigantes prismáticos, ubicados en el nivel superior de esta zona de vida en su límite con el matorral desértico.

e. Desierto perárido Montano Bajo Tropical (dp-MBT)

- El relieve es predominantemente accidentado, con pendientes pronunciadas que sobrepasan el 70%, alternando con algunas áreas de topografía más suave.
- Los suelos son generalmente superficiales (Litosoles) y donde mejora la topografía aparecen

los Xerosoles de textura media y generalmente calcáreas o gípsicos (yeso).

- La vegetación es escasa y se circunscribe a hierbas anuales de vida efímera, dominando las gramíneas, arbustos, subarbustos y cactáceas.

f. Matorral desértico Premontano Tropical (md-PT)

- Predominan los paisajes de lomadas, colinas bajas, colinas altas y piedemontes que forman parte del macizo andino cuyas pendientes van desde 15 a 70%. En pequeña proporción existen los fondos de valle de naturaleza aluvial, de relieve plano.
- Presencia de cactáceas. La mayor parte de los terrenos es utilizada para el pastoreo de ganado.

g. Estepa espinosa Montano Bajo Tropical (ee-MBT)

- El relieve del terreno se caracteriza por ser accidentado, con predominio de laderas montañosas con fuertes pendientes.
- Presencia de matorrales con especies arbustivas de carácter caducifolio y perennifolio.

h. Matorral desértico Montano Bajo Tropical (md – MBT)

- De quebrada abrupta, siendo muy escasas las áreas que presentan un paisaje ondulado o suave.
- Los suelos son generalmente superficiales, de naturaleza litosólica y, en los lugares donde la topografía se torna suave, aparecen grupos de suelos más profundos, de naturaleza calcárea.
- La vegetación es escasa de tipo xerofítico. Durante la época de lluvias, desarrolla una cubierta temporal de hierbas efímeras.

i. Estepa Montano Tropical (e-MT)

- El relieve es predominantemente empinado, con escasas áreas de topografía un tanto más suave. Los suelos son un tanto profundos, de textura media, generalmente de naturaleza calcárea.
- Existen abundantes gramíneas.

j. Matorral desértico Montano Tropical (md-MT)

- Principalmente tiene una topografía abrupta, a base de laderas de marcada inclinación (más de 70%).

- Los suelos pertenecen al grupo de los Xerosoles por lo general de textura variada entre media a fina, calcáreo y de bajo contenido de materia orgánica.

- La vegetación natural está constituida por arbustos, subarbustos y cactáceas, además de una cubierta de gramíneas perennes anuales que desarrollan solamente durante el corto período de lluvias veraniegas.

k. Páramo húmedo Subalpino Tropical (ph-SaT)

- Principalmente con presencia de laderas inclinadas y áreas colinadas. La vegetación está constituida por gramíneas (ichu) y pajonales de puna.

l. Páramo muy húmedo Subalpino Tropical (pmh-SaT)

- De relieve suave a ligeramente ondulado. Con presencia de gramíneas y vegetales de hábitat perenne.

m. Matorral desértico Subalpino Tropical (md-SaT)

- De relieve quebrado variando a colinas, típico del borde occidental andino.
- La vegetación dominante es la tola.

n. Tundra pluvial Alpino Tropical (tp-AT)

- De relieve accidentado, variando a colinado u ondulado. Los suelos son principalmente ácidos y con un horizonte rico en materia orgánica (paramosoles).
- La vegetación es muy abundante y florísticamente más diversificada, conteniendo arbustos, semiarbustos y hierbas de tipo graminal, así como plantas arrosietadas y de porte almohadillado.

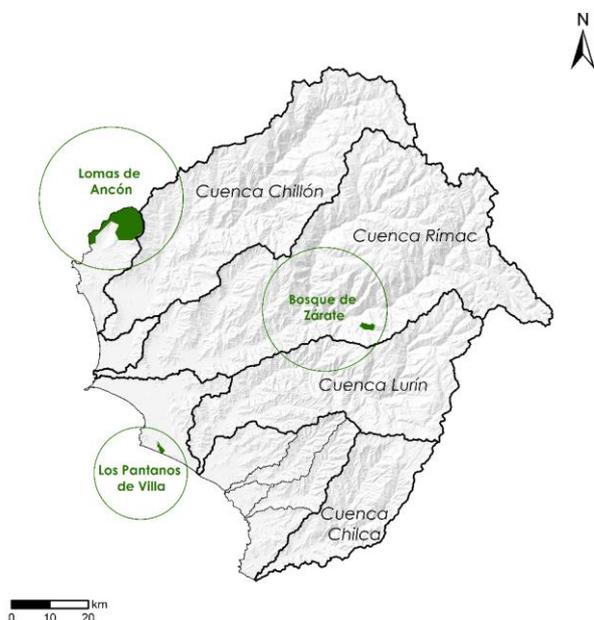
o. Nival Tropical (NT)

- Abarca totalmente todo el piso Nival. Estos glaciales se extienden a lo largo de las crestas frías de los Andes generalmente arriba de los 5 000 m.s.n.m.

2.7 Áreas Naturales Protegidas

Según la clasificación dada por el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP), en el ámbito del Consejo Chillón, Rímac y Lurín, existen tres áreas naturales protegidas que se describen a continuación (SERNANP, 2019).

Mapa 18. Áreas Naturales Protegidas



Fuente: SERNANP (2019)

a. Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa

Fue creada el 31 de agosto de 2006, mediante Decreto Supremo N°055-2006-AG. Con una superficie de 263,27 ha es una muestra de ecosistema tipo humedal característico de la costa peruana y como ecosistema natural y reservorio de diversidad genética. Desde 1997, es reconocido como Sitio RAMSAR por la Convención Relativa a los Humedales.

b. Zona Reservada Lomas de Ancón

Fue creada el 6 octubre de 2010, mediante Resolución Ministerial N° 189-2010-MINAM, con una extensión de 10 000 ha aproximadamente. Tiene el objetivo de proteger una muestra representativa del desierto y lomas de la costa del Perú, así como conservar la flora y fauna silvestre del área, promoviendo la investigación científica en los espacios de intercuenas en la costa peruana. De esta manera, se logra un espacio para la recreación, el turismo y la educación para los habitantes del norte de Lima.

c. Zona Reservada Bosque de Zárate

Fue creada el 13 de octubre de 2010, mediante la Resolución Ministerial N° 195-2010-MINAM, con una extensión de 545,75 ha. Su creación tiene el objetivo de conservar una porción representativa de los bosques nublados secos de la vertiente occidental de los andes, los cuales albergan una importante diversidad de especies de flora y fauna silvestre. Así también, tiene el objetivo de promover la

investigación científica, que sirva como base para la conservación del bosque y fomentar la recreación, turismo y educación ambiental.

Adicionalmente existen áreas de conservación regionales pertenecientes al Gobierno Regional de Callao y al Gobierno Regional de Lima, las cuales se listan a continuación.

a. Área de conservación regional Humedales de Ventanilla

Fue creada el 20 de diciembre de 2006, mediante Decreto Supremo N° 074-2006-AG y cuyos límites fueron precisados mediante Decreto Supremo N° 003-2012-MINAM. Con una superficie de 275,45 ha ubicadas en el distrito de Ventanilla, provincia Constitucional del Callao. Esta área tiene el objetivo de "(...) conservar una muestra representativa de los humedales presentes en la ecorregión del Desierto Pacífico Subtropical incluyendo los valores asociados y ecosistemas frágiles que constituyen el hábitat de la avifauna migratoria y residente y otras especies de fauna y flora local". (D.S. N° 074-2006-AG).

b. Área de conservación regional Lomas de Villa (propuesta)

Es una propuesta trabajada por la Municipalidad Metropolitana de Lima que incluye 10 890 ha y considera cinco áreas ubicadas en diez distritos de Lima: Ancón, Independencia, San Juan de Lurigancho, Rímac, Villa María del Triunfo, San Juan de Miraflores, Santiago de Surco y La Molina. Las cinco lomas consideradas son: Lomas de Ancón, Carabayllo 1 y 2, Lomas de Amancaes y Lomas de Villamaría.

3.1 Reseña histórica del desarrollo de las cuencas

Las primeras ocupaciones del territorio del ámbito de estudio se remontan a unos 12 000 años a.C. (época lítica 20 000 a.C.-5 000 a.C). Los primeros habitantes, quienes eran principalmente cazadores y recolectores nómades, se instalaban principalmente en lugares húmedos y ricos en flora y fauna, como la desembocadura del río Chillón y la tablada de Luín. Por su cercanía al mar y a los valles del Rímac y Chillón, estos habitantes se dedicaron a la pesca y agricultura.

Durante la conquista incaica, las poblaciones de Lima se integraron a la organización económica y social del Tahuantinsuyo con sus sistemas de caminos, acequias, intercambios y tributos.

Llegada la conquista española, se fundaron las ciudades que establecían el estado colonial. La ciudad del virreinato fue fundada en las orillas del Rímac por contar con "buen viento, buena agua, buena tierra, buena hierba, buenos bosques, buenos indios y buen puerto (Del Busto, 2004). Sus pobladores recogían y bebían agua directamente de las orillas del Rímac o de sus bocatomas, como el Huatica, el Maranga o Surco. En 1552, el Cabildo buscó fuentes más sanas de agua desde como los manantiales de La Atarjea. En 1556 se creó el Juzgado Privativo de Aguas, encargado de atender la distribución del agua en las acequias y pilas de la ciudad.

Progresivamente la gestión del agua se fue transformando. Antes del Código de Aguas de 1902, las políticas estaban enfocadas a la explotación minera, administración de encomiendas e imposición de tributos. En el año 1969 con la promulgación de la Ley de Reforma Agraria (Ley N°17716) y la Ley General de Aguas (Ley N°17752), se elimina la propiedad privada del agua y se limita la propiedad de tierras. Se establece allí que el agua es propiedad de la nación.

A partir de los años 90 se establecen las plataformas de gestión del agua en las cuencas Chillón, Rímac y Luín, como espacios de análisis, concertación, negociación y desarrollo de propuestas de los principales actores (organizaciones de regantes, asociaciones de usuarios, instituciones estatales, organizaciones no gubernamentales, profesionales, entre otros).

En el año 2006, se crea la Autoridad Autónoma de la Cuenca Hidrográfica de la Cuenca Chillón Rímac Luín, aprobada mediante Resolución Ministerial N°0023-2006-AG.

En noviembre de 2007, se crea la "mesa de trabajo de la cuenca del río Luín y área sur de Lima", que tuvo como objetivo enfrentar la escasez y mal uso del agua. Fue liderada por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento e IPROGA. Participaron actores vinculados con la temática del agua con el interés de garantizar las fuentes de agua para consumo humano, industrial, y sobre todo agrícola, principal actividad en la cuenca del río Luín.

Un hito importante es la creación de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), en el año 2008, como un Organismo Técnico Especializado adscrito al Ministerio de Agricultura y como la máxima autoridad técnica normativa en materia de recursos hídricos y sus bienes asociados. La ANA es el ente rector del Sistema Nacional de Recursos Hídricos, que es parte del Sistema Nacional de Gestión Ambiental.

Posteriormente, en el 2009, se aprueba Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338) que establece la gestión integrada del agua y por cuencas. Además, crea las Administraciones Locales de Agua (ALA) que dependen de las Autoridades Administrativas del Agua (AAA).

También existieron otros esfuerzos locales para enfrentar desafíos primordiales en las cuencas. En el 2009, la Oficina de la Defensoría de Lima Norte y 6 municipios de Lima Norte, impulsan la mesa de trabajo para la conservación del río Chillón, residuos sólidos y áreas Verdes, con el fin de realizar acciones de limpieza del cauce del río Chillón ante la temporada de lluvias. En el año 2010, se constituyó el Grupo de Trabajo Multisectorial de la Cuenca del Río Chillón, dependiente del Ministerio del Ambiente (RM N°145-2010-PCM) para apoyar las acciones del Estado en materia de prevención, control y recuperación de la calidad ambiental, así como de la conservación y uso sostenible del recurso agua en el ámbito de la cuenca hidrográfica del Río Chillón. En diciembre del 2012, el Poder Ejecutivo creó la Comisión Multisectorial para la recuperación de la calidad de los recursos hídricos de la cuenca del río Rímac (DS-022-2012-AG) grupo que funciona adscrito al Ministerio de Agricultura y que es de naturaleza permanente. Tiene por objeto coordinar, establecer, determinar, efectuar las acciones de seguimiento, promover las inversiones necesarias y la emisión de los informes técnicos para la recuperación de la calidad de los recursos hídricos de la cuenca.

Finalmente, en el año 2016, se crea el Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca Interregional Chillón Rímac Luín como órgano de naturaleza permanente de la ANA (D.S. N°007-2016-MINAGRI), que participa en la planificación, coordinación y concertación del aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos en su ámbito. Está compuesto por la Municipalidad Metropolitana de Lima, Gobierno Regional de Lima, Gobierno Regional del Callao, la AAA Cañete-Fortaleza, tres representantes de gobiernos locales, tres representantes de los usuarios agrarios, tres representantes de los usuarios no agrarios, dos representantes de los colegios profesionales, tres representantes de las universidades y un representante de las comunidades campesinas.

3.2 Demografía y dinámica poblacional

3.2.1 Población de la cuenca

La población de la cuenca del río Chillón es de 1 877 563 habitantes, con un porcentaje de 49,22% hombres y 50,78% mujeres. La mayor proporción de la población se encuentra asentada en la zona urbana de la cuenca, la misma que representa un tercio del ámbito de estudio.

La cuenca del río Rímac alberga una población total de 6 488 221 habitantes, conformada por los habitantes de cinco distritos de la Provincia Constitucional del Callao, 17 distritos de la Provincia de Huarochirí, y 29 distritos de la Provincia de Lima. La población de hombres en la cuenca es de 48,7% mientras que la de mujeres es de 51,3%. Más del 95% de la población es urbana.

La cuenca del río Luquí tiene una población total de 193 597 habitantes de ocho distritos de la provincia de Lima y siete distritos de la provincia de Huarochirí. La población masculina representa el 51,4% mientras que la población femenina el 48,6%.

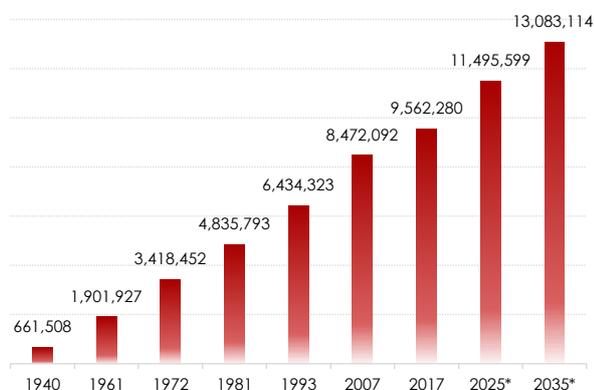
La cuenca del río Chilca tiene una población de 72 375 habitantes de ocho distritos de la provincia de Lima.

3.2.2 Crecimiento poblacional, migración e inmigración

El crecimiento poblacional en Lima y Callao se debe, principalmente, a la migración acentuada durante la segunda parte del siglo XX. Según lo señalado por el INEI, el crecimiento poblacional más importante se produjo en el período comprendido entre 1961 y 1972, en el que la tasa de crecimiento anual llegó a 5,5% (Figura 2, Figura 3, Figura 4).

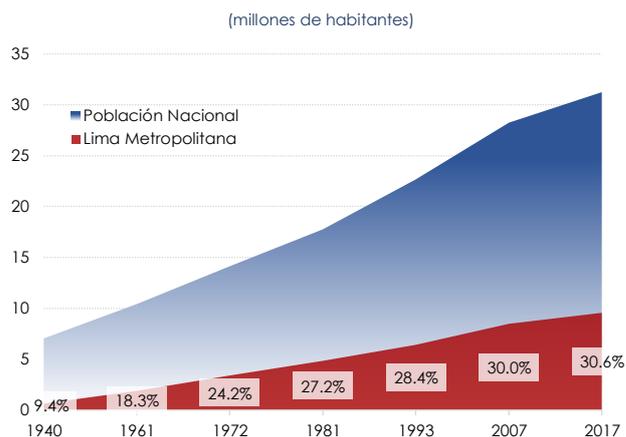
El fenómeno migratorio se produjo a causa del centralismo, el progresivo desarrollo comercial e industrial de la ciudad y las mejoras en los servicios de salud y educación urbana, las cuales atrajeron migraciones de provincia, y más recientemente por la expulsión de la población rural huyendo de la violencia localizada en la región andina (INEI, 1995).

Figura 2. Evolución de la población de Lima Metropolitana, provincia de Lima y Callao (habitantes)*



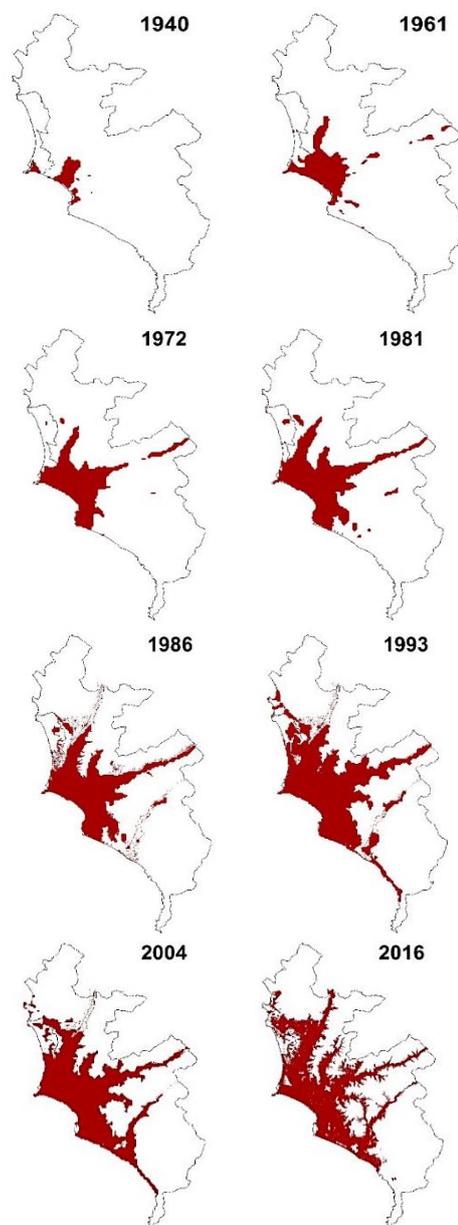
Fuente: Censos Nacionales de 1940, 1961, 1972, 1981, 1993, 2007 (INEI). *Población proyectada al año 2035 por INEI y el Instituto Metropolitano de Planificación (2014)

Figura 3. Evolución de la población de Lima Metropolitana



Fuente: Censos Nacionales de 1940, 1961, 1972, 1981, 1993, 2007 (INEI); *Población proyectada al año 2015 por INEI

Figura 4. Crecimiento demográfico de Lima Metropolitana



Fuente: MML- IMP (2014)

Si bien es cierto que las tasas migratorias han disminuido, esto no significa que la complejidad con la que se tienen que atender las demandas de la población se haya reducido. Según la proyección del IMP (2014), existen alrededor de 10 millones de habitantes asentados en la provincia de Lima y Callao, que representa el 32% de la población nacional. Es decir, la tercera parte de la población se encuentra en la zona costera de las cuencas Chillón Rímac y Lurín. Asimismo, se proyecta que para el 2035, la población será de 13 millones de habitantes, lo cual representa un reto para la gestión integrada de los recursos hídricos.

Como parte de las dinámicas propias de las cuencas del Consejo, se puede mencionar que, en la parte alta de las cuencas, principalmente Rímac y Chillón, se ha producido el ausentismo y abandono de tierras y de actividades agrícolas, debido a que gran parte de la población se trasladó a la zona urbana de Lima, lo cual dificulta la actividad agrícola. Las áreas bajo riego de acuerdo con el sistema hidráulico se encuentran detalladas en el capítulo 7.

3.2.3 Pobreza y necesidades básicas

En el ámbito de estudio, la provincia que tiene un mayor porcentaje de pobreza es Huarochirí con aproximadamente 29% de población pobre (INEI, 2010). En la Tabla 18 se detalla el nivel de pobreza por Provincias.

En general, la mayoría de la población está calificada por INEI como no pobre. Sin embargo, las provincias que ocupan las partes altas representan una mayor parte del total de pobreza.

Tabla 18. Indicador de pobreza

| Departamento | Provincia | Pobre (%) | | | No Pobre |
|----------------------|-------------------|-----------------|---------|------------|----------|
| | | Total de pobres | Extremo | No extremo | |
| Lima | Huarochirí | 29,6 | 6,9 | 22,7 | 70,4 |
| | Lima | 17,5 | 0,8 | 16,7 | 82,5 |
| | Canta | 29,2 | 8,5 | 20,7 | 70,8 |
| | Cañete | 26,6 | 4,6 | 21,9 | 73,4 |
| Departamento de Lima | | 15,4 | 0,8 | 14,7 | 84,6 |
| Callao | Callao (distrito) | 13,2 | 0,4 | 12,7 | 86,8 |

Fuente: INEI (2010)

3.3 Servicios

3.3.1 Salud

Según el Ministerio de Salud (MINSa, 2019), para el departamento de Lima la esperanza de vida al nacer es de 77 años y la tasa de mortalidad infantil ha disminuido de 15,1 en 2001 a 11,1 en 2010.

Así también, Lima Metropolitana cuenta con 389 centros de salud, entre centros médicos, postas y hospitales. En el caso del Callao, dadas las transferencias de competencias al Gobierno Regional del Callao, los centros administrados por el GORE son 54 (Lima Como Vamos, 2017).

a. Morbilidad

Según el registro del MINSa, la enfermedad más recurrente en Lima y Callao fue infección aguda en las vías respiratorias, que representó el 15% de casos (1 211 249). A esta le siguen las enfermedades de la boca, con el 14% de los casos, y, en tercer lugar, con un porcentaje mucho menor, se encuentra la obesidad (3%).

Según los rangos de edad, se observa que las cifras más altas de ocurrencia en menores de 12 años corresponden a las enfermedades infecciosas intestinales. Entre los 12 y 17 años, las enfermedades en la boca, respiratorias y obesidad son más frecuentes. Entre los 18 y 29 años se dan principalmente, enfermedades bucales, respiratorias y los trastornos vinculados al embarazo. Tanto en los grupos de 30 a 59 años como de 60 años a más, las principales enfermedades son las bucales, respiratorias y degeneración en la columna.

b. Mortalidad

La principal causa de muerte en Lima y Callao fueron los tumores malignos (cáncer), que representó el 24% de casos registrados por el MINSa. Le siguen las

muerres por influenza o neumonía (14%) y la diabetes (5.04%).

3.3.2 Educación

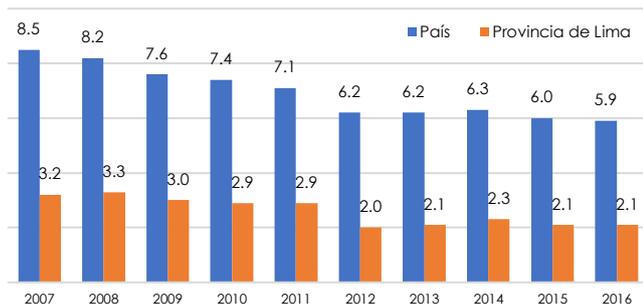
La tasa de analfabetismo de la población de 15 y más años ha disminuido de 3,5% para el año 2007 a 2,5% para el año 2015 (MINSa, 2019).

Para el caso de Lima Metropolitana (MINEDU, 2015) en el año 2014, casi todos los distritos tuvieron más del 90% de locales escolares de educación básica con los tres servicios básicos (agua potable, desagüe y electricidad), con la excepción de Pachacamac y Santa Rosa (Lima Como Vamos, 2017).

En primaria, la región pasó de tener en 2005 el 18% de escuelas con Internet a 74,3% en 2014 con un valor superior al nacional (27,9%). Algo similar ocurre en secundaria, Lima Metropolitana pasó de 32% de escuelas con internet en el 2005 a 83% en el 2014, cifra mayor a la observada en todo el país (52%).

Una fortaleza de Lima es que más del 75% de la población ocupada tiene Secundaria y Educación Superior, lo que ha generado una mano de obra capaz de realizar tareas más complejas y de mayor calificación. En la Figura 5 se muestra la tasa de analfabetismo de la población del país y a nivel Lima provincia, se puede observar cómo está ha disminuido en entre el 2007 y 2016 (INEI, 2017).

Figura 5. Tasa de analfabetismo de la población de 15 y más años (2007–2016) en porcentaje



Fuente: INEI, Encuesta Nacional de Hogares (2017)

3.3.3 Saneamiento básico

De las 50 Empresas Prestadores de Servicios de Saneamiento (EPS) que existen en el Perú, SEDAPAL, con más de 1 millón de conexiones domiciliarias, administra los servicios de saneamiento de Lima Metropolitana. La cobertura de agua potable y alcantarillado son 95,82% y 91,91% respectivamente (SUNASS, 2017). Además, realiza el tratamiento del 92,39% de las aguas residuales producidas en las redes de alcantarillado.

Fuera del ámbito de SEDAPAL, los servicios de agua potable y alcantarillado, dependiendo del tamaño de la población atendida, cuentan con otro tipo de prestadores. Puede ser la Unidad de Gestión Municipal de Servicios de Saneamiento del Gobierno Local (UGM Municipal), o en zonas rurales con menos de 2 000 habitantes, Juntas Administradores de Servicios de Saneamiento (JASS). Estos sistemas son infraestructura hidráulica menor que, para el caso de agua, se abastece de captaciones directas de ríos, lagunas, manantiales y pequeñas quebradas. La infraestructura de alcantarillado y plantas de tratamiento funcionan como sistemas locales para la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales.

3.3.4 Electrificación

Las viviendas de las ciudades y centro poblados de las cuencas del Consejo cuentan con alumbrado eléctrico a través de empresas distribuidoras como Luz del Sur (zona sureste de Lima) y ENEL, siendo la última el principal generador de energía hidroeléctrica.

3.3.5 Comunicación

Las cuencas del Consejo cuentan con una red vial que se interconectan todas las provincias que las componen y sus respectivos distritos. Las cuencas de Chillón y Rímac cuenta con una carretera principal asfaltada, desde la parte baja hasta la parte alta de cada cuenca, mientras las cuencas de Luín y Chilca aún tienen gran parte de carretera afirmada y en algunos casos trochas carrozables. Algunos distritos en la zona altoandina, principalmente, se encuentran interconectados mediante una red vial rural o vecinal, las cuales se constituyen generalmente de trocha carrozables, las mismas que en época de lluvia, ven afectada sus condiciones y mantenimiento debido a los deslizamientos.

Adicionalmente, se debe de mencionar, que se cuenta en el ámbito con el aeropuerto internacional Jorge Chávez y el puerto del Callao, ambos ubicados en la provincia constitucional del callao, que permiten las operaciones comerciales con diversos mercados nacionales y extranjeros.

El aeropuerto internacional Jorge Chávez cuenta con la mayor cantidad de flujo de pasajeros en Latinoamérica, convirtiéndose, principalmente debido a su ubicación, en un importante centro de conexión del continente.

El puerto del Callao es principal transporte marítimo del país (concentra 90%). En Lima también se encuentra un pequeño puerto en el distrito de Luín cuyo tránsito, principalmente, se debe a los barcos petroleros de la refinería de Conchán que se encuentra en esa zona.

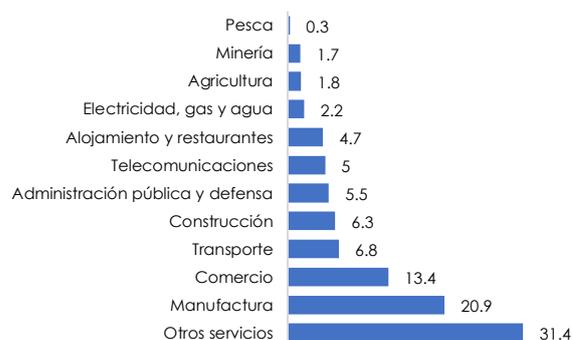
Por último, es necesario mencionar que los principales medios de comunicación masivos como televisión, radio, telefonía y prensa se concentran en Lima y Callao.

3.4 Aspectos económicos

3.4.1 Actividades económicas principales y producción

En la Figura 6. se aprecian las principales actividades económicas de la ciudad capital. De acuerdo con el porcentaje, de mayor a menor, Otros servicios es la principal actividad (31,4%), seguida por Manufactura (20,9%), Comercio (13,4%), Transporte (6,9%) y Construcción (6,3%). Estas actividades son importantes para la Lima Metropolitana porque generan la mayoría de los empleos y un impacto en la economía de las familias. El rubro Otros servicios, actividad principal, está compuesto por intermediación financiera y de seguros, servicios prestados a empresas y servicios personales (SINEACE, 2018).

Figura 6. Principales actividades económicas de Lima Metropolitana (en porcentaje)



Fuente: MINEDU (2015)

A continuación, se detallan las principales actividades económicas en el ámbito de estudio, como son: minería, agricultura y energía.

3.4.2 Minería

El documento de PLAM 2035 (MML, 2015), señala que en la cuenca del río Rímac existen 27 centros mineros, de los cuales siete se encuentran en operación y 20 están cerrados o abandonados. Añade que los distritos de Chicla, San Mateo, Matucana, Surco, Huanza y Carampoma en Huarochirí son los de mayor concentración de labores. Los centros mineros más destacados de la zona son los de Casapalca, Tamboraque, Millontingo, Pacococha, Colqui, Venturosa, Caridad, Lichicocha y Cocachacra.

Existe explotación de oro y plata en las partes altas de la Cordillera del lado Sur de la cuenca Chillón, explotación que se realiza a nivel artesanal e informal con la participación de más de 3 000 mineros informales asentados en las localidades de Pucará, Yangas, Caballero, Torre Blanca y Arahua que migran de distintos lugares del país. De otro lado, en la parte media de las cuencas, en particular del Rímac y Chillón, hay minería aurífera desde las quebradas Torre Blanca y Huarangal hasta Arahua, Santa Rosa de Quives y Huamantanga, ligada a la presencia del batolito andino, mineralizado con oro y plata en vetas de cuarzo (MML; GORE Lima; GORE Callao, 2014).

La minería polimetálica es desarrollada principalmente en la cuenca del río Rímac, la provincia de Huarochirí destaca en la producción de minerales metálicos con el predominio del zinc, el plomo y la plata y por la existencia de canchas de relaves. Esta actividad ha generado la contaminación de las aguas y suelos en la cuenca del Rímac, quebradas con fuertes pendientes, con relaves mineros de alto contenido de metales pesados tóxicos.

En el caso específico de la cuenca del Chillón se sabe que la explotación de oro se da en la parte alta (INGEMMET, 2010), principalmente en la provincia de Canta.

Por otro lado, se desarrolla minería no metálica en la parte baja de las cuencas del Consejo, estando la de mayor envergadura en la parte baja de Lurín. Esta minería, dedicada principalmente a la extracción intensa de materiales de construcción como arenas, piedras, arcillas, arenas eólicas y materiales para infraestructura vial, se desarrolla principalmente en Ancón, Villa el Salvador, Atocongo, Lúcumo, cruz de Hueso y Aguas Verdes. La empresa Unión Andina de Cementos (UNACEM) es el actor más importante de la actividad minera no metálica que desarrolla esta actividad a gran escala. Se encuentra ubicado en la zona Villa María del triunfo y extrae material en tajo abierto. Adicionalmente, es necesario mencionar que para la extracción de las arcillas de suelo clase A, los actores involucrados en esta actividad, explotan suelos agrícolas de los distritos de

Carabayllo, Ñaña, Huachipa degradándolos para la fabricación de ladrillos.

3.4.3 Agricultura

Las unidades agropecuarias en las cuencas del Consejo presentan una alta fragmentación. El 50% de las unidades agropecuarias corresponden a superficies menores de 3 ha, las cuales ocupan el 70% de la superficie agrícola de las cuencas.

La población que se dedica a la actividad agrícola se organiza, para el uso del agua en las organizaciones de usuarios, las mismas que son reconocidas por la ANA. En la parte alta, la organización de los usuarios de agua para la actividad agrícola se da en torno a las comunidades campesinas. Cabe mencionar también, que el bajo precio competitivo de los cultivos producidos en las cuencas como papa, maíz, no ha favorecido el sostenimiento de la PEA activa en esta actividad, lo cual también favoreció el proceso de migración hacia ciudades de la costa.

En la cuenca media del Chillón se ha observado un incremento en el cultivo de frutales como durazno, manzana, mango, ciruelo. En la cuenca de Rímac, se ha promovido espacios poblacionales productivos con el cultivo de frutales como chirimoya, manzana, membrillo, paca, hierbas aromáticas. En la cuenca de Lurín, en los últimos años se ha promovido el cultivo de tuna, manzana, membrillo, alfalfa, algunos de las organizaciones de productores en esta cuenca, cuentan con certificaciones orgánicas, por lo cual pueden colocar sus productos en mercados extranjeros. Por otro lado, en Chilca, se observa una gran producción de tuna y cochinilla para el abastecimiento de Lima y del Sur. en la parte media.

El PLAM 2035, señala que la reducción del área agrícola obedece a la presión de ocupación de suelo urbano en el caso del valle del Rímac y Chillón, para uso predominantemente residencial y en el valle del Río Lurín para uso industrial y residencial. Entre estos valles, el que más ha perdido su área original es el Rímac más del 67%. El valle del Chillón ha perdido el 60% de su suelo agrícola en el Fundo Chuquitanta y el sector del valle que forma parte del distrito de Carabayllo. El valle de Lurín ha perdido casi la tercera parte del área original.

En las partes medias y altas de las cuencas, salvo algunas localidades en el caso de Lurín, la agricultura que se desarrolla es más bien de baja intensidad y como actividad complementaria.

3.4.4 Energía

Lima Metropolitana se abastece principalmente de la producción de energía eléctrica generada las cuencas del Rímac y Chillón, a través del sistema interconectado del centro.

En la cuenca del río Rímac el operador de la energía eléctrica es la empresa ENEL PERU S.A.C., la misma que opera cinco centrales hidroeléctricas:

-  Central Hidroeléctrica Callahuanca
-  Central Hidroeléctrica de Moyopampa
-  Central Hidroeléctrica de Huampaní
-  Central Hidroeléctrica de Huinco

🌊 Central Hidroeléctrica de Matucana

Adicionalmente, están:

- 🌊 Central Hidroeléctrica de Huanza, filial del grupo Buenaventura, que inició sus operaciones en el año 2014, siendo la energía producida destinada a proyectos mineros.
- 🌊 Central Hidroeléctrica Huanchor, de la minera Corona, que inició sus operaciones en el año 2002.

Entre los operadores de energía eléctrica en la cuenca del río Chillón, podemos mencionar:

- 🌊 Central Hidroeléctrica de Canta
- 🌊 Central Hidroeléctrica de Yaso

3.4.5 Población económicamente activa (PEA)

De acuerdo con el expediente de creación del Consejo (2014), y los datos del INEI (2007), la PEA es la siguiente:

- 🌊 Cuenca del río Chillón: PEA de 796 057, que (42% de la población total de la cuenca).
- 🌊 Cuenca del río Rímac: con una PEA de 2 919 999 (45% de la población total de la cuenca).
- 🌊 Cuenca del río Luín: con una PEA de 81 612 (42% de la población total de la cuenca).
- 🌊 Cuenca del río Chilca: con una PEA de 1 924 (44,5% de la población total de la cuenca).

En Lima Metropolitana (INEI, 2019), la PEA está compuesta por 5 258 700 personas.

3.4.6 Los conflictos sociales en la cuenca

Respecto a los conflictos mineros, el 22º Observatorio de Conflictos Mineros en el Perú (2018), menciona lo siguiente:

"(...) La amenaza de los relaves ubicados en el cerro **Tamboraque** continúa poniendo en riesgo el río Rímac. En diciembre, el OEFA ordenó 5 medidas administrativas a la empresa [...] OEFA constató que la poza de colección de aguas fluviales del Depósito de Relaves Triana se encontraba desmantelada y sin ningún otro sistema de contingencia similar ante las lluvias de la temporada, existiendo riesgo de impacto sobre las aguas de los ríos Aruni y Rímac. Como se recuerda, en los depósitos de Tamboraque se almacenaron hasta 6 900 m³ de relaves, los que se encuentran en proceso de traslado tras muchos años de demoras, luego de que en 2008 se declaró la zona en emergencia. Estos relaves podrían caer sobre el río Rímac en casos de lluvias intensas o de sismos.

Precisamente en meses recientes una falla geológica ha venido ocasionando un conjunto de sismos en Tamboraque. De ocurrir un incidente de este tipo, el agua que utiliza la ciudad de Lima, con más de 10 millones de habitantes, resultaría gravemente contaminada (...)"

Así también, el reporte menciona una controversia entre comuneros de Junín sobre el proyecto Ariana y menciona:

" (...) una controversia entre comuneros de Junín ha despertado las alarmas sobre otro caso que, eventualmente, también podría poner en riesgo el recurso hídrico que abastece a Lima. Se trata del proyecto **Ariana**, de la compañía minera Southern Peaks, ubicado en el distrito de Marcapomacocha (provincia de Yauli, Junín). Este proyecto ya cuenta con un EIA aprobado y se encuentra en fase de construcción, con una inversión inicial estimada de unos US\$ 125 millones para su primera fase."

Por otro lado, se identifican algunos conflictos por el tema de límites territoriales, principalmente centrados a nivel de distritos y comunidades campesinas, esto produce una dificultad al tener que percibir la importancia o interiorizar, por parte de los pobladores y autoridades, el enfoque de cuenca hidrográfica como un sistema de gestión, prevaleciendo el enfoque geopolítico.

Adicionalmente, se identifican también conflictos de competencias en la licencia del uso del agua, hay algunos usuarios que tiene licencia y pagan tarifa de riego mientras que utilizan el agua para fines recreacionales o turísticos, adicionalmente, se observan algunos conflictos entre comunidades y las empresas generadoras de energía por el volumen captado y por territorios (GI-CRHCI-CHIRILU, 2014).

Finalmente, en los últimos meses se han observado conflictos sociales, no necesariamente relacionados directamente al recurso hídrico, pero que si generan un distanciamiento entre los pobladores de las cuencas y sus autoridades, lo cual debilita la gobernabilidad y la legitimidad de sus intervenciones y la gobernabilidad. Uno de ellos, tal como es el caso del conflicto por la ubicación y la tarifa de los peajes, tanto en la carretera panamericana sur como en la carretera panamericana norte, y, otro caso es el reciente paro agrario convocado por las Juntas de Usuarios del país (Defensoría del Pueblo, 2019).

3.5 Ordenamiento territorial en la cuenca y su análisis

En el Perú, se ha reconocido ampliamente la importancia de la implementación del proceso de Ordenamiento Territorial para planificar y tomar decisiones en forma coherente e integrada (Resolución Ministerial N° 026-2010-MINAM).

En julio de 2011, el Gobierno Regional de Lima transfirió las competencias y funciones sobre ordenamiento territorial a la Municipalidad Metropolitana de Lima, de acuerdo con la Ley de Bases de la Descentralización (Artículo 33º). Sin embargo, a la fecha no se cuenta con un Plan de Ordenamiento Territorial. No obstante, a ello, existen algunos trabajos desarrollados en el ámbito de

estudio y otras iniciativas en camino que buscan definir el ordenamiento territorial con enfoque de cuenca.

Se tiene, por ejemplo, que el Gobierno Regional del Callao elaboró en el año 2009 su Zonificación Ecológica Económica (ZEE), en el que se identifican unidades y tipos de uso como agricultura, pesca minería, hidrocarburos, residencial, comercial, conservación y protección entre otros. Esta zonificación fue aprobada mediante Ordenanza Regional N° 008-2009-GRC y actualizada mediante Ordenanza Regional N° 005-2012-GRC/CR.

Por otro lado, el Gobierno Regional de Lima y Lima Metropolitana se encuentran en la Etapa inicial de la elaboración de su ZEE (MINAM, 2017). En el caso del Gobierno Regional de Lima, el año 2013 declaró de interés regional la ZEE y el Ordenamiento Territorial a través de la Ordenanza Regional N°006-2013-CR-RL.

Un esfuerzo para el desarrollo y la organización del territorio en Lima lo constituye el Plan de Desarrollo Local Concertado, en el que se identifican cuatro áreas interdistritales en Lima Metropolitana: Lima Norte, Lima Este, Lima Sur y Lima Oeste, basándose en la mayor dinámica y desarrollo de servicios locales con relaciones funcionales y naturales que se encuentran en constante ajuste de los límites políticos administrativos de los 42 distritos que la integran. En este documento se identifican la infraestructura de transporte público, ciclovías, vulnerabilidad en el acceso a la ciudad, los corredores viales, metros de Lima, áreas naturales y zonas de peligro ante desastres en Lima Metropolitana (MML, 2016).

Otro esfuerzo en Lima es en PLAM 2035, Plan Metropolitano de Desarrollo Urbano de Lima y Callao. Este instrumento busca, entre otras cosas, desarrollar una ciudad policéntrica con diversos ejes residenciales y comerciales accesible por un sistema de movilidad integral e incidir sobre las desigualdades urbanísticas para mejorar el desarrollo económico y social por medio de provisión de servicios, espacios abiertos, calidad ambiental y gestión del riesgo. Adicionalmente, propone una clasificación de suelo para Lima Metropolitana teniendo en cuenta la gestión integral, protección y restauración de los ecosistemas naturales y urbanos, (MML, 2015), (ONU-Habitat, 2015). La clasificación propuesta incluye:

- Área Urbana: donde se encuentran servicios, equipamiento o infraestructura básica y donde ya existe ocupación

- Área Urbanizable: es el área destinada para expansión urbana estipulada en el PLAM.
- Área no Urbanizable: se le considera así al área que no tiene un valor adecuado para el desarrollo urbano, por lo cual recomienda su protección o preservación.

Adicionalmente, existe la propuesta de Plan de Ordenamiento Territorial de Lima Metropolitana – Callao y las Cuencas Chillón y Lurín-Chilca (SEDAPAL, 2014), elaborada entre SEDAPAL y el MVCS y presentada en el marco de la COP20. En esta propuesta se trabajó un diagnóstico multidisciplinario que consideró factores sociales, económicos, físicos y biológicos, para determinar las unidades socioambientales del ordenamiento y uso potencial identificándose áreas con aptitud Natural para la conservación, áreas ambientales críticas, áreas con peligros y la capacidad de gestión en dos de las tres cuencas del Consejo.

Otra propuesta de ordenamiento territorial se trabajó en el marco de un convenio entre el IMP, el GORE Callao, la MML y la ONG Alternativa, en el ámbito de la cuenca del río Chillón. Este trabajo es un modelo territorial futuro de la cuenca, donde se presentan áreas de protección, recreación, turismo de alta montaña, ecoturismo, regulación hídrica, minería metálica y no metálica, pesca artesanal, reserva biológica marítima, ganadería, un corredor ecoturístico modelo futuro y suelo urbano (MML-IMP, 2013).

Durante el año 2019, el Ministerio del Ambiente retomó el contacto con la gestión entrante del Gobierno Regional de Lima y la Municipalidad Metropolitana de Lima para capacitarles sobre la importancia de esta planificación, definir una comisión encargada de la elaboración de los instrumentos técnicos sustentatorios del Ordenamiento Territorial, con enfoque de cuenca.

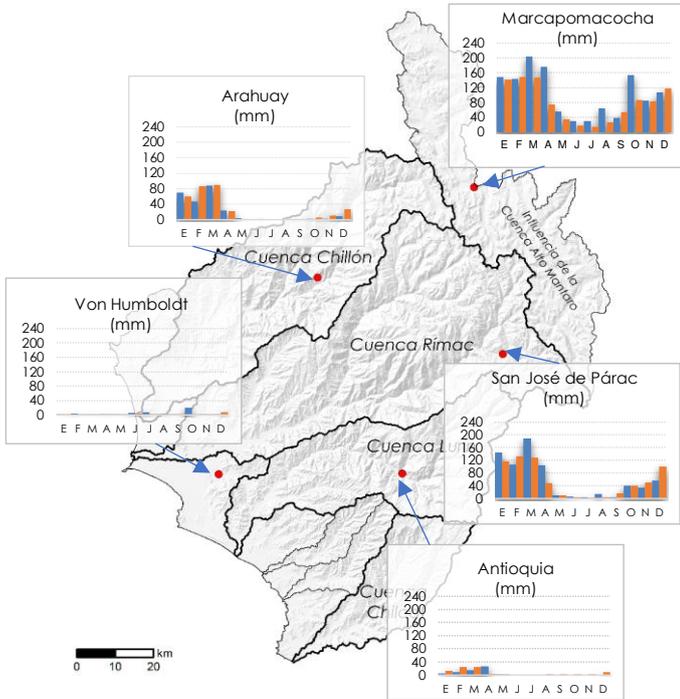
4 RECURSOS HÍDRICOS

4.1 Recursos atmosféricos – precipitación

La principal fuente de agua es la precipitación, que tiene un comportamiento estacional definido y cuya magnitud varía mensualmente y cada año.

El comportamiento de la precipitación depende de la altitud a la que se registra. En el Mapa 19 se observa el comportamiento de la precipitación en estaciones representativas de cada cuenca.

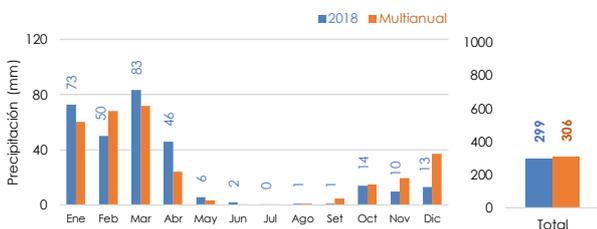
Mapa 19. Estaciones representativas de precipitación



Fuente: Observatorio del Agua (2018)

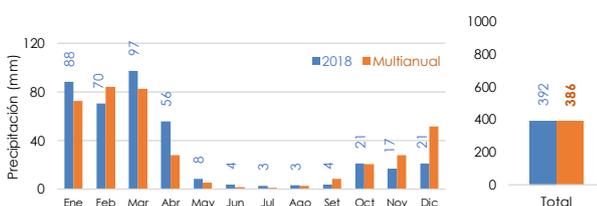
Las siguientes figuras muestran la precipitación mensual para el año 2018, por cuenca, comparada con la precipitación multianual. En todos los casos existe una variación estacional (época de avenida y época seca), mostrando los mayores valores acumulados la cuenca del Alto Mantaro.

Figura 7. Precipitación mensual de la cuenca del río Chillón



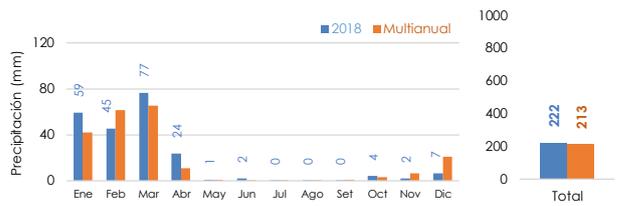
Fuente: PISCO, SENAMHI (2018)

Figura 8. Precipitación mensual de la cuenca del río Rímac



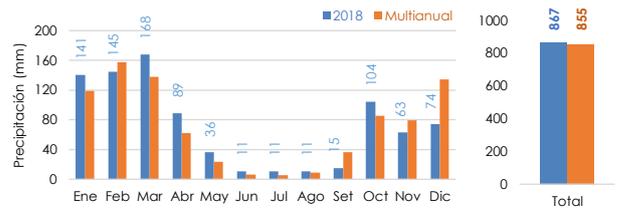
Fuente: PISCO, SENAMHI (2018)

Figura 9. Precipitación mensual de la cuenca del río Lurín



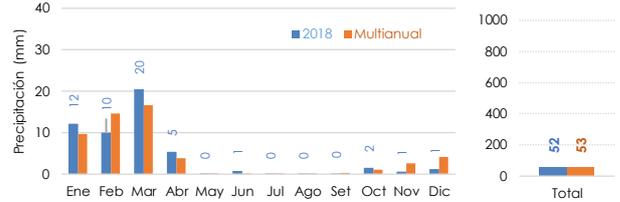
Fuente: PISCO, SENAMHI (2018)

Figura 10. Precipitación mensual del Alto Mantaro



Fuente: PISCO, SENAMHI (2018)

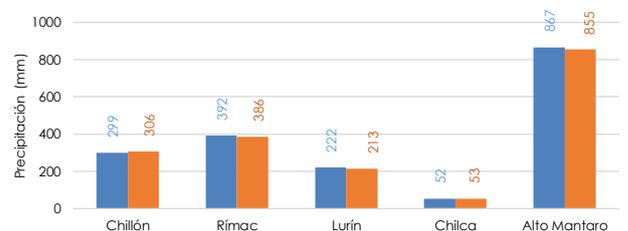
Figura 11. Precipitación mensual de la cuenca del río Chilca



Fuente: PISCO, SENAMHI (2018)

En la Figura 12 se muestra la precipitación acumulada por cuenca para el año 2018 respecto a la multianual. Se puede apreciar que la mayor acumulación se da en la cuenca del Alto Mantaro. Los valores de las cuencas del Chillón Rímac y Lurín son cercanos y la cuenca Chilca es la que menor valor de precipitación acumulada registra, salvo en periodos de máximas avenidas y eventos extremos.

Figura 12. Precipitación acumulada por cada cuenca



Fuente: PISCO, SENAMHI (2018)

4.2 Índice de Precipitación Estandarizado (SPI)

El Índice de Precipitación Estandarizado (SPI) fue creado con la finalidad de monitorear los eventos extremos de sequías y humedad (McKee, Doesquen, & Kleist, 1993). Este índice se utiliza en más de 70 países, dado la facilidad de cálculo y los principios estadísticos, que se basan en el análisis de la precipitación acumulada con respecto al promedio histórico.

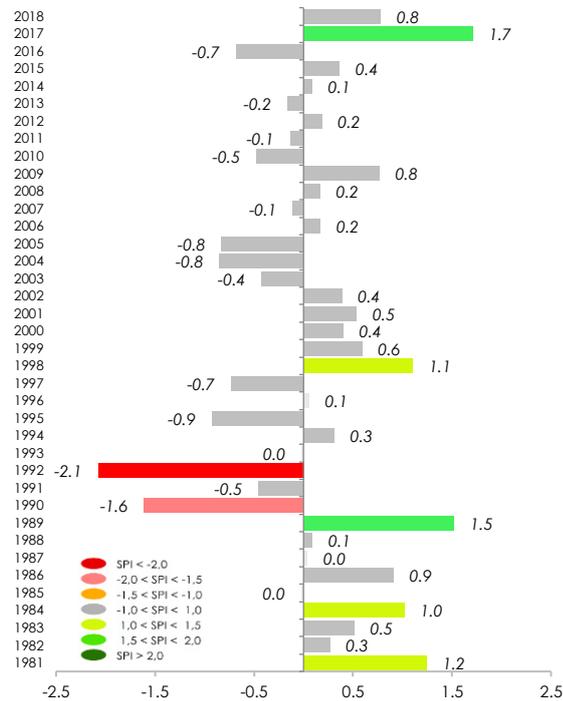
Se ha previsto la aplicación del SPI3 para el análisis de los periodos húmedos y secos, el cual se sustenta en la precipitación acumulada de tres meses (de enero a marzo) con respecto al comportamiento histórico de los mismos. Para la interpretación de los resultados, los valores por debajo de -1 indican condiciones de déficit significativos, mientras que valores mayores que +1 indican condiciones más húmedas que lo normal (Tabla 19).

Tabla 19. Índice de precipitación estandarizada (SPI)

| Descripción | SPI |
|---------------------------------|---------------------|
| Extremadamente seco | $SPI < -2.0$ |
| Severamente seco | $-2.0 < SPI < -1.5$ |
| Moderadamente seco | $-1.5 < SPI < -1.0$ |
| Normal o aproximadamente normal | $-1.0 < SPI < 1.0$ |
| Moderadamente húmedo | $1.0 < SPI < 1.5$ |
| Muy húmedo | $1.5 < SPI < 2.0$ |
| Extremadamente húmedo | $SPI > 2.0$ |

Fuente: PISCO, SENAMHI (2018)

Figura 13. SPI en las cuencas del Consejo Chillón, Rímac y Lurín (SPI 3 enero a marzo 2018)

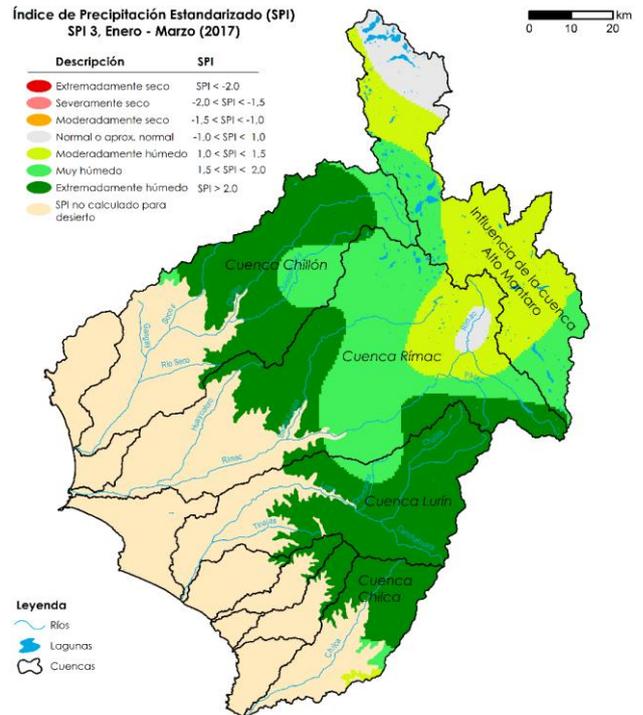


Fuente: Observatorio del Agua en base a PISCO, SENAMHI (2018)

En la Figura 13, se muestra el análisis de SPI3 de los últimos 35 años. Se identificó un periodo con sequía extrema (1992), un periodo con sequía severa (1990) y dos periodos con humedad severa (1989 y 2017). Este último, asociado al fenómeno de "El Niño Costero", uno de los más intensos de los últimos cien años, caracterizado por fuertes lluvias en la parte media de la cuenca, llegando a niveles de humedad extrema (EFEN, 2017).

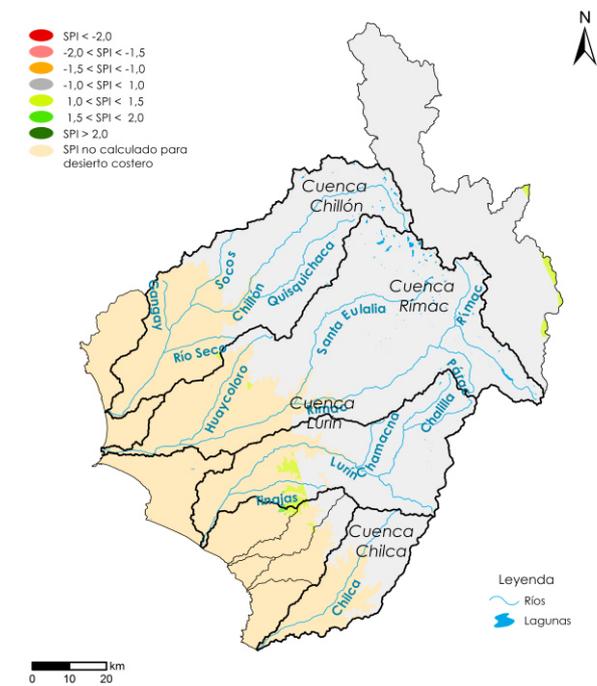
El Mapa 20 y el Mapa 21 muestran el análisis del SPI de enero-marzo para los años 2017 y 2018 respectivamente. Para el año 2017, la interpretación de los valores indica que ese año fue "muy húmedo". Mientras que para el año 2018, la interpretación de los valores indica que ese año fue "normal o aproximadamente normal" en todo el ámbito de estudio.

Mapa 20. Índice de precipitación estandarizada (SPI) SPI3, año 2017



Fuente: Observatorio del Agua en base a datos PISCO, SENAMHI (2017)

Mapa 21. Índice de precipitación estandarizada (SPI) SPI3, año 2018



Fuente: Observatorio del Agua en base a datos PISCO, SENAMHI (2018)

4.3 Aguas superficiales

Las principales fuentes de agua para Lima y Callao son el río Rímac y el trasvase de la cuenca del río Mantaro, donde se ubican las lagunas y/o embalses de Marcapomacocha. En la Tabla 20 y en el Mapa 22 se muestra las fuentes de agua superficiales del ámbito del Consejo.

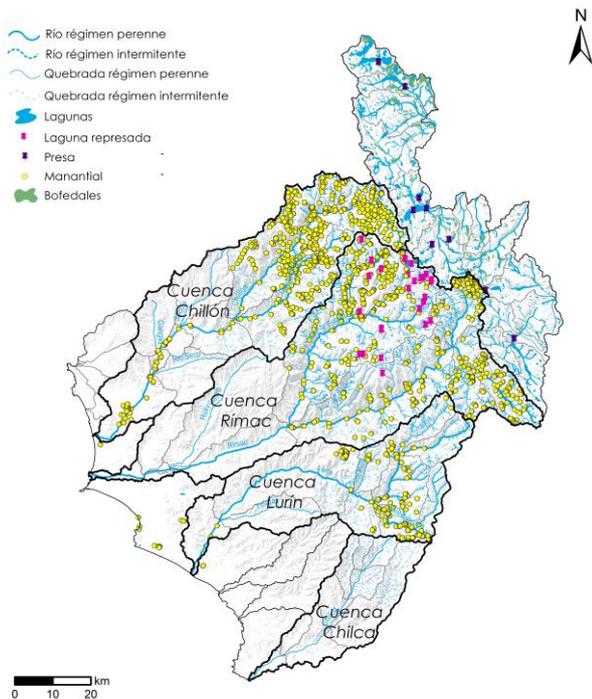
La temporada de lluvias generalmente ocurre de diciembre a marzo y la temporada de estiaje entre junio a setiembre.

Tabla 20. Fuentes de agua superficial en el Consejo por cuenca

| Fuente | Chillón | Rímac | Lurín | Chilca |
|------------------|---------|-------|-------|--------|
| Manantial | 340 | 450 | 143 | s.d. |
| Laguna represada | 23 | 27 | s.d. | s.d. |
| Laguna | 51 | 145 | 27 | s.d. |
| Río | 2 | 11 | 9 | 1 |
| Quebrada | 95 | 311 | 9 | s.d. |
| Bofedal | 11 | 22 | 1 | s.d. |
| Total | 522 | 966 | 189 | 1 |

Fuente: Observatorio del Agua (2018)
s.d.: sin datos

Mapa 22. Fuentes de agua superficial



Fuente: Observatorio del Agua (2018)

4.3.1 Escorrentía

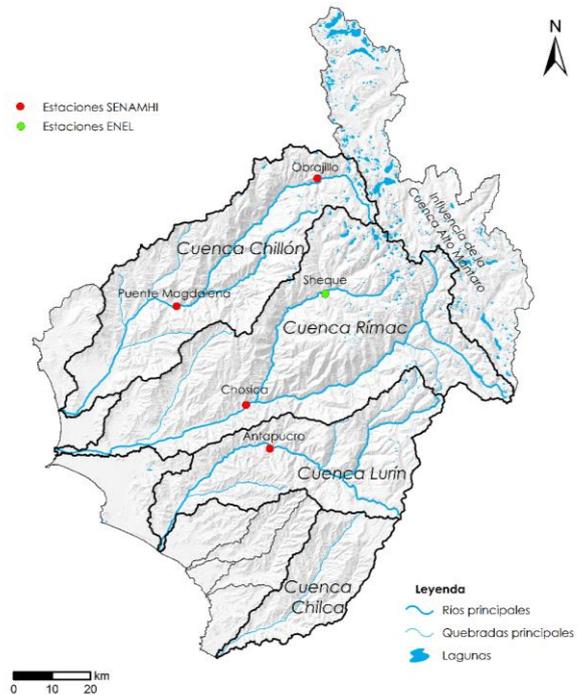
La escorrentía es monitoreada mediante estaciones hidrométricas de aforo que se muestran en el Mapa 23. En la Figura 14 se muestra los caudales promedio diarios y mensuales de los años 2017, 2018 y sus promedios históricos respectivos (desde 1980).

Se observa que, la escorrentía en el 2017 superó al promedio histórico debido a los efectos del fenómeno "El Niño Costero", lo cual es consistente con los valores SPI presentados anteriormente. Este fenómeno durante el año 2017 ocasionó huacos en la parte baja de la cuenca del río Lurín, generando

daños en la estación Antapucro, razón por la cual no se cuenta con la serie completa.

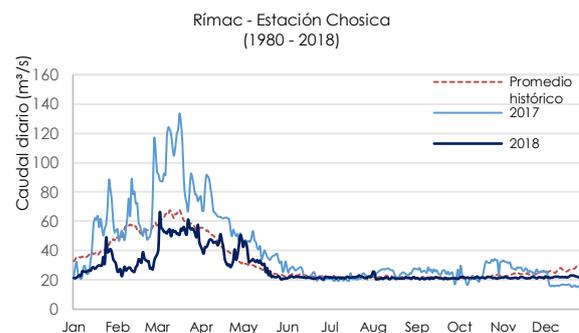
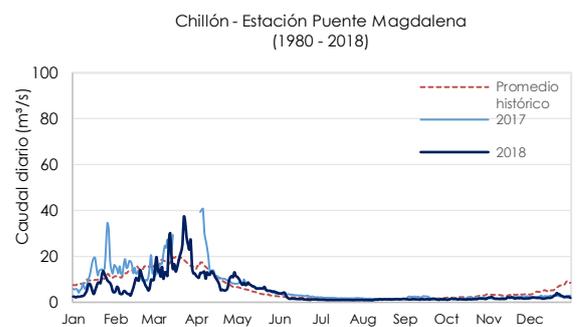
Durante el año 2018, los caudales fueron inferiores al promedio histórico en los meses de diciembre a febrero debido a escasas lluvias, sin embargo, en el mes de abril superan a la media.

Mapa 23. Principales estaciones hidrométricas



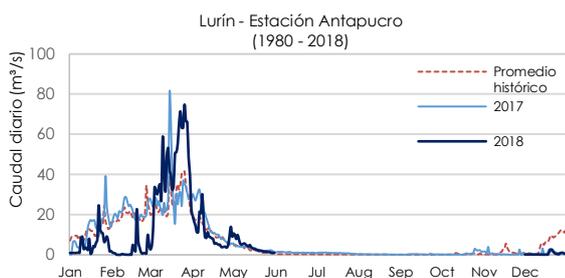
Fuente: Observatorio del Agua (2018)

Figura 14. Caudales promedio diarios, mensuales y promedio histórico



Fuente: Estaciones meteorológicas operadas por SENAMHI (1980-2018)

Figura 14. Caudales promedios diarios, mensuales y promedio histórico (...continuación)



Fuente: Estaciones meteorológicas operadas por SENAMHI (1980-2018*)

4.3.2 Almacenamiento

a. Cuenca del río Chillón

La cuenca del río Chillón es la segunda fuente de agua para Lima y Callao, con una disponibilidad hídrica aproximada de 107,2 hm³, donde solo se regula 31 hm³.

Según el Inventario y Evaluación Nacional de Aguas Superficiales se conocen 75 lagunas como cuerpos naturales de agua, de los cuales 59 pertenecen a la parte alta. De los cuerpos de agua artificial, se tiene identificado 16 lagunas, en su mayoría ubicadas en la cabecera de cuenca (10 lagunas). Las principales lagunas reguladas son descritas al detalle en el capítulo 7 sobre infraestructura hidráulica.

b. Cuenca Rímac

Se han realizado diversas obras (cuerpos de agua artificial) para afianzar los caudales debido a la creciente demanda. La cuenca del río Rímac cuenta con dos sistemas propios y existe, además, de la cuenca alta del río Mantaro.

La descarga del sistema regulado de la cuenca Rímac, está dirigida principalmente, a las demandas con fines de uso energético y poblacional. La capacidad hidráulica total (volumen útil) del sistema es de 331,3 hm³ y, según lo señalado en el PMO 2015-2040.

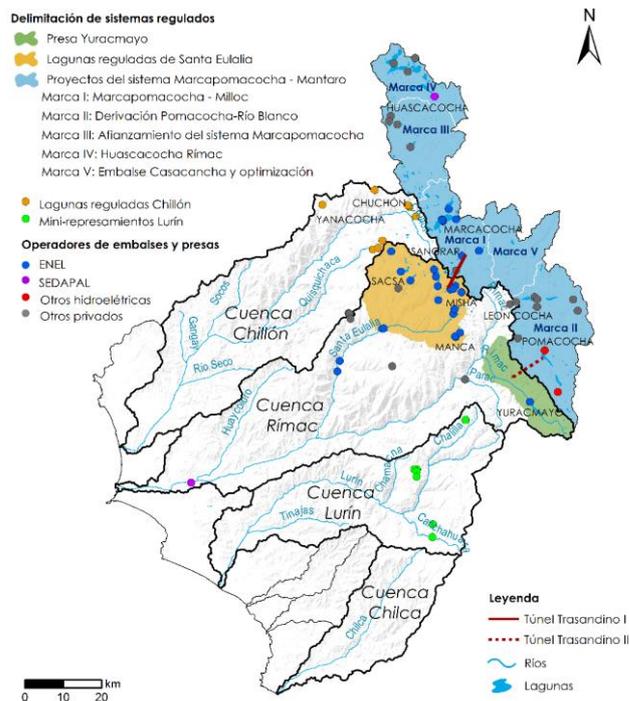
En el Mapa 24 se muestra los tres sistemas de regulación de la cuenca Rímac conformados por los 22 embalses.

Se observa en la Figura 15 la acumulación anual de la variación de volúmenes almacenados y descargados de los embalses.

Durante el período 2011 a 2015 no se presentan diferencias significativas. Con el inicio de la operación de Marca IV en el año 2013, el volumen utilizable del sistema aumentó a 199 hm³ (PMO de SEDAPAL), el cual se ha mantenido, con ligeras diferencias, en los años 2013 y 2014.

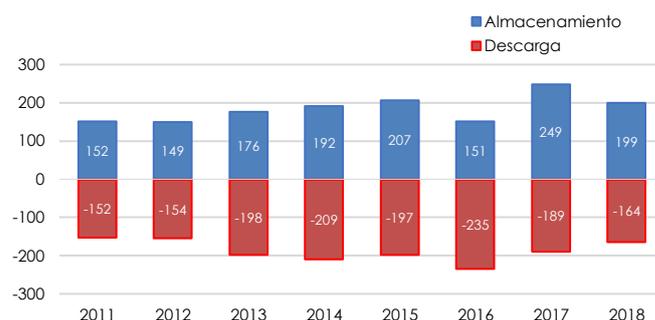
En el año 2017, el volumen de entrada (249 hm³) superó largamente al volumen de salida (189 hm³), debido a las fuertes lluvias. En el año 2018, las lluvias fueron menores que el 2017, generando una recarga de 199 hm³. Además, debido a que la laguna Huascacocha se mantuvo sin operación, las descargas llegaron a los 164 hm³, siendo este valor menor al volumen utilizable (199 hm³).

Mapa 24. Sistema de regulación hídrica



Fuente: Observatorio del Agua (2018)

Figura 15. Acumulación anual de la variación de volúmenes almacenados y descargados (hm³)



Fuente: Observatorio del Agua (2018)

c. Cuenca Luirín

Los cuerpos de agua naturales de la cuenca Luirín están conformados, principalmente, por lagunas en la parte alta de la cuenca, las que constituyen el caudal base junto con los manantiales y quebradas del río Luirín. Las lagunas más importantes son: Huasca, Atococha, Azulcocha, Suercocha Chanape. Negra y Conpunco, Tres Lagunas, Culco, Puchis, Naña y Paullacocha.

En esta cuenca no existe mayor regulación. Se ha previsto el represamiento de la quebrada Tinajas ubicada aguas arriba del puente Manchay, que permitirá regular las aguas de río Luirín abasteciendo la demanda de Lima sur y la demanda agrícola en el valle.

En el distrito de San Andrés de Tupicocha, los pobladores han realizado mini-represamientos en zonas aledañas a las lagunas tales como; Ururí, Catajaiqui, Yansiri I y II, Hueccho y Pato Negro situadas en la zona alta y media de la cuenca (SENAMHI, 2015).

4.4 Aguas subterráneas

4.4.1 Las aguas subterráneas, potencial y variación

La oferta de agua subterránea se compone de reservas de agua almacenada en la matriz del acuífero, y de la recarga dinámica, natural o artificial.

Estimar la oferta de agua subterránea es compleja, pero su conocimiento es muy importante para lograr una explotación sustentable de los acuíferos y definir umbrales. Mediante la medición de los niveles freáticos (hidroisohipsas), y su monitoreo periódico, se puede conocer el estado actual y estimar las variaciones en la oferta de agua subterránea, así como los gradientes y direcciones de flujo, los cuales generalmente obedecen al comportamiento topográfico.

Los niveles freáticos van de 600 m en las partes altas del acuífero de la cuenca de Rímac y menos de 20 m a lo largo de la costa, cuyo flujo va en dirección hacia el mar. La oferta de agua subterránea fue estimada considerando toda el área de los acuíferos Chillón, Rímac y Luín, con un espesor mínimo de 10 m y la suposición conservadora de que el coeficiente de almacenamiento es de 5 % (SEDAPAL, 2014), obteniendo una reserva mínima de 330 hm³ (Chillón-Rímac) y 103 hm³ (Luín).

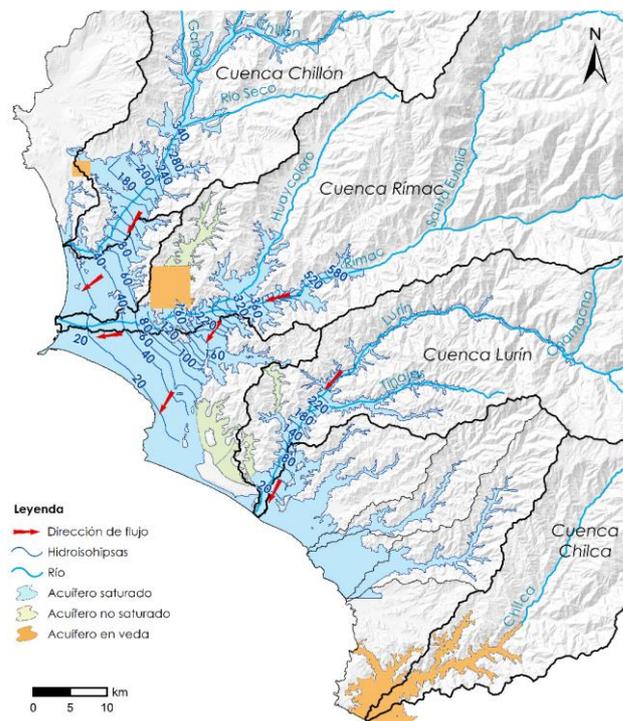
Se conoce que el caudal de explotación sostenible es 8 m³/s para Chillón y Rímac (SEDAPAL, 2014), y 0,6 m³/s para Luín (Nippon Koei, 2014). Con estos caudales se garantiza la protección de la reserva y una recuperación natural de los niveles freáticos, Sin embargo, la oferta de agua tiene que ser gestionada sustentablemente para evitar una sobre explotación masiva, como en los años 1990, y salinización por intrusión marina.

En Lima Metropolitana, específicamente en el valle del Chillón, en la zona alta de los distritos de Puente Piedra y Carabaylo, la profundidad de la napa varía desde 5 a 25 m. En la parte media, en las proximidades del lecho del río en los distritos de Comas, Los Olivos y parte alta del distrito de San Martín de Porres, la profundidad varía entre 5 y 30 m. En los sectores del Cerro Mulería y la Milla, varía entre 35 a 50 m. En el distrito de La Punta, hasta las proximidades del sector del aeropuerto, la profundidad se encuentra entre 0 y 15 m.

En el valle del Rímac, varía de sur a norte, de 2 m en la zona de Villa a 95 m en La Victoria. Según se sigue hacia el norte, la profundidad fluctúa entre 7 y 10 m. Las zonas más deprimidas se encuentran en La Victoria (95 m) y Mayorazgo, en Ate (90 m).

En el valle de Luín, distrito de Luín, la profundidad de la napa varía entre 1 y 20 m, Casi en todo Pachacamac varía entre 2 y 20 m a excepción de la parte alta, donde la variación fluctúa entre 21 y 50 m, y en la parte baja de Cieneguilla, donde mayormente varía entre 2 y 20 m (GI-CRHCI-CHIRILU, 2014).

Mapa 25. Acuíferos en las cuencas Chillón Rímac, Luín y Chilca



Fuente: Observatorio del Agua (2018)

En el capítulo 9 sobre Balance hídrico por cuencas, se ha desarrollado los cálculos de oferta y demanda de agua subterránea en el ámbito de estudio. Se usó la herramienta WEAP del Stockholm Environment Institute.

4.4.2 Características de la explotación de las aguas subterráneas

En el ámbito del Consejo, los recursos hídricos subterráneos están siendo cada vez más explotados, principalmente en Lima y Callao, ya sea con fines poblacionales o industriales.

De acuerdo al diagnóstico realizado en el año 1997, los acuíferos de Rímac y Chillón se encontraban en proceso de agotamiento, debido a que la extracción superaba la recarga, lo cual ponía en riesgo el abastecimiento poblacional y actividades productivas de la ciudad de Lima. Ante esto, SEDAPAL desarrolló una serie de medidas para la recuperación del acuífero de Rímac y Chillón. Por un lado, fomentó el ahorro del agua en las industrias, a través de la aplicación de sanciones, multas, identificación de conexiones clandestinas, y, por otro lado, fomentó la reducción del tiempo de bombeo de los pozos de SEDAPAL y restricción su uso, todo con el objetivo de levantar la presión en el sistema de distribución.

Otras medidas que se tomaron fueron la implementación del uso conjuntivo de las aguas, la incorporación de nuevas fuentes de abastecimiento, la recarga artificial del acuífero, implementación de micro medición de agua a nivel domiciliario, y la instalación de medidores en los pozos de los usuarios y pozos de SEDAPAL.

Las medidas de restricción mencionadas anteriormente, así como el aumento de la oferta de agua por el funcionamiento de Marca III, ha logrado que la explotación de agua subterránea disminuya casi a la mitad, y se constata la recuperación del nivel freático del acuífero a razón de 4,40 m/año.

Adicionalmente, con la recarga artificial del acuífero, mediante la utilización de pantallas, se ha logrado captar en la margen izquierda del río Rímac hasta 4 hm³/año, mientras que en el chillón se logra infiltrar hasta 18 hm³/año.

En el ámbito del acuífero Chillón y Rímac existen 3 zonas de veda en estos sectores se restringen la explotación y perforación de nuevos pozos. Así tenemos:

- Sector Zapallal - Gramadal: a través del D.S. N° 66-71-AG se prohíbe todo tipo de obra destinada al alumbramiento de agua subterránea dentro del sector Gramadal Zapallal, distrito Puente Piedra. Se exceptúan los pozos a tajo abierto para uso de subsistencia (doméstico, pecuario).

- Sector Canto Grande: mediante R.M. N° 1401-75-AG, se declara zona veda a para la extracción de agua subterránea - Cuenca de la Oda, Canto Grande (distrito de San Juan de Lurigancho),

- Zona Industrial de la Av. Argentina: mediante R.M. N°3579-72-AG, se prohíbe todo tipo de obra destinada al alumbramiento de agua subterránea dentro del sector de los distritos de Lima, Carmen de la Legua y Callao. En el año 2015, la DCPRH realizó la evaluación de la veda de agua subterránea para este sector, la cual determina que la restricción que existe para la explotación de agua subterránea se debe levantar. Con la R.D. N°011-2016-ANA-DCPRH, se aprueba dicho estudio. El año 2017, se emite la Resolución Jefatural que permite el levantamiento de veda de este sector.

4.4.3 Disponibilidad total

La disponibilidad total se encuentra descrita en el capítulo 9, sobre balance hídrico.

4.5 Calidad de las aguas

4.5.1 Fuentes contaminantes

La alteración de las características fisicoquímicas y bacteriológicas naturales de los recursos hídricos de las cuencas, causado principalmente por agentes contaminantes antrópicos, generan el deterioro de su calidad. Esta problemática ha sido identificada en el ámbito de los principales ríos del CRHCI CHIRILU por lo que en los últimos años se han ejecutado acciones concertadas entre la ANA y otros actores como SEDAPAL, Gobiernos Locales, MINSA, Junta de Usuarios, OEFA, MINAM, MINEM y MVCS, con el objetivo de inventariar y georreferenciar las principales fuentes contaminantes que impactan negativamente la calidad de los recursos hídricos.

La identificación participativa de fuentes contaminantes fue un trabajo liderado por la ANA y la ALA Chillón Rímac Lurín, realizado en los ríos Chillón (año 2016), Rímac (año 2016) y Lurín (año 2015). Aún no se ha realizado el inventario de fuentes contaminantes para la cuenca del río Chilca. Los inventarios de fuentes contaminantes consistieron en el reconocimiento, mapeo y georreferenciación de vertimientos de aguas residuales sin tratamiento (domésticas, industriales, municipales, agroindustriales, entre otros), tuberías conectadas al cauce del río (descargas directas de población asentada cerca a los cuerpos naturales), botaderos de residuos sólidos (domésticos, industriales, de construcción), pasivos mineros y fuentes contaminantes indirectas.

La Tabla 21 resume las fuentes contaminantes identificadas en las cuencas de los tres ríos. La cuenca del río Rímac es la que cuenta con el mayor número de fuentes contaminantes, principalmente tuberías conectadas directa al cauce, residuos sólidos y vertimientos de aguas residuales.

Tabla 21. Fuentes contaminantes en las cuencas Chillón, Rímac y Lurín

| Fuentes contaminantes | Chillón | Rímac | Lurín |
|--|--------------------|------------|-----------|
| Vertimientos de agua residuales | 25 | 172 | 8 |
| Vertimientos de agua de regadío | - | - | 3 |
| Tuberías con conexión directa al cauce | 7 | 302 | - |
| Efluente de PTAR * | 1 | | 4 |
| Botaderos de residuos sólidos | domésticos | 221 | 20 |
| | Construcción | | 4 |
| | Residuos orgánicos | | 5 |
| Fuentes contaminantes indirectas | 16 | 5 | 23 |
| Pasivos mineros | | 27 | |
| Total | 88 | 727 | 67 |

*PTAR de SEDAPAL y Municipales sin autorización de vertimiento
Fuente: ALA Chillón Rímac Lurín (2015 y 2016)

La ejecución sistemática de actividades de vigilancia y monitoreo de calidad de agua son imprescindibles para prevenir, controlar y remediar la contaminación de los recursos hídricos, así como para mejorar el desempeño de los índices de calidad agua (ICA Pe) que se describe a continuación.

4.5.2 Calidad de las aguas superficiales

La metodología para el cálculo del Índice de Calidad de Agua (ICA-PE), para aguas superficiales, fue aprobada por la ANA mediante R.J.068-2018-ANA. Este índice sirve para evaluar la calidad en un punto de monitoreo, en base a varios parámetros, según su frecuencia de monitoreo.

La interpretación de los resultados del ICA-PE, se expresan en escalas que varían desde el estado pésimo (donde la calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, casi siempre está amenazada o deteriorada), malo, regular, bueno y excelente (donde la calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños).

Evolución anual

La evolución de los ICA-PE ha sido analizada considerando la variación estacional de las lluvias: época de avenida (Tabla 22) y época de estiaje (Tabla 23) para los años 2014, 2015, 2016, 2017 y 2018.

A fin de asignar a una clasificación a los tramos entre dos estaciones, los resultados de cada estación han sido interpolados. Además, se han considerado las fuentes contaminantes existentes en los tramos. Estas fuentes contaminantes fueron inventariadas por la ANA en los ríos Chillón y Luín en el año 2015, y en el río Rímac durante en el año 2017.

Existen tramos que quedan secos época de estiaje por las derivaciones realizadas para fines energéticos. Para definir la longitud de estos tramos secos se han utilizado observaciones de imágenes satelitales además de visitas de campo.

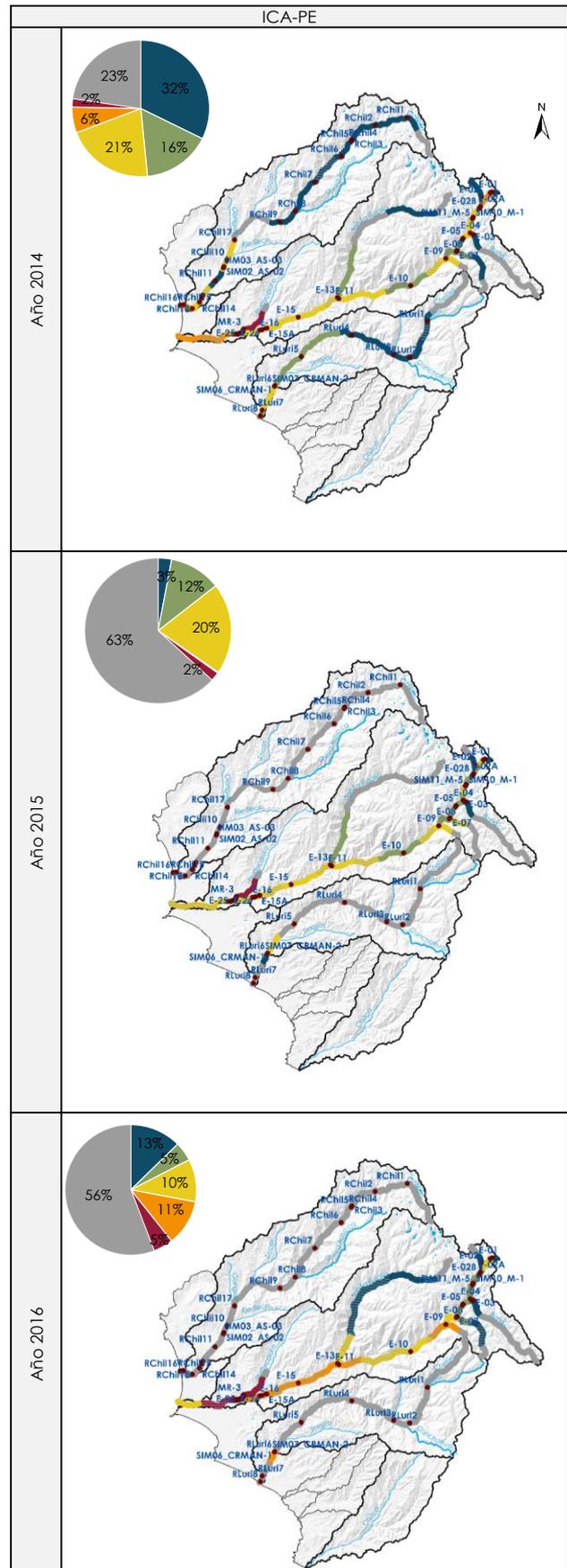
Los resultados muestran que, en época avenida, el mayor porcentaje de calidad excelente fue en 2014 con un 32%. En el año 2017, se tuvo un menor porcentaje de calidad excelente (2%) y un mayor porcentaje de calidad pésima (19%), debido al excesivo deslizamiento de material particulado y arrastre de residuos a lo largo del cauce, a causa del Fenómeno El Niño. Cabe resaltar que se observa la ausencia de monitoreo en los ríos Chillón y Luín, sobre todo por parte de ANA.

En época estiaje, el mayor porcentaje de calidad excelente fue en 2016 con un 36%. En el año 2014, se tuvo un menor porcentaje de calidad excelente (8%) y un mayor porcentaje "sin datos" debido a la falta de monitoreo en los ríos de la cuenca Chillón y Luín por parte de ANA.

Para el año 2018, se evaluaron 11 parámetros, con diferentes frecuencias de monitoreo, dependiendo de la fuente de información. Así tenemos, SEDAPAL (frecuencia mensual), seguida de Sistema de Monitoreo de Calidad del Agua (SIMCAL) (frecuencia mensual a trimestral) y finalmente la de ANA, realizado solo una vez en la cuenca Rímac.

En general la tendencia observada muestra disminución gradual en el ICA-PE a medida que se descende a la cuenca baja. Esto quiere decir una degradación de la calidad del agua de los ríos, que está fuertemente influenciada por la presencia de mayor densidad de asentamientos humanos. En todos los años, la quebrada del río Huaycoloro, es calificada como pésima, debido a la influencia de las descargas industriales y desagües crudo que elevan los niveles de coliformes termotolerantes, DBO, fósforo, hierro y arsénico.

Tabla 22. Evolución del ICA-PE en época de avenida



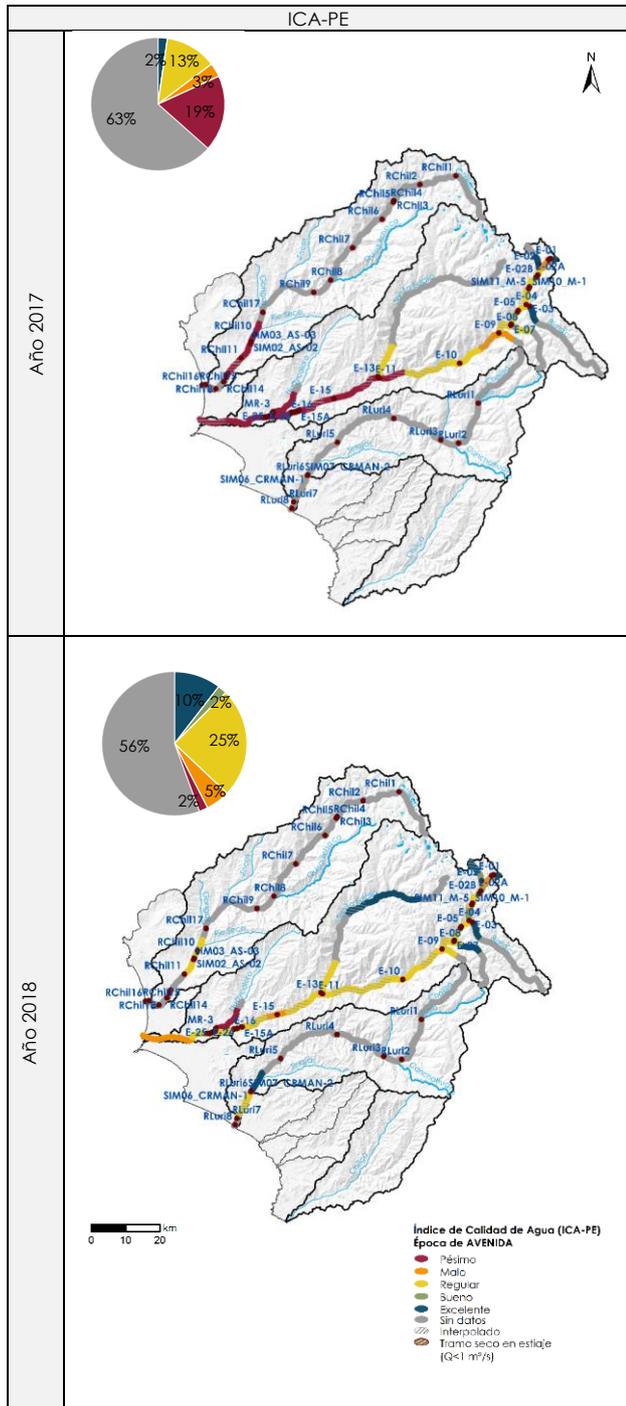
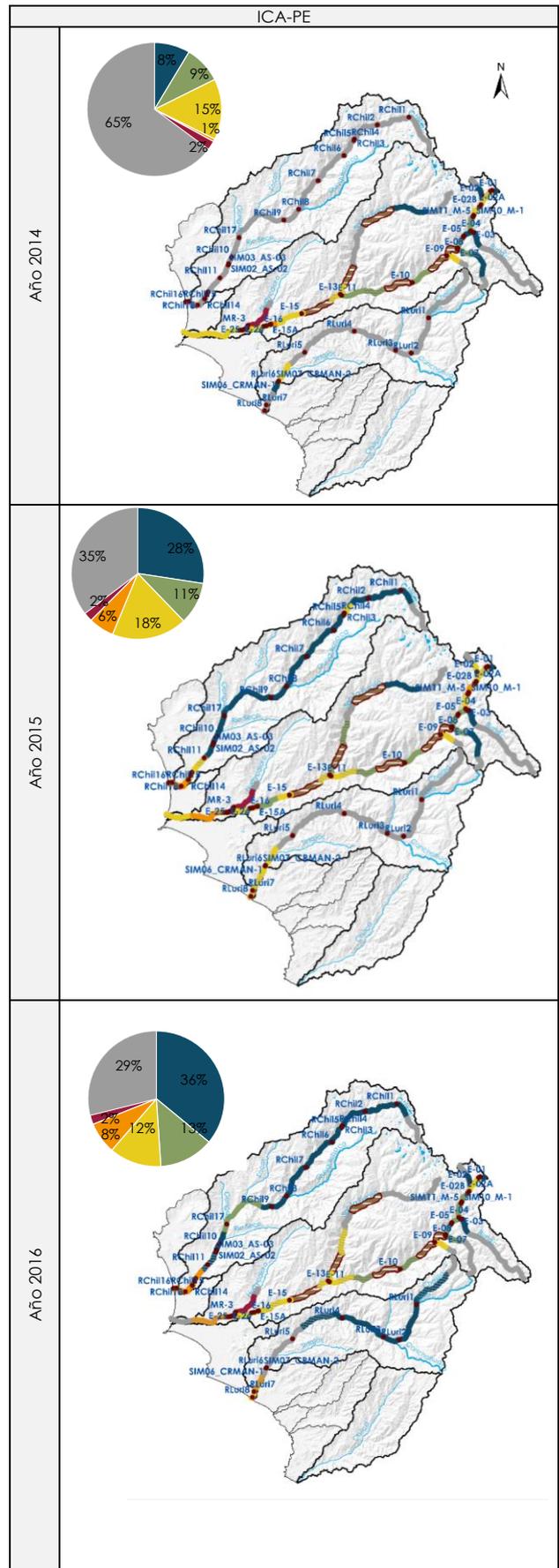


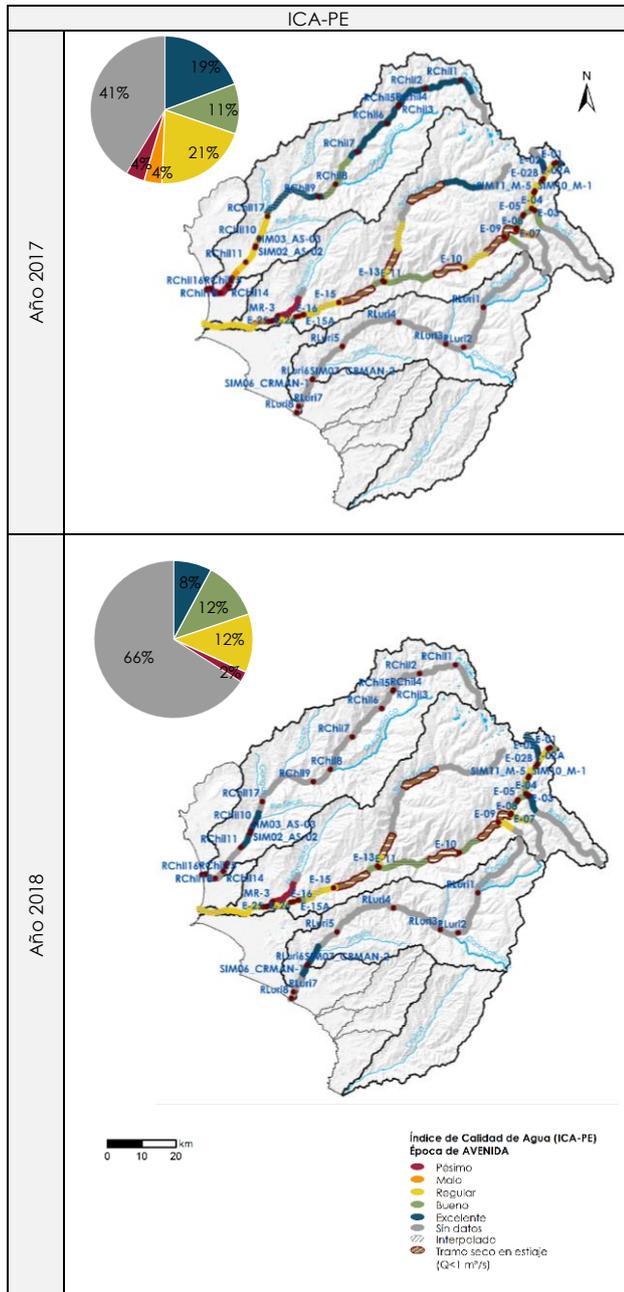
Tabla 23. Evolución del ICA-PE en época de estiaje



Fuente: Elaborado por el Observatorio del Agua en base a Informes técnicos de la AAA- Cañete Fortaleza, monitoreos de SEDAPAL y SIMCAL (2018)

En análisis de los ICA-PE durante la época de estiaje (Tabla 23) muestra que históricamente (del 2104 al 2018) la cuenca alta y media del río Rímac calificó con calidad buena. En la cuenca baja del río Chillón y del río Lurín los tramos de los ríos se califican como calidad buena.

Es resaltante el comportamiento de la calidad de agua en la quebrada del río Huaycoloro, que se mantiene con calidad pésima. Si ya en época de avenida la calidad es pésima, los parámetros evaluados incrementan su concentración cuando existe menos agua en la quebrada, que es lo que ocurre en época de estiaje, por lo tanto, no mejora su calificación. Se mantienen los altos niveles de coliformes termotolerantes, hierro, fósforo y arsénico.



Fuente: Elaborado por el Observatorio del Agua en base a Informes técnicos de la AAA- Cañete Fortaleza, monitoreos de SEDAPAL y SIMCAL (2018)

4.5.3 Calidad de las aguas subterráneas

La evaluación de la calidad de las aguas subterráneas se realizó mediante el cálculo del Índice de Calidad de Agua (ICA), según la metodología canadiense CCME (2001).

La clasificación realizada en este análisis es la misma usada para la calidad del agua superficial.

Evolución anual

La evolución anual de la calidad de agua subterránea se realizó considerando los monitoreos realizados por SEDAPAL en el período desde el año 2014 al 2018.

En el año 2014 se analizaron 291 pozos, en el año 2015 se analizaron 274. En el 2016 se tuvo la mayor cantidad de pozos monitoreados con un total de 302, en el 2017 se analizaron 279 y en el 2018, se analizaron 255.

Los resultados (Tabla 24) muestran que en su mayoría los acuíferos presentan una calidad excelente, sobre todo en el acuífero de Rímac y Luquí. El acuífero Chillón, muestra una calidad de regular a pésima.

En general se observa una ligera tendencia hacia el deterioro de la calidad de agua subterránea. En el año 2014, el 79% de pozos presentó una excelente calidad; en el 2017 y 2018, disminuyó a un 67,7% y 72,9% respectivamente.

El análisis del año 2018 evaluó siete parámetros de 255 pozos monitoreados por SEDAPAL en los acuíferos de las cuencas Chillón, Rímac, Luquí y Chilca. Estos fueron: conductividad eléctrica (CE), turbiedad (UNT), potencial hidrógeno (pH), cloruro (Cl⁻), sulfatos (SO₄²⁻), dureza (CaCO₃) y nitratos (NO₃⁻).

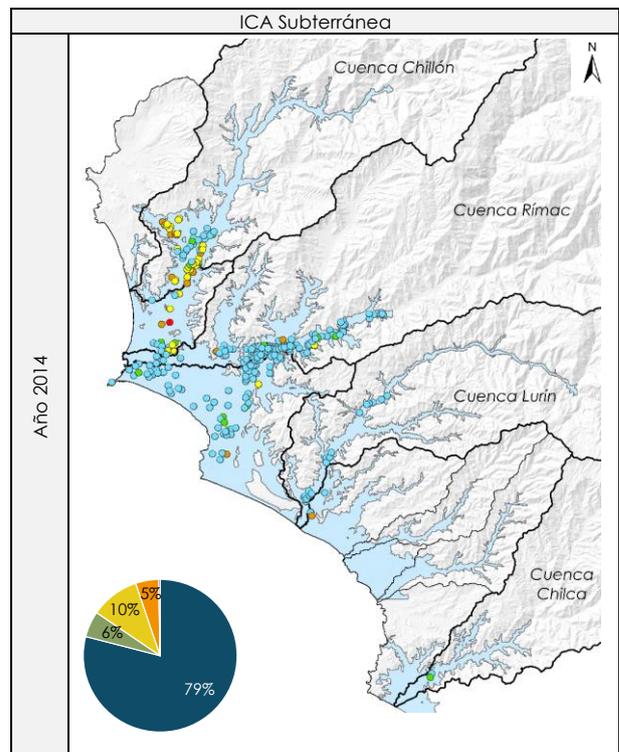
Los resultados muestran que el acuífero Chillón presentó una calidad predominantemente de regular a pobre. De los 46 pozos evaluados 17 calificaron como pozos de baja calidad de agua, 10 pozos de calidad excelente, nueve pozos de calidad regular, seis de buena calidad y cuatro pozos de calidad pobre.

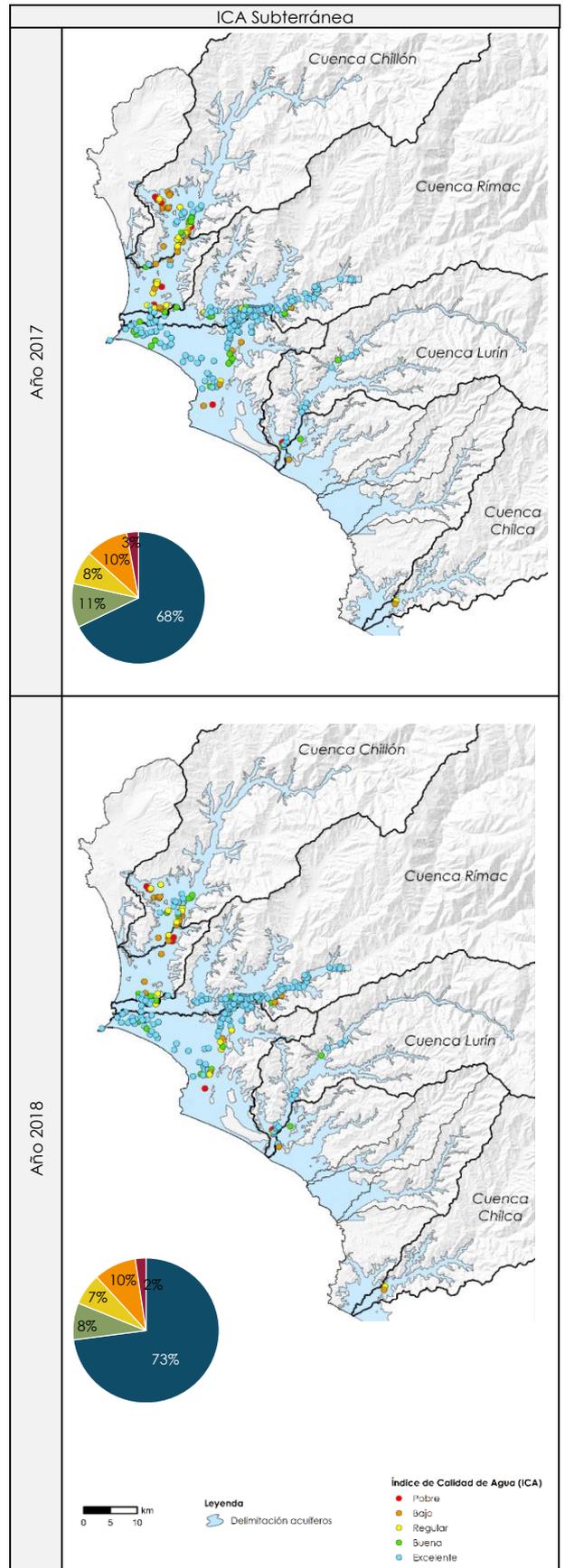
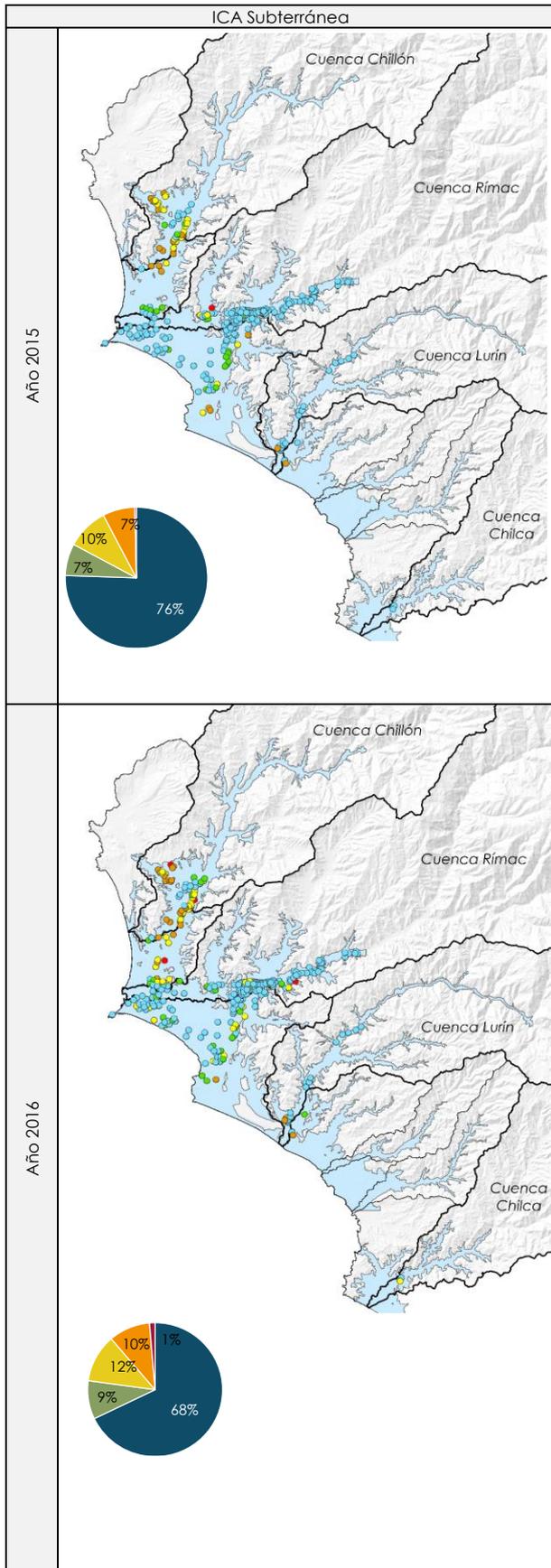
Asimismo, el acuífero Rímac presenta en su estado natural una calidad buena a excelente con aislados puntos de baja calidad del agua. La mayoría calificaron como pozos de excelente calidad de agua (161 de 186) seguido de pozos con buena calidad (12), pozos de calidad regular (siete), de baja calidad (cinco) y uno de calidad pobre.

En el acuífero Luquí de analizaron 21 pozos, de los cuales predomina la calidad excelente (15 pozos).

Finalmente, se tienen 2 pozos en el acuífero Chilca, cuya calidad varía entre regular y baja calidad.

Tabla 24. Evolución del ICA en agua subterránea





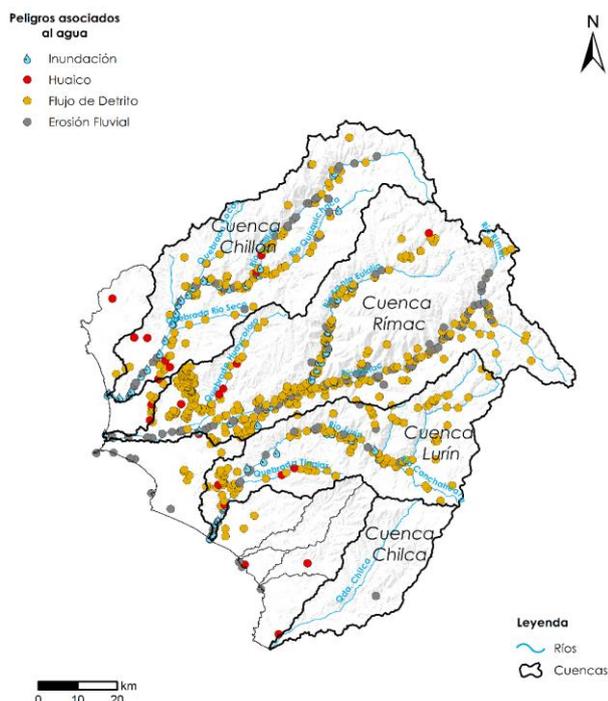
Fuente: Observatorio del Agua, analizado de la Información técnica de pozos SEDAPAL (2014-2018)

5.1 Peligros naturales

La información referida a los fenómenos relacionados con el agua en el ámbito del CRHCI, que se presentan en este capítulo, se basan en el inventario realizado por el INGEMMET hasta el año 2018 y en el estudio del SENAMHI-SEDAPAL del año 2016.

El INGEMMET ha inventariado un total de 777 peligros (entre huaicos, inundaciones, flujo de detritos y erosión fluvial). La localización espacial de los peligros se encuentran representados en el Mapa 26.

Mapa 26. Inventario de peligros asociados al agua



Fuente: Sistema de Información Geológica y Catastral Minero- GEOCATMIN del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico

Se han identificado huaicos, inundaciones, erosión y transporte de sedimentos como los principales peligros que ocurren en la cuenca por las características geológicas, geomorfológicas y climáticas propias. Acciones para la reducción del riesgo generado por estos peligros deben incluirse en los planes y políticas nacionales, regionales y locales.

a. Flujo de detritos (huaico)

El flujo de detritos ocurre en laderas de fuerte pendiente, por efecto combinado de la gravedad y la precipitación, que ocasionan la pérdida de cohesión interna del suelo, conduciéndolo de estado plástico a líquido y haciendo que se desplace y deposite en las zonas bajas. El INGEMMET reporta el flujo de detritos como peligro predominante en la cuenca del Rimac (324 zonas), seguido de Lurín (117 zonas), Chillón (86 zonas) y Chilca (9 zonas). Las zonas de huaico inventariadas en el Chillón son 10, en Rimac 9, en Lurín 4 y Chilca 3.

Históricamente, se han identificado 10 huaicos registrados en las cuencas de Lima ocurridas en los años 1878, 1925, 1959, 1983, 1987, 1998, 2002, 2012, 2015 y 2017. Todos ellos relacionados principalmente con el fenómeno El Niño causando grandes pérdidas tanto

humanas como económicas. A continuación, se mencionan algunos ejemplos:

- 1878: el huaico afectó la parte media de la cuenca, ocasionando el represamiento del río Rimac e inundando distritos como Matucana.
- 1925 y 1987: el punto más crítico fue el distrito de Chosica en la quebrada del Pedregal, donde 120 personas perdieron la vida y 1200 viviendas se vieron afectadas.
- 1998: afectación de la quebrada de Huaycoloro, ocasionando desborde e inundación con lodo hasta el centro de Lima por el puente Huánuco y el distrito del Rimac.
- 2002: afectación de la quebrada de Huaycoloro se vio afectada por los huaicos, afectando gran magnitud del sector de Huachipa y Jicamarca ocasionando no solo la pérdida material y humana, sino también la contaminación de las aguas de Rimac al colapsar los desagües y arrastrar vertimientos de esta zona industrial.
- Abril de 2012: se activaron las quebradas de Pablo Patrón, Dos amigos, La Cantuta, Santo Domingo, Coricancha y Los Cóndores, afectando a Chosica y Chaclacayo principalmente, dejando 813 damnificados y dos pérdidas humanas.
- Febrero de 2015: se activaron las quebradas Huampaní, Santa María, San Antonio, California, La Ronda y La Floresta afectando a más de 300 viviendas, dejando nueve víctimas fatales, seis desaparecidos y el distrito de Chosica en emergencia por 60 días.
- 2017: producto del fenómeno El Niño Costero, se vieron afectados principalmente las zonas de Chosica, Lurigancho-Chosica, Huarochirí, Santo Domingo de Olleros, Punta Hermosa y Carapongo, dejando cuantiosas pérdidas materiales y humanas.

b. Inundaciones

Las inundaciones también son un peligro presente en el ámbito de las cuencas. Este es provocado por el régimen de descargas de los ríos que presenta crecientes en épocas de lluvia. Las zonas más afectadas son las terrazas fluviales y/o aluviales que no son lo suficientemente altas para proteger las riberas de los ríos (INGEMMET, 2015).

El estudio de SENAMHI-SEDAPAL (2016) determinó que más del 70% de las áreas de las cuencas del río Chillón, Rimac y Lurín, cuenta con peligro bajo de inundación. En la cuenca baja (valles) el riesgo pasa a moderado.

Este mismo estudio, mediante la evaluación por cuenca, concluye que el 88.3% del área de la cuenca del río Rimac presenta riesgo bajo de inundación y el 11.7% riesgo medio. El 98.4% del área de la cuenca del río Chillón cuenta con riesgo bajo de inundación y el 1.6% presenta "riesgo medio. En la cuenca del río Lurín, el riesgo de inundación es bajo en todo su territorio.

INGEMMET ha inventariado el mayor número de inundaciones en la cuenca del río Chillón (30), seguido por la cuenca del río Rímac (22) y Luín (16). La cuenca del río Chilca cuenta con períodos importantes de ausencia de precipitaciones que han generado que el cono de deyección del río sea invadido por actividades agrícolas, y recientemente, por el desarrollo inmobiliario-industrial. Este es un factor antrópico que incrementa el riesgo de inundaciones en época de avenidas o de eventos extraordinarios como el fenómeno El Niño.

Por su parte, la Municipalidad de Lima Metropolitana, identificó 20 puntos de riesgo de inundaciones y desbordes durante lluvias intensas, en el cauce de la cuenca media y alta del río Rímac. El riesgo se debe al estrangulamiento del cauce, a la invasión de la faja marginal y a la colmatación del cauce del río (MML, 2014).

c. Erosión hídrica y transporte de sedimentos

Los ríos Chillón, Rímac y Luín presentan régimen irregular. En épocas de creciente incrementa su caudal con el consiguiente arrastre de material que actúa como agente erosivo de sus riberas. Esto ocurre mayormente en zonas de mayor velocidad de circulación, meandros y zonas con presencia de rocas de menor resistencia (INGEMMET, 2015). La erosión fluvial puede afectar puentes, carreteras, infraestructura de riego como bocatomas y canales.

El INGEMMET ha inventariado 89 zonas de erosión fluvial en la cuenca del río Rímac, 34 en la cuenca del Chillón y 20 en la cuenca del río Luín y 4 en la cuenca río Chilca.

El estudio de SENAMHI-SEDAPAL (2016) determinó que los distritos con mayor riesgo de erosión se ubican en la cuenca alta, por su alta pendiente y poca cobertura vegetal. Este ellos se encuentran:

-  San Buenaventura
-  Laraos
-  Lachaqui
-  Arahua
-  Santiago de Surco
-  Matucana
-  San Bartolomé
-  Huachupampa
-  Santiago de Tuna
-  San Andrés de Tupicocha
-  Chilca

Desde diversos actores de la cuenca se ha trabajado mapas y modelos de susceptibilidad física. Se observa en general, que las zonas media y alta de las cuencas son las más susceptibles a la degradación o pérdida de suelo. Es por esto que resalta la importancia de las intervenciones en infraestructura verde que se puedan desarrollar en estas zonas, ya que generan la estabilidad de suelos y mejor cobertura vegetal como medio para contribuir a fortalecer las áreas susceptibles y mejorar la regulación hídrica en las cuencas. Según el modelo, se calcula que aproximadamente doscientas cincuenta mil hectáreas (250 000 ha) están en el rango de susceptibilidad muy alta (Aquafondo, 2016; PARA-Agua, 2017).

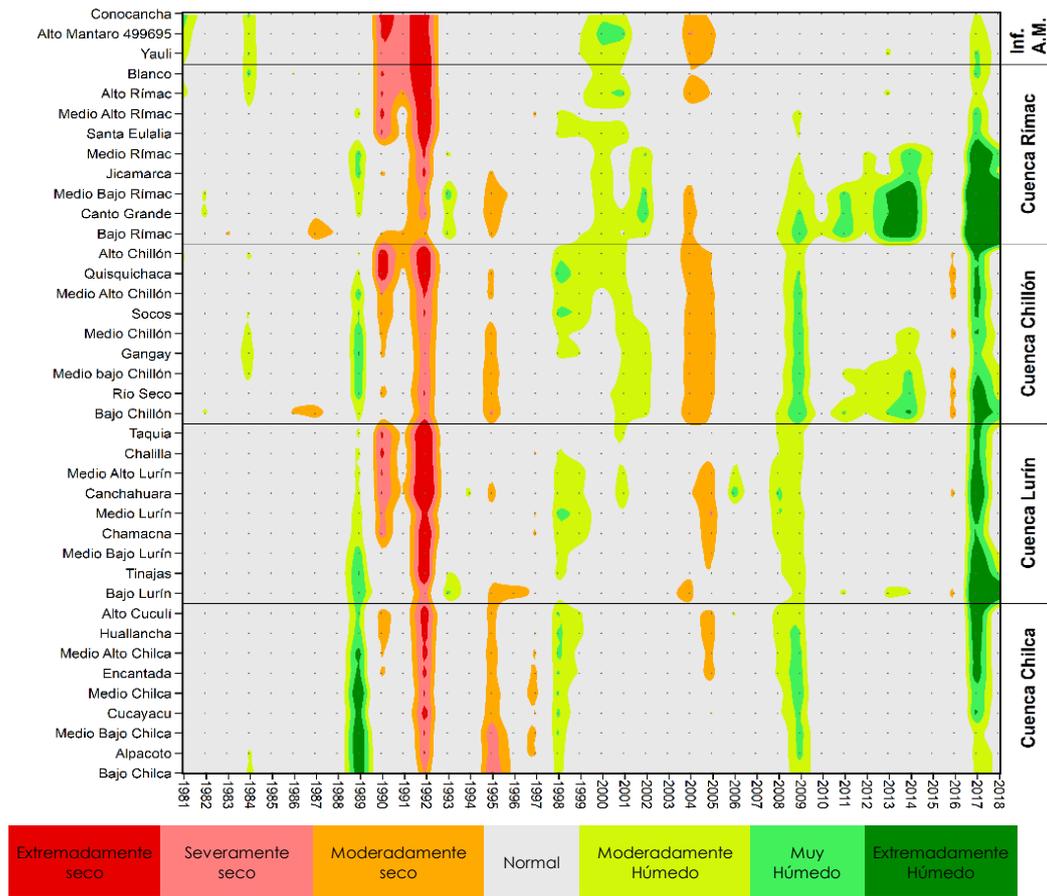
d. Sequía

El Índice de Precipitación Estandarizado fue creado con la finalidad de vigilar eventos extremos de sequías y humedad (McKee, Doesquen, & Kleist, 1993). Es utilizado en el presente estudio para registrar cambios observables y factores de cambio en el clima del ámbito del CRHCI.

En ese sentido, el Observatorio del Agua utilizó los datos PISCOv2.1 del SENAMHI para realizar el análisis de variabilidad climática y de eventos extremos, con enfoque en aquellos asociados con la disponibilidad de agua (sequía y períodos húmedos). Se calculó los valores del SPI3 (enero a marzo) del período entre los años 1981 y 2018 en el ámbito de las cuencas Chillón, Rímac, Luín y Chilca. La Figura 16 presenta el resultado del análisis de los 37 años evaluados a través de la adaptación de un gráfico del estudio "Vulnerabilidad Climática de los Recursos Hídricos en las Cuencas de los ríos Chillón, Rímac, Luín y parte alta del Mantaro".

Mediante este análisis se determinó que en los últimos 37 años han ocurrido períodos de sequía moderada a extremadamente seca, así como también, períodos de humedad moderada a severa en todas las cuencas en estudio. La Figura 16 muestra que los períodos con sequías moderadas a extremadamente secas fueron identificados en los años 1990 y 1992, 1995, 2004 y 2016. Se localizaron principalmente en la cuenca alta, específicamente en las unidades hidrográficas menores de Blanco, Santa Eulalia, Quisquichaca, Taquia, Chalilla, Canchahuare y Alto Cuculí. Por otro lado, los años con humedad moderada a severa ocurrieron en los años 1989, 1998, 1999, 2009, 2014 y sobre todo en el 2017, como resultado del fenómeno "El Niño Costero", uno de los más intensos de los últimos cien años (ENFEN-IT, 2017).

Figura 16. SPI3 enero-marzo 1981-2018



Fuente: Adaptado del Estudio de Vulnerabilidad Climática de los Recursos Hídricos en las Cuencas de los ríos Chillón, Rímac, Lurín y parte alta del Mantaro, en base a los datos PISCOV2.1 (Peruvian Interpolation of the SENAMHI's Climatological and Hydrological Stations) por el Observatorio del Agua Chillón Rímac Lurín para el Estado Situacional de los Recursos Hídricos en las cuencas Chillón, Rímac y Lurín 2017/2018

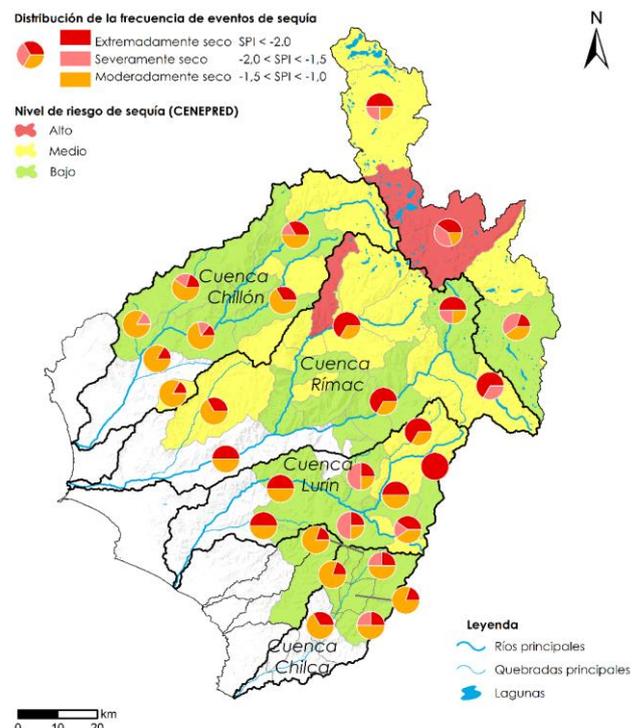
Por otro lado, el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) ha elaborado un mapa de estimación de riesgos que se presenta en el Mapa 27 como mapa base. En él además se muestra la distribución de la frecuencia (diagrama "pie") de eventos moderadamente seco a extremadamente seco elaborado por el Observatorio del Agua Chillón Rímac Lurín, en base a los del SENAMHI.

Adicionalmente, el estudio de SENAMHI-SEDAPAL (2016) respecto al riesgo de sequía determinó que según el SPI severo para seis meses:

- El 14% de la superficie de la cuenca del río Chillón experimenta un riesgo de sequía alto y el 57% riesgo de sequía medio.
- En el caso de la cuenca del río Rímac, el 14% de su superficie tiene riesgo muy alto de sequía y el 49%.
- El riesgo de sequía en la cuenca del río Lurín, es similar a la cuenca del Chillón, con la mayor parte de la superficie (56%) con riesgo medio de sequía y el 4% con un riesgo de sequía muy alto.

Se evidencia que en la cuenca alta del río Chillón y Rímac, donde se ubican las principales infraestructuras que abastecen de agua a Lima, presenta un riesgo a sequías muy alto. Además, en la cuenca del Lurín también se ha identificado una zona con riesgo muy alto de sequía en el distrito de Lahuaytambo.

Mapa 27. Riesgo de sequía



Fuente: Nivel de riesgos elaborado por Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres-CENEPRED y SPI determinado con datos del SENAMHI

5.2 Cambio climático y eventos extremos

5.2.1 Tendencias climáticas e impactos a la disponibilidad hídrica

SEDAPAL y SENAMHI (2016) han desarrollado uno de los estudios más recientes sobre las tendencias climáticas y su impacto en la disponibilidad de las cuencas de los ríos Chillón, Rímac y Luín, con el objetivo de contar con una base sustentada para el planeamiento y gestión de la oferta hídrica superficial en el mediano y largo plazo.

El estudio de clima futuro y de la disponibilidad hídrica fue realizada para el período 2016-2045 (horizonte 2030). Simularon el comportamiento de las variables climáticas y de la disponibilidad de agua, considerando los modelos globales y emisiones gases efecto invernadero actuales. En general, los resultados indican que las proyecciones de disponibilidad hídrica muestran que las zonas con mayor producción o rendimiento hídrico en las cuencas serán impactadas con déficit hídrico; y que la zona del Alto Mantaro, donde se ubica las principales reservas de agua para el trasvase, mantendrá el alto rendimiento hídrico. Tabla 25 presenta el resumen del comportamiento simulado de las variables antes mencionadas al año 2030 y por quinquenio.

Tabla 25. Comportamiento simulado de variables climáticas y disponibilidad de agua para las cuencas Chillón, Rímac, Luín y Alto Mantaro

| Comportamiento simulado | | Cuenca | | | | |
|-------------------------|--|-----------|-------|-------|--------------|------|
| | | Chillón | Rímac | Luín | Alto Mantaro | |
| Variables climáticas | Precipitación Anual al 2030 | +15% | +4,5% | -11% | +16% | |
| | Evapotranspiración Potencial Anual al 2030 | +5% | +6% | +5,5% | +2% | |
| Disponibilidad de agua | Disponibilidad de agua al 2030 | +5% | +0,3% | -5% | +21% | |
| | Variabilidad de la oferta hídrica | 2026-2030 | +25% | +13% | sd | +38% |
| | | 2031-2035 | sd | sd | +1% | sd |
| | | 2041-2046 | -17% | -15% | -29% | -9% |

(+ Incremento), (- Reducción), (sd: sin dato)
Fuente: SENAMHI-SEDAPAL (2016)

Las simulaciones de la disponibilidad hídrica anual al año 2030 en el conjunto de las cuencas, muestran tendencias al incremento; sin embargo, se han identificado subcuencas críticas que experimentarían deficiencias o excesos hídricos, cuyo comportamiento hidrometeorológico debe ser monitoreado de cerca. Por ejemplo, en la cuenca del río Rímac se proyecta un incremento en 0,3% de la disponibilidad de agua en el conjunto, sin embargo, disminuye en las subcuencas Alto Rímac (-3%) y Santa Eulalia (-8%). En la cuenca del río Chillón se proyecta un incremento de la disponibilidad total en 5%, mientras que las subcuencas Alto Chillón y Medio Bajo Chillón, experimentarían déficit hídrico,

con la disminución del caudal promedio anual en 13% y 1%.

Estas predicciones también muestran que la cuenca del río Luín experimentará los escenarios más desfavorables respecto a los promedios anuales de precipitación y disponibilidad hídrica. En el quinquenio 2041- 2046 se prevé mayor reducción de la disponibilidad de agua (-29%) incluso mayor que las cuencas de los ríos Chillón (-17%), Rímac (-15%) y Alto Mantaro (-9%).

Este análisis de las tendencias climáticas y su impacto en la disponibilidad de agua en las cuencas de abastecen principalmente a Lima ha permitido formular propuestas adaptativas frente a los escenarios de deficiencia hídrica proyectadas. Por otro lado, las proyecciones de disponibilidad hídrica por quinquenio servirán de fuente de información para los Planes Maestros de SEDAPAL.

Si bien, las simulaciones se han realizado sobre la base de modelos robustos, aceptados mundialmente, existe un nivel de incertidumbre porque son modelos globales que deben ser actualizados periódicamente acorde con la realidad política y social, mundial. Por otro lado, también se requiere afinar más la resolución espacial de las simulaciones dinámicas del clima a nivel de cuenca considerando escenarios climáticos e hidrológicos a nivel más local.

5.2.2 Impacto de eventos extremos

Adicional a los impactos de las tendencias climáticas relacionadas al cambio climático global, las cuencas del ámbito del CRHCI CHIRILU están expuestas a varios peligros que pueden originar eventos extremos según lo descrito en el ítem 5.1. Los niveles de vulnerabilidad también tienden a ser elevados por las características propias de ocupación del suelo y de la infraestructura de los servicios básicos, principalmente en las zonas media-baja de las cuencas. La evaluación conjunta de ambas variables ha permitido determinar que el peligro de sequía en muchos distritos tiene un riesgo de nivel alto y muy alto de ocurrencia (SENAMHI, 2016), situación que también se refleja en el Mapa 27.

En este contexto y con la finalidad de evaluar la vulnerabilidad del sistema de abastecimiento ante la ocurrencia de sequías consecutivas, se ha simulado la variación del volumen de almacenamiento en la infraestructura hidráulica mayor del río Rímac (que abastece a las demandas importantes de la cuenca durante la época de estiaje), con la herramienta del modelo WEAP. El escenario supone una sequía de tres años consecutivos con las características de los años 1990,1991 y 1992. En este escenario se combina el efecto de la sequía con la incorporación de nuevas obras para afianzamiento hídrico.

El resultado de la simulación indica que la implementación de nueva infraestructura hidráulica permitiría reducir los déficits hídricos de manera progresiva, ya que la construcción culmina en años posteriores al inicio de la simulación.

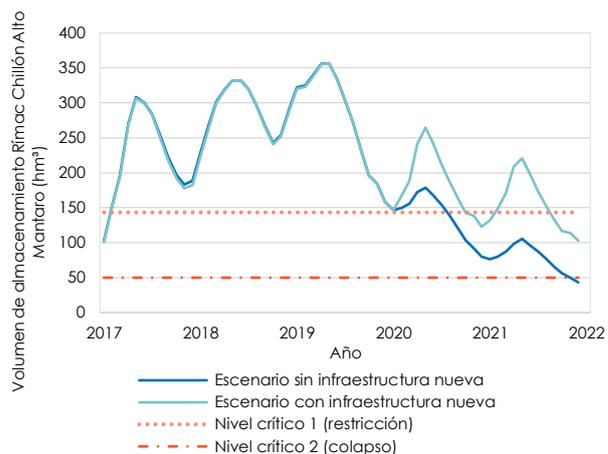
En el escenario con implementación de infraestructura hídrica, el comportamiento del

almacenamiento en los reservorios estaría en un nivel crítico de "restricción" que está establecido como la situación en la que existe agua en los embalses, pero su descarga está restringida para asegurar la disponibilidad de agua durante la época de estiaje. Esto ocurre en los últimos años de la simulación.

En el escenario sin instalación de infraestructura, el comportamiento del almacenamiento en los reservorios llegaría a un nivel crítico de "colapso" que implicaría la inexistencia de agua para descargar desde los embalses y que la demanda poblacional solo se abastecería de los caudales naturales de la propia cuenca.

El comportamiento de los dos escenarios descritos se puede observar en la Figura 17.

Figura 17. Comportamiento del almacenamiento en el escenario de tres años con sequías consecutivas



Fuente: Simulaciones en el modelo WEAP (Observatorio del Agua, 2018)

6.1 Conceptos y normativa

Se entiende como conservación a las actividades de del uso y aprovechamiento de los ecosistemas, por parte del ser humano, con la finalidad de lograr un mayor y sostenido beneficio y asegurar su potencialidad para satisfacer las necesidades y aspiraciones de las generaciones futuras (Naciones Unidas, 1992).

De acuerdo con la Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos (Perú, 2014) los servicios ecosistémicos son aquellos beneficios económicos, sociales y ambientales, directos e indirectos, que las personas obtienen del buen funcionamiento de los ecosistemas, tales como la regulación hídrica en cuencas, el mantenimiento de la biodiversidad, el secuestro de carbono, la belleza paisajística, la formación de suelos y la provisión de recursos genéticos, entre otros.

Para este diagnóstico y para la elaboración del PGRHC del Consejo, resultan relevantes los servicios ecosistémicos hidrológicos. Los beneficios que se pueden considerar incluyen la regulación hídrica, la disponibilidad del agua en los ríos para diferentes usos, el control de erosión y arrastre de sedimentos, entre otros. El servicio ecosistémico hídrico de regulación es el que resulta más relevante para la elaboración del PGRHC ya que contribuye a mejorar la disponibilidad del agua en la cuenca, amortigua la escorrentía superficial y previene inundaciones, protegiendo al suelo de la erosión y arrastre de sedimentos. A continuación en la Tabla 26 se describen los principales tipos de servicios ecosistémicos hídricos (Quintero & Pareja, 2015).

Tabla 26. Tipos de Servicios Ecosistémicos (SE)

| Tipo de SE | Descripción |
|-----------------------|---|
| SE de Aprovechamiento | Brindan suministro directo de alimentos y productos no alimentarios que provienen de los cursos de agua |
| SE de Regulación | Regulan los cursos de agua y/o la reducción de riesgos |
| SE de Apoyo | Proveen apoyo a los hábitats y al funcionamiento de los ecosistemas |
| SE culturales | Proveen recreación y bienestar de las personas |

Fuente: Modificado de Quintero & Pareja (2015)

Se han identificado ocho factores relevantes para el desarrollo e implementación de infraestructura (WBCSD, 2017) que deben de ser tomados en cuenta en la elaboración de PGRHC del Consejo y se muestran en la Tabla 27.

Tabla 27. Factores para la implementación de Infraestructura Natural

| Factor | Descripción |
|--------------------|--|
| Permisos Licencias | La generación de permisos para la implementación, construcción de la infraestructura y el uso de los recursos naturales (agua o suelo) para su desarrollo otorgados por entidades competentes. |

| Factor | Descripción |
|-------------------------|---|
| Conocimiento científico | Generación del conocimiento y concientización de la dinámica, rendimiento, costo/efectividad, costo/beneficio de la infraestructura diseñada/seleccionada. Se incluye también la valoración del conocimiento ancestral. |
| Capacidad Técnica | Fortalecimiento de capacidades de las personas encargadas del desarrollo, diseño, implementación y monitoreo de la infraestructura natural. |
| Financiamiento | Gestión y obtención del financiamiento para la inversión en la implementación de Infraestructura Natural. |
| Licencia social | Se incluye las preferencias de las comunidades en las diferentes alternativas de soluciones basadas en la infraestructura natural y el permiso para la implementación en su territorio. |
| Resiliencia | En el contexto actual de vulnerabilidad a eventos extremos asociados a cambio climático, es necesario el desarrollo de infraestructura resiliente que aporte soluciones y fortalezca la gestión de riesgo. |
| Protección | Desarrollo de mecanismos de seguridad que acompañen las intervenciones para protegerlas de daños, pérdidas o la degradación de los beneficios asociados. |
| Políticas | Generación de políticas de estado que incentiven y faciliten la generación del conocimiento, diseño, financiamiento e implementación de infraestructura natural. |
| Costos | Los costos de implementar soluciones en infraestructura natural deben ser competitivos comparados a la infraestructura gris, sobre todo en el largo plazo |

Fuente: Modificado de WBCSD (2017)

Existe un marco normativo específico a través del cual se implementan soluciones basadas en Infraestructura Natural (Tabla 28). Se tiene, por ejemplo, que en la normativa nacional se establecen los Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos (MERESE) como mecanismos para implementar las medidas o proyectos en infraestructura natural para la conservación de fuentes de agua y recuperación de los servicios ecosistémicos. Adicionalmente, existen otros mecanismos que se pueden trabajar para implementar este tipo de soluciones como son los proyectos de Siembra y Cosecha de Agua (fomentado por AGRORURAL) y los Acuerdos Recíprocos por el Agua (ARA) entre actores de la cuenca o los proyectos de infraestructura natural (fomentado por ONG, cooperación internacional y el sector privado a través del Fondo de Agua de Lima y Callao).

Tabla 28. Normativa Específica para la Implementación de Infraestructura Natural

| Norma | Título de la norma |
|-----------------------|--|
| Ley No. 30215 | Ley de Mecanismos de Retribución de Mecanismos Ecosistémicos |
| DL N°1280 | Decreto Legislativo que aprueba la Ley Marco de la gestión y prestación de los servicios de saneamiento. |
| DS No. 009-2016-MINAM | Reglamento de la Ley No. 30215, Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos |

| Norma | Título de la norma |
|----------------------------|--|
| DS No.019-2017-VIVIENDA | Reglamento del Decreto Legislativo No. 1280, Decreto Legislativo que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento |
| D.S. N°027-2017-EF | Reglamento de Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones |
| R.D. N°016-2014-SUNASS-CD | Aprueban el "Procedimiento para incorporar en el periodo regulatorio vigente proyectos de inversión no incluidos en la fórmula tarifaria" |
| R. CD N°011-2015-SUNASS-CD | Modifica el Título y diversos artículos del "Procedimiento para incorporar en el periodo regulatorio vigente de proyectos de inversión no incluidos en la fórmula tarifaria" |

| Norma | Título de la norma |
|-----------------------------|--|
| R. CD N°022-2015-SUNASS-CD | Metas de gestión, fórmula tarifaria y estructuras tarifarias en el quinquenio 2015-2020, para los servicios de agua potable y alcantarillado que brinda SEDAPAL S.A. |
| RD 006-2015-EF/63.01 | Lineamientos para la formulación de proyectos de inversión pública en diversidad biológica y servicios ecosistémicos MEF/MINAM |
| D.S. N°016-2015-VIVIENDA | Modifica el Texto Único Ordenado del Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento |
| R. CD No 045-2017-SUNASS-CD | Aprueban Directiva SUNASS sobre Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos Hídricos - MRSE Hídricos |

6.2 Proyectos de Infraestructura Natural en el ámbito del Consejo

6.2.1 Avances en Proyectos de IN

Los proyectos de IN tienen el objetivo de conservar los ecosistemas existentes y recuperar los servicios ecosistémicos. Para el ámbito del Consejo y específicamente la ciudad de Lima, resultan fundamentales y son promovidos para garantizar la seguridad Hídrica de la capital del país.

Según el D.L. N°1280, las Empresas Prestadoras de Servicios (EPS) pueden reservar en una cuenta intangible un porcentaje de sus ingresos para la implementación de MERESE. Tal es el caso de la EPS de la ciudad de Lima: SEDAPAL, la cual a través de su programa Sembramos Agua tiene la facultad de implementar este tipo de proyectos en la parte alta de las cuencas del Consejo.

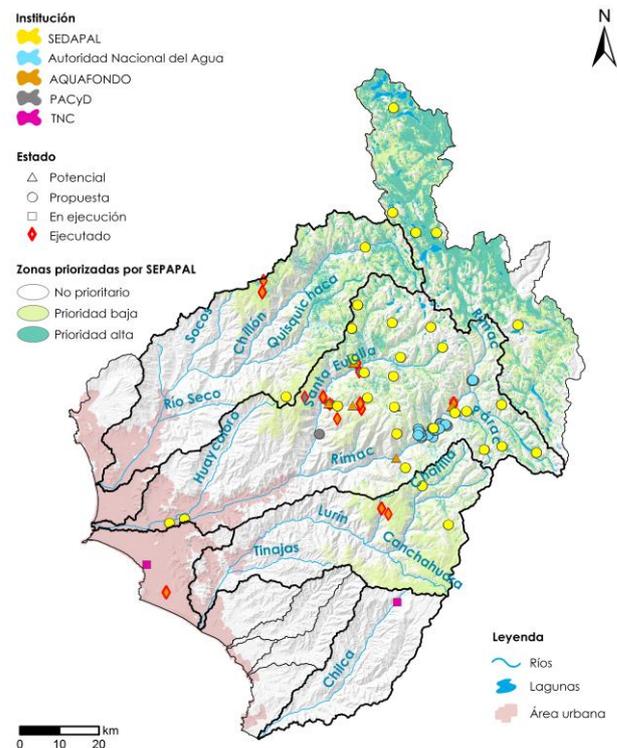
En el Mapa 28 se presenta la cartera de proyectos promovidos por el programa Sembramos Agua de SEDAPAL, los desarrollados con participación de Aquafondo, el Programa Agua, Clima y Desarrollo (PACyD) y las propuestas realizadas por ANA en el estudio de tratamiento de cauce del río Rímac para el control de inundaciones (2013).

De esta manera, en total se identifican 104 proyectos de infraestructura natural elaborados para el ámbito del Consejo, la mayoría de los cuales se ubican en la parte media y alta de la cuenca del Rímac. El listado de los proyectos se encuentra en el anexo 2 y corresponden principalmente a:

- SEDAPAL: 32 propuestas de proyectos en infraestructura natural por parte del Programa "Sembramos Agua".
- AQUAFONDO: reporta en total 21 proyectos (12 ejecutados, uno en ejecución y ocho potenciales).
- PACyD: cinco proyectos (tres ejecutados y dos en propuesta).
- ANA: en el Estudio de Tratamiento del cauce del río Rímac contra inundaciones, se identifican hasta 42 propuestas de intervención con infraestructura natural, principalmente en lo referido a la reforestación para gestión de riesgo y recuperación de la faja marginal del río.

Los principales tipos de proyectos son reforestación en faja marginal del río, manejo de pastos naturales y bofedales en cabecera de cuenca, cosecha de agua, implementación de plantas de tratamiento de aguas residuales, desarrollo de capacidades, mejora de la infraestructura ancestral.

Mapa 28. Infraestructura natural



Fuente: SEDAPAL, AQUAFONDO, TNC, PACyD, ANA

6.2.2 Potenciales intervenciones en IN

En el ámbito de las cuencas Chillón, Rímac y Lurín se ha identificado posibilidades de intervención en cuatro tipos de infraestructura natural (PARA-Agua, 2017) las cuales son: bofedales, andenes, forestación y reforestación y pastos y lomas. No se tiene información de la cuenca del río Chilca.

a. Bofedales

Son ecosistemas con un rol fundamental en la regulación hídrica, pues permiten extender el periodo en el que el ecosistema brinda agua a las

poblaciones mediante puquiales o filtraciones directas a los ríos y quebradas.

Se identificó un total de 1 217 unidades de bofedales que constituyen un área total de 5 397 ha. La mayor cantidad de bofedales se encuentran en la cuenca del río Rímac, con un total de 3 386,43 ha.

b. Andenes

Es una práctica conservacionista utilizada ancestralmente para el manejo del suelo y del paisaje y principalmente producción agrícola. Con esta tecnología se logra utilizar racionalmente las laderas, controlar la escorrentía del agua, incrementar la infiltración, mantener un buen drenaje, minimizar el riesgo a heladas y mejorar la aireación del suelo agrícola.

Lamentablemente muchos de los sistemas de andenes en el ámbito del Consejo se encuentran abandonados, descuidados o derruidos. Se identificó un área potencial de 5 030,53 ha. Al igual que los bofedales, la mayor área de andenes identificados para una posible intervención se ubica en la cuenca del río Rímac.

c. Forestación y reforestación

Las intervenciones de forestación y reforestación se refieren a la actividad de poblar o repoblar con especies principalmente nativas, áreas que siempre o hace mucho tiempo habían estado ausentes de vegetación boscosa, con fines de protección o recuperación de los servicios ambientales que estas áreas pueden brindar en lo relacionado a la regulación hídrica y control de sedimentos.

El área total con posibilidades de intervención es de 4 391,48 ha. Las mayores posibilidades se encuentran en la cuenca del río Rímac, con un área de 2 322,17 ha, mientras que en Lurín solo se han identificado 759,69 ha.

d. Pastos naturales

Los ecosistemas de pastos naturales tienen una gran capacidad de reducir la escorrentía e incrementar la infiltración del agua en el suelo, en ese sentido, las intervenciones en infraestructura natural referida a los pastos naturales buscan contribuir a mejorar la disponibilidad y calidad de agua en las cuencas hidrográficas en el ámbito del Consejo. Los pastos naturales también son un gran aporte para la adaptación al cambio climático, ya que, al mejorar la capacidad de retención del agua en el suelo, mejoran también la capacidad para resistir las sequías.

Se han identificado 9 068,57 ha, de las cuales 5 623,34 ha se encuentran en la cuenca del río Chillón.

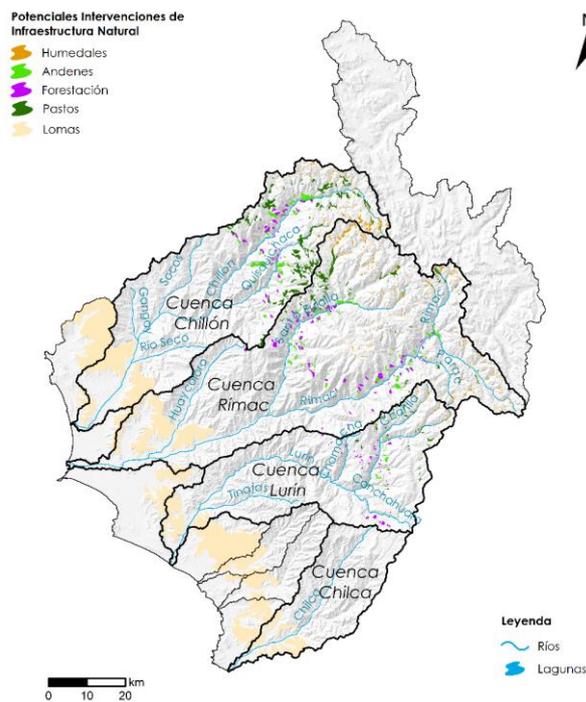
Tabla 29. Área por tipo de infraestructura natural

| Infraestructura Natural | Área (ha) |
|-----------------------------|-----------|
| Bofedal | 5 397,37 |
| Andenes | 5 030,53 |
| Forestación y reforestación | 4 391,48 |
| Pastos | 9 068,57 |
| Total | 23 887,95 |

Fuente: Elaborado con la base de datos del Proyecto PARA-Agua (2017)

En el Mapa 29 se presentan las áreas potenciales para implementar infraestructura verde en el ámbito de las cuencas.

Mapa 29. Zonas potenciales para proyectos de infraestructura natural



Fuente: Elaborado con la base de datos del Proyecto PARA-Agua (2017)

6.2.3 Susceptibilidad de la IN según cuenca

En la Tabla 30 se mencionan las cuencas con el área para cada tipo de infraestructura natural presente en el ámbito de estudio.

Tabla 30. Infraestructura natural por cuenca

| Infraestructura Natural | Cuenca Chillón (ha) | Cuenca Rímac (ha) | Cuenca Lurín y Chilca (ha) |
|-----------------------------|---------------------|-------------------|----------------------------|
| Bofedales | 1 606,44 | 3 386,43 | 404,50 |
| Andenes | 2 064,94 | 2 461,17 | 504,42 |
| Forestación y reforestación | 1 309,62 | 2 322,17 | 759,69 |
| Pastos | 5 623,24 | 2 684,91 | 760,42 |
| Total | 10 604,24 | 10 854,68 | 2 429,03 |

Fuente: Elaborado con la base de datos del Proyecto PARA-Agua (2017)

a. Susceptibilidad de la IN en la cuenca del río Chillón

Se han identificado 10 604,40 ha con posibilidades de intervención en infraestructura natural, ubicadas principalmente en la parte media y alta de la cuenca.

Aproximadamente 920 ha de bofedales, ecosistemas fundamentales para la regulación hídrica de la cuenca, se encuentran con problemas de sobrepastoreo equino-vacuno-ovino, generando un alto grado de susceptibilidad en la parte alta de la cuenca. Adicionalmente, existen otras 443 ha de bofedales con sobrepastoreo vacuno-ovino.

En cuanto a los pastos, se tienen más de 4 000 ha con susceptibilidad alta, producto de la topografía y la poca cobertura vegetal. Asimismo, se identificó aproximadamente 1 100 ha de pastos naturales con

problemas de sobrepastoreo equino-vacuno-ovino (521,38 ha) y vacuno-ovino (655,64 ha).

En cuanto los andenes y forestación se tienen aproximadamente 2 000 y 1 200 ha respectivamente con un nivel de susceptibilidad alto, debido a las pendientes de la zona y a la poca cobertura vegetal que presentan. Se encuentran distribuidas mayormente entre la cuenca media y alta del río Chillón.

b. Cuenca del río Rímac

La cuenca del río Rímac también se ve afectada con un grado de susceptibilidad física alta y muy alta, principalmente desde su parte media hasta la cabecera. Se identificó 3 349 ha de bofedales con susceptibilidad física alta, producto de la extracción de champas y/o sobrepastoreo por ganado vacuno, ovinos y camélidos andinos. Adicionalmente, se identificó 2 500 ha de pastos naturales definidos con susceptibilidad física alta, producto de la topografía de la zona y la poca cobertura vegetal.

Del mismo modo, se identificó posibilidades de intervención en infraestructura natural con andenes en aproximadamente 1 300 ha y 1 100 ha con

susceptibilidad física alta y muy alta respectivamente. Con respecto a las posibilidades de intervención en forestación y reforestación se identificó 1 279,40 ha en susceptibilidad alta, mientras que 1 042,76 ha se encuentran caracterizadas con un nivel de susceptibilidad muy alta.

c. Cuenca de los ríos Lurín y Chilca

Presentan un área con posibilidades de intervención en infraestructura verde aproximadamente 4 veces menor, pero con dinámicas de susceptibilidad parecidas. Aproximadamente el 30% del total corresponden a bofedales con problemas de sobrepastoreo vacuno-ovino, las cuales suman 373 ha con susceptibilidad física alta. Asimismo, existen 622,06 ha, de pastos con problemas de sobrepastoreo.

La mayor posibilidad de intervención se encuentra en la forestación o reforestación, con un total de 759,69 ha. Con susceptibilidad alta 628,54 ha y muy alta 131,15 ha. producto de la topografía de la zona y la poca cobertura vegetal que exponen al terreno a una fácil erosión y consecuente pérdida de suelo, deslizamiento y/o derrumbes.

7 INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA

7.1 Infraestructura hidráulica mayor

El ámbito del CRHCI CHIRILU es abastecida por las aguas provenientes de las lagunas reguladas de la parte alta de la cuenca, por las aguas de retorno, por las aguas no reguladas provenientes del río, y de manera complementaria por las aguas subterráneas.

Los componentes del sistema hidráulico son sistemas de afianzamiento hídrico y de conducción de agua para abastecer, principalmente, a la demanda agrícola, poblacional (servicios de saneamiento) e hidroenergética en el ámbito del CRHCI CHIRILU. En la Figura 18 se muestra el esquema general del sistema hidráulico de las cuencas del Consejo.

Las demandas para las actividades mineras e industriales son abastecidas mediante pequeña infraestructura que es gestionada de forma privada. En el ámbito de las cuencas, las operaciones y proyectos mineros son de reducida envergadura, principalmente por la extracción minera a pequeña escala y mediante minería artesanal.

7.1.1 Infraestructura de captación y almacenamiento

La infraestructura de captación y almacenamiento en la cuenca del río Chillón (con nacimiento en la cordillera La Viuda y caudal promedio 8,2 m³/s) está compuesta por 4 lagunas principales (volumen de 21 hm³) y otras pequeñas lagunas reguladas (volumen total 4,5 hm³). Se ha proyectado adicionalmente la construcción de un embalse de capacidad aproximada igual a 44 hm³.

En la cuenca del río Rímac (nacimiento en el nevado Tíclio y caudal promedio 30 m³/s) la infraestructura de almacenamiento está compuesta por la presa Yuracmayo (48,30 hm³) ubicado en la subcuenca del río Blanco, y el sistema Santa Eulalia (15 lagunas reguladas con 77 hm³ en total). Cuenta además con el aporte del túnel Gratón, estructura con la que inicialmente se drenaba el acuífero Kárstico para facilitar la explotación minera de la unidad Casapalca y que ahora es un aporte importante del sistema (Observatorio del Agua, 2018).

Adicionalmente la cuenca del río Rímac recibe el trasvase de los sistemas regulados de la cuenca Alto Mantaro, denominado sistema Marcapomacocha (Marca I, Marca II y Marca IV).

En la Tabla 31 se muestra la capacidad de almacenamiento existente en la cuenca Chillón, mientras que en la Tabla 32 la capacidad de almacenamiento existente en la cuenca del río Rímac.

En la Tabla 33 se presentan los sistemas regulados existentes en la zona de influencia del Alto Mantaro que aportan a la cuenca del río Rímac.

Tabla 31. Infraestructura de almacenamiento en la cuenca del río Chillón

| Sistema regulado | Fuentes aportantes | hm ³ |
|---|--|-----------------|
| Chuchón, Azulcocha, Leoncocha Yanacocha | Lag. Chuchón | 9,4 |
| | Lag. Azulcocha | 7,4 |
| | Lag. Leoncocha | 3,0 |
| | Lag. Yanacocha | 1,2 |
| | Total | 21,0 |
| Otras lagunas pequeñas | Yanaulla Baja, Chahualcocha, Acomachay, Urcuncocha, Chauca 1, Azulcocha-Carhua, Chupacocha, Turmanyacocha, Huicso, Tambillo. | 4,5 |

Fuente: Observatorio del Agua (2018)

Tabla 32. Infraestructura de almacenamiento en la cuenca del río Rímac

| Sistema regulado | Fuentes aportantes | m ³ /s | hm ³ |
|-------------------------------------|--|-------------------|-----------------|
| Santa Eulalia: 15 Lagunas reguladas | Quisha, Carpa, Huasca, Quiula, Sacsá, Piticuli, Huampar, Huachua, Chiche, Pucro, Misha, Canchis, Huallunca, Pirhua y Manca | 4,0 | 77,0 |
| Yuracmayo | Embalse Yuracmayo | 2,5 | 48,3 |
| Túnel Gratón | agua subterránea | 4,75* | - |

Fuente: Estado situacional de los recursos hídricos en las cuencas Chillón, Rímac, Lurín y Chilca 2017/2018 (2019)

*Caudal en época de estiaje. En época de avenida se estimó en 8,74 m³/s (SEDAPAL, 2015)

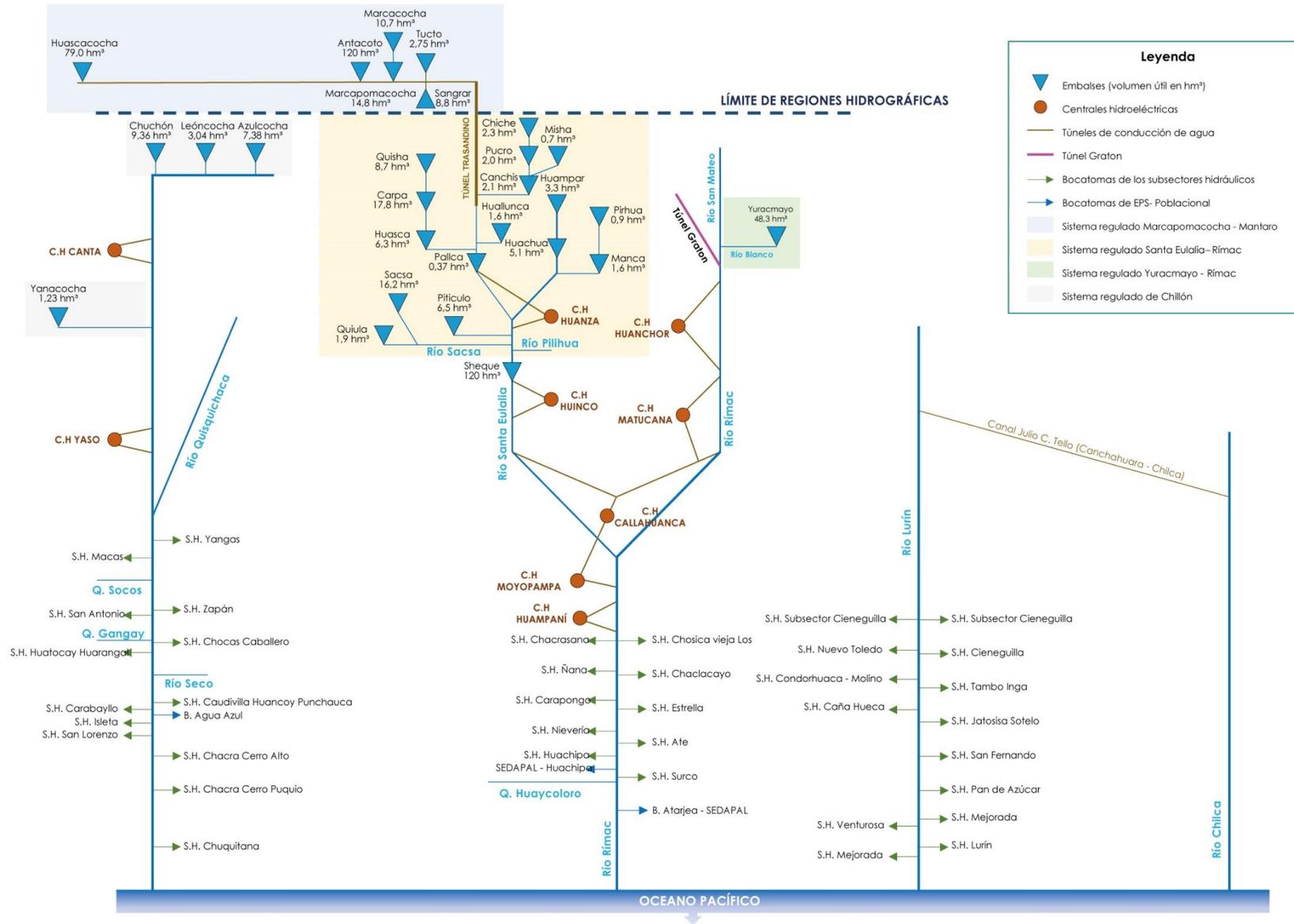
Tabla 33. Sistemas regulados en la cuenca del Alto Mantaro que aportan a la cuenca del río Rímac

| Sistema regulado | Fuentes aportantes | m ³ /s | hm ³ | Estado |
|---|--|-------------------|-----------------|-------------------|
| Marca I: Marcapomacocha Milloc | Lagunas Marcapomacocha, Antacoto, Marcacocha, Pucrococha, Tucto y Milloc | 6,0 | 67,0 | Terminado en 1966 |
| Marca II: Derivación Pomacocha - Río Blanco | Lagunas Pomacocha y Huallacocha. Quebrada Pucullo. | 4,0 | - | No construido |
| Marca III: Afianzamiento del sistema Marcapomacocha | Quebradas Cusurcocha y Casacancha | 3,0 | 60,0* | Terminado en 1999 |
| Marca IV: Regulación de la laguna Huascacocha | Lagunas Huascacocha, Huaroncocha, Quimacocha, Naticocha, Yanamachay. | 2,4 | 79,0 | Terminado en 2012 |
| Marca V: Embalse Casacancha. | Río Carispaccha | 1,8 | - | No construido |

Fuente: Estado situacional de los recursos hídricos en las cuencas Chillón, Rímac, Lurín y Chilca 2017/2018 (2019)

*El proyecto Marca III, incluye el afianzamiento de la laguna Antacoto incrementando su capacidad de 60hm³ a 120hm³

Figura 18. Esquema general del sistema hidráulico en las cuencas Chillón, Rímac, Lurín y Chilca



En la cuenca del río Lurín (caudal promedio 5,2 m³/s aproximadamente) no cuenta con sistema regulado. Sin embargo, se tiene proyectado represar la quebrada Tinajas para abastecer la demanda poblacional de Lima sur y la agraria en el valle. Existen mini represamientos realizados por los pobladores en zonas aledañas a lagunas en el distrito

de San Andrés de Tupicocha que requieren ser dimensionados (SENAMHI, 2015).

La cuenca del río Chilca cuenta con escasa oferta hídrica debido a la poca precipitación sobre el área de drenaje de la cuenca.

7.2 Infraestructura hidráulica que abastece la demanda agrícola

Una de las principales demandas que abastece la infraestructura de captación y almacenamiento descrita en el ítem anterior, es la demanda agrícola. La infraestructura instalada permite abastecer al 93% de la demanda agraria. Lo restante es cubierto con fuentes de agua subterránea.

7.2.1 Infraestructura de distribución y entrega

La infraestructura instalada para la distribución y entrega de agua destinada a la producción agrícola está compuesta de sectores hidráulicos (SH), subsectores hidráulicos (SSH), bloques y canales de derivación (ver Tabla 34). Cada subsistema hidráulico está bajo la administración de una comisión de usuarios que agrupa a bloques de riego y canales de derivación (cada una con su respectiva bocatoma). Cada bloque/canal de derivación cuenta con una dotación de agua que se distribuye internamente dependiendo del área bajo riego de sus predios.

Tabla 34. Infraestructura hidráulica que abastece la demanda agrícola

| Cuenca | subsectores hidráulicos | hm ³ | Caudal total m ³ /s |
|---------|-------------------------|-----------------|--------------------------------|
| Chillón | 14 | 93,8 | 7.4 |
| Rímac | 11 | 95,0 | |
| Lurín | 12 | 44,5 | |
| Chilca | - | - | - |

Fuente: Estado situacional de los recursos hídricos en las cuencas Chillón, Rímac, Lurín y Chilca 2017/2018 (2019)

La cuenca del río Chillón cuenta con 14 subsectores hidráulicos y un total de 93,8 hm³ de volumen

asignado (ver anexo 3a). Esta infraestructura cuenta con bocatomas que distribuyen en agua a través de 38 canales de derivación que tienen una longitud total de 3 216 km. Se abastece el requerimiento para el riego de 5 916,773 ha, distribuidas en un total de 2 862 predios (2 214 usuarios).

La cuenca del río Rímac cuenta con 11 subsectores hidráulicos y un total de 95,000 hm³ de volumen asignado (anexo 3b). Esta infraestructura cuenta con bocatomas que derivan el agua a canales (longitud total de 171,1 km) que atiende el requerimiento para el riego de 3 277,76 ha, distribuidos en un total de 1 553 predios (1 463 usuarios). Las bocatomas de los subsectores Ate y Surco, son las de mayor capacidad ya que abastece para el riego del 35% de área bajo riego en la cuenca.

El río Lurín en su recorrido abastece a 12 subsectores hidráulicos, en 16 bloques de riego (anexo 3c). El volumen total asignado es de 44,5390 hm³. Esta infraestructura, cuenta bocatomas que derivan el agua a 33 canales de derivación. Se abastece el requerimiento para el riego de 5 089,4067 ha, distribuidos en los predios de un total 3 861 usuarios agrícolas. Los canales de derivación en su mayoría son de tipo rústico.

La cuenca del río Chilca cuenta con escasa oferta hídrica debido a la poca precipitación sobre el área de drenaje de la cuenca.

7.3 Infraestructura hidráulica que abastece la demanda poblacional

En el ámbito del CRHCI CHIRILU la principal demanda poblacional es ejercida por la EPS de la ciudad (SEDAPAL), para abastecer de agua potable a 48 de los 50 distritos de Lima y Callao.

La infraestructura hidráulica asociada al sistema de agua potable permite realizar tres grandes procesos: almacenamiento, producción de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.

Para el almacenamiento se cuenta con embalses de regulación estacional que permiten afianzar el caudal del río Rímac. Estas han sido descritas al detalle en la primera parte de este capítulo como infraestructura hidráulica mayor.

La producción de agua potable se realiza a partir de fuentes superficiales y subterráneas. Según SEDAPAL, en el año 2017, esta producción estuvo compuesta por 81% de fuentes superficiales y 19% de aguas subterráneas. Las fuentes superficiales son captadas de los ríos Chillón y Rímac para ser tratadas en las plantas de tratamiento de agua potable (PTAP) La Atarjea, Planta Huachipa y Planta Chillón (concesionada por el consorcio Agua Azul S.A.). La

infraestructura hidráulica para el aprovechamiento de las aguas subterráneas está compuesta de 397 pozos que explotan los acuíferos de los ríos Rímac, Chillón y Lurín. En la Tabla 35 se presenta la infraestructura existente para la producción de agua potable para la ciudad de Lima y su capacidad de producción actual (SEDAPAL, 2017).

Tabla 35. Infraestructura hidráulica (fuentes superficiales) para la demanda poblacional

| Río | PTAP | hm ³ | Caudal total m ³ /s |
|---------|------------------------------|-----------------|--------------------------------|
| Chillón | Agua Azul-SEDAPAL* | 64,8 | 5,0 |
| Rímac | Atarjea y Huachipa - SEDAPAL | 709,4 | 22,5 |
| Lurín | - | - | - |
| Chilca | - | - | - |
| Total | | | 27,5 |

Fuente: Estado situacional de los recursos hídricos en las cuencas Chillón, Rímac, Lurín y Chilca 2017/2018 (2019)

*Sólo opera los meses de avenida

El agua potable producida es distribuida a los usuarios finales (1 518 503 conexiones de agua domésticos, comerciales e industriales) mediante 14 619 km de redes primarias y secundarias (tuberías).

Existe además infraestructura hidráulica menor que se abastece de captaciones directas de lagunas, manantiales, pequeñas quebradas. Éstas son administradas por los municipios y Juntas Administradores de Servicios de Saneamiento (JASS) que operan como prestadores locales de servicios de saneamiento.

El sistema de alcantarillado está constituido por la red de colectores secundarios y primarios, cámaras de desagüe, líneas de impulsión y las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), que es administrado por SEDAPAL.

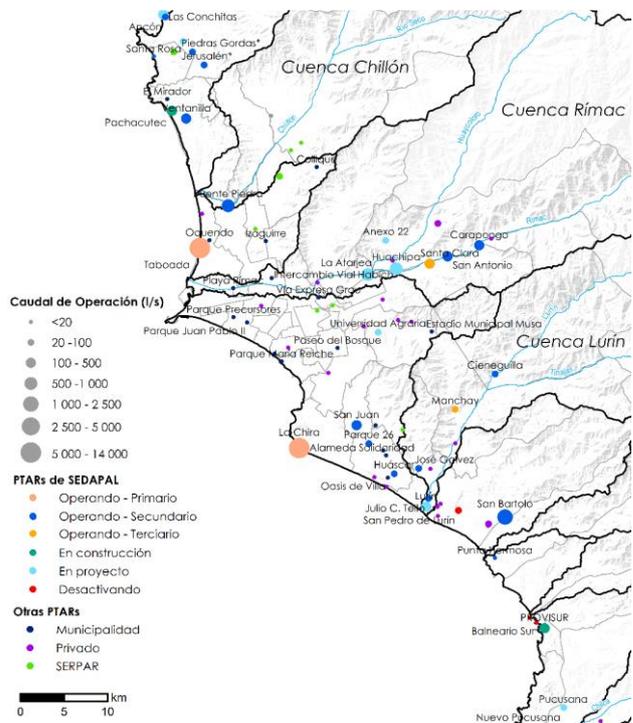
La longitud de redes de recolección (primaria y secundaria) asciende a 12 309 km. Asimismo, existe un total de 23 PTAR (ver Mapa 30) que captan y tratan 20,5 m³/s de agua residual cruda que corresponde al 92,39% de la producción total de agua residual en la ciudad. La mayor capacidad de tratamiento la tienen las PTAR Taboada y La Chira (concesionadas) que en total tratan cerca del 83% del agua residual recolectada en las redes de alcantarillado, y que es dispuesta en el mar mediante emisores submarinos.

Como se mencionó, en Lima y Callao existe infraestructura de PTAR que captan aguas residuales de la red de SEDAPAL para ser tratadas con fines de riego de áreas verdes de la ciudad, generalmente de propiedad municipal. Son 23 PTAR compactas de capacidad entre 20,5 m³/día y 1 400 m³/día. Están administradas por municipalidades distritales (o sus organismos descentralizados) y algunas se encuentran en concesión mediante el mecanismo de Asociación Público-Privada.

Existe también infraestructura de alcantarillado y plantas de tratamiento de menor escala bajo administración municipal y de las Juntas Administradores de Servicios de Saneamiento (JASS). Funcionan como sistemas locales para la recolección, disposición final y tratamiento de las

aguas residuales de distritos/centros poblados/anexos, ubicados geográficamente en la cuenca media-alta, fuera del ámbito de SEDAPAL. Generalmente son opciones tecnológicas que realizan tratamiento primario/secundario, cuyos efluentes son vertidos en los ríos Rímac, Chillón, Lurín y Chilca (y sus tributarios) o son dispuestos en el terreno mediante zanjas de infiltración.

Mapa 30. PTAR en el ámbito del CRHCI Chillón Rímac Lurín



Fuente: Observatorio del Agua (2018)

En zonas que no cuentan con infraestructura de PTAR se ha identificado la problemática de descarga directa de aguas residuales crudas a los ríos Rímac, Chillón y Lurín. Son de origen industrial, comercial y municipales y se realizan sin las autorizaciones de vertimiento que otorga la ANA, incumpliendo los estándares de calidad ambiental vigentes para vertimientos a cuerpos naturales de agua.

7.4 Infraestructura hidráulica que abastece la demanda hidroenergética

La infraestructura para la generación de energía eléctrica se concentra en el río Rímac. En la cuenca del río Rímac se identifican siete centrales hidroeléctricas, tal como se puede observar en la Tabla 36, siendo las de mayor potencia instalada las de Huinco, Matucana y Huanza. En el caso de la central de Huinco, tiene una potencia instalada de 267,8 MW y una descarga de diseño de 24 m³/s, la central hidroeléctrica de Matucana cuenta con una potencia instalada de 137,0 MW y una descarga de diseño 15,8 m³/s, la central de Huanza tiene una potencia instalada de 92,6 MW y una descarga de diseño de 16,5 m³/s, esta central es, además, la de construcción más reciente (2013) en toda la cuenca, mientras que la central hidroeléctrica de Callahuanca es la más antigua (1938).

En menor grado, se cuenta con infraestructura instalada en la cuenca del río Chillón, donde se

cuenta con el sistema eléctrico aislado de Canta con una potencia instalada total de 1,35 MW, y con el sistema eléctrico aislado de Yaso, que cuenta con una potencia instalada de 0,44 MW (OSINERGMIN, 2015). En la cuenca de los ríos Lurín y Chilca no se ha identificado infraestructura hidroenergética. En el mapa se muestra la ubicación de la infraestructura existente en las cuencas del Consejo para la generación de hidroenergía.

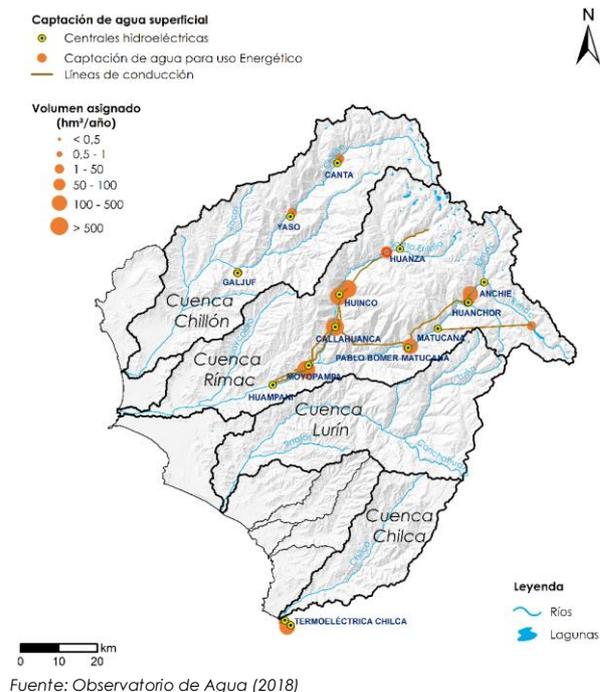
La disponibilidad hídrica para la infraestructura hidroenergética, instalada en la cuenca del río Rímac, depende del mismo sistema de embalses y lagunas (trasvase del Alto Mantaro, sistema regulado de Santa Eulalia y Yuracmayo) que abastece a las otras demandas. Sin embargo, se diferencia de aquellas porque las centrales hidroeléctricas realizan el uso no consuntivo del recurso hídrico, que no influye en los balances hídricos de las cuencas.

Tabla 36. Infraestructura hidráulica que abastece la demanda hidroenergética

| Cuenca | Central Hidroeléctrica | Operador y año de construcción | Potencia instalada (MW) | Descarga de diseño (m³/s) |
|---------|------------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Chillón | Canta | EDELNOR (1986) | 1,35 | - |
| | Yaso | EDELNOR (1989) | 0,17 | - |
| Rímac | Huampaní | ENEL (1959) | 30,2 | 21,8 |
| | Moyopampa | ENEL (1951) | 69,2 | 18 |
| | Callahuanca | ENEL (1938) | 84,2 | 22,5 |
| | Huinco | ENEL (1960) | 267,8 | 24 |
| | Matucana | ENEL (1971) | 137,0 | 15,8 |
| | Huanchor | Minera Corona (2002) | 19,6 | 10 |
| | Huanza | HUANZA (2013) | 92,6 | 16,5 |

Fuente: Observatorio del Agua (2018)

Mapa 31. Ubicación de centrales hidroeléctricas



Fuente: Observatorio de Agua (2018)

7.5 Infraestructura para uso minero

Las unidades mineras que se ubican en el ámbito del CRHCI CHIRILU generalmente cuentan con infraestructura hidráulica propia, de poca envergadura, debido a que la explotación minera se realiza principalmente en pequeña escala.

Estas unidades mineras generalmente cuentan con pozos tubulares propios para la explotación de agua subterránea que requieren para sus procesos. En menor medida, realizan el aprovechamiento de

aguas superficiales mediante bocatomas en manantiales, lagunas y ríos.

Existen dos proyectos a escala de Gran Minería en la cuenca del Alto Mantaro con infraestructura hidráulica de envergadura: el proyecto Ariana y la ampliación de Toromocho. Actualmente el proyecto Ariana está cuestionado por su cercanía al túnel transandino mediante el cual se trasvasa el agua desde el alto Mantaro al río Rímac.

7.6 Infraestructura hidráulica para uso industrial.

La infraestructura hidráulica para uso industrial en el ámbito de CRHCI CHIRILU generalmente es propia. La infraestructura hidráulica de envergadura es propiedad de aquellas industrias que usan grandes cantidades de aguas en sus procesos productivos. Entre ellas la industria de bebidas (cerveza, gaseosa, agua, vinos) y la industria textil. Se concentran en la zona baja de las cuencas.

La infraestructura para explotación de agua subterránea, principal fuente de agua para uso industrial generalmente está compuesta de pozos tubulares con su sistema propio de bombeo y distribución interna.

En Lima y Callao el aprovechamiento de agua superficial por el sector industrial se realiza principalmente a través de la misma infraestructura de SEDAPAL, dado que son usuarios abastecidos directamente desde la red de distribución de agua de la ciudad.

La infraestructura hidráulica para el manejo y tratamiento de aguas residuales en el sector industrial es diversa y depende del tipo de industria debido a la variedad de características fisicoquímicas y bacteriológicas del efluente industrial producido.

7.7 Operación y mantenimiento

7.7.1 Métodos y técnicas de la operación y mantenimiento

La operación de la infraestructura hidráulica mayor corresponde a la función que cumplen los operadores para la prestación de servicios de regulación, derivación y conducción de agua desde la fuente natural hasta la infraestructura hidráulica menor.

Por otro lado, la operación de la infraestructura hidráulica menor la realizan los operadores (ejemplo juntas de usuarios) para la prestación del servicio de distribución y abastecimiento de agua, desde la captación en la infraestructura hidráulica mayor o fuente natural de agua, hasta la entrega final de los usuarios, agrupados en sectores/bloques.

En el ámbito del CRHCI, las actividades de la Operación y Mantenimiento de la infraestructura Hidráulica Mayor, para el aprovechamiento de agua superficial, es responsabilidad de ENEL y SEDAPAL. Ambos operadores son también responsables de las ampliaciones y mejoras de la infraestructura.

Las actividades de operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica menor para riego, es de responsabilidad de la Junta de Usuarios Chillón, Junta de Usuarios Rímac y la Junta de Usuarios Lurín-Chilca, respectivamente.

Las Comisiones de Regantes son las encargadas del mantenimiento de los canales de derivación para la distribución de agua para riego, que es realizada dos veces al año. La mayoría de ellos no tienen revestimiento.

En las comunidades campesinas el riego y el trabajo de limpieza y mantenimiento de la infraestructura hidráulica (canales y bocatomas) se realizan en faenas comunales, con frecuencia asociado a festividades culturales o ceremonias religiosas. La prioridad de los campesinos es la rehabilitación y mejora de los canales y reservorios, con la finalidad de minimizar las pérdidas por filtraciones, y el control del volumen del agua entregado a nivel de la parcela y mejorar los sistemas de riego.

La infraestructura hidráulica para aprovechamiento de agua, asociada al uso minero e industrial, es privada y es operada y mantenida por sus propietarios.

Por otro lado, la infraestructura hidráulica para la recolección, disposición y tratamiento de las aguas residuales (PTAR) está a cargo de SEDAPAL en Lima y Callao. Los usuarios industriales de SEDAPAL deben adecuar sus efluentes a los Valores Máximos Admisibles (aprobado por MVCS y fiscalizado por SEDAPAL) a fin de no dañar la infraestructura de alcantarillado y tratamiento de la ciudad.

Los prestadores de servicios de saneamiento locales (municipalidad, JASS) son los encargados de la operación y mantenimiento de pequeños sistemas de agua potable y alcantarillado/ tratamiento que se ubican fuera del ámbito de SEDAPAL.

En general las acciones de operación y mantenimiento se ejecutan en base a instrumentos operativos que consideran particularidades de los componentes de la infraestructura instalada. El operador debe contar con planes operativos, manuales la operación y mantenimiento de la infraestructura y de los equipos. En agricultura, también son necesarios los planes de cultivo y riego.

7.7.2 Costos de operación y mantenimiento

Los costos de operación y mantenimiento son solventados por los operadores, empleando recursos recaudados por los servicios que prestan. Estos cobros incluyen las retribuciones económicas, así como la conservación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica. Estos costos son incluidos en la tarifa de agua, alcantarillado y de energía eléctrica.

Los costos de operación y mantenimiento de la infraestructura privada, es asumido por el propietario.

7.7.3 Dificultades y limitaciones de la operación y mantenimiento

Respecto a la infraestructura hidráulica mayor:

- La seguridad física de la infraestructura y equipos no está garantizada. Algunos operadores han experimentado robos de equipos (de estaciones de monitoreo, por ejemplo), además de vandalismo contra estructuras importantes de los sistemas hidráulicos. Como consecuencia se emplean mayores recursos económicos para implementar sistemas de vigilancia y otros componentes de seguridad que protejan la integridad de todos los componentes de los sistemas.
- La implementación del enfoque de gestión de riesgo ante desastres naturales es reciente por lo que aún hay mucha infraestructura expuesta a los eventos extremos y no son resilientes, por lo que los costos de mantenimiento, recuperación o reconstrucción se elevan.

Respecto a la infraestructura hidráulica menor de riego:

- Existe déficit de estructuras de medición. La distribución del agua se realiza en forma empírica, generando conflictos entre usuarios.
- Los canales son utilizados como vertederos de agua contaminada y residuos sólidos. Ejemplo: vertimiento de desagües domésticos, industriales, basura y sólidos, especialmente en aquellos que cruzan asentamientos humanos.
- Canales de riego secundario, abandonados sin uso agrícola, que solo son utilizados como conductores de desagües.
- Ocurren una disminución del área agrícola y número de agricultores por cambio de uso de la tierra (urbanización) que se traduce en menores recursos para la operación y mantenimiento de la infraestructura de riego.
- Ausencia o escasa actividad de conservación y mantenimiento de la infraestructura de riego.

7.7.4 Potenciales Proyectos

En el expediente de creación CRHCI CHIRILU, se han identificado varios proyectos de infraestructura Hidráulica que son de interés en el corto y mediano plazo. Entre los más importantes se encuentran (CRHCI, 2014):

- Cinco proyectos de almacenamiento de agua superficial, y cinco de plantas de Tratamiento de Agua Potable. Dentro de los proyectos de almacenamiento en el río Rímac el proyecto Marca II permitirá asegurar la producción de agua potable en la PTAP Huachipa en períodos de estiaje. En el río Chillón se consideran los embalses de San Antonio escondido y Jacaybamba, para asegurar y ampliar la PTAP Chillón que atiende la demanda de la población del cono norte. En el río Lurín, se considera el proyecto de embalse Tinajas que atenderá los distritos Pachacamac, Cieneguilla, Lurín, Punta Hermosa, Punta Negra, San Bartolo, Santa María del Mar y Pucusana.

- Respecto a la infraestructura en alcantarillado y tratamiento de aguas residuales para la ciudad, SEDAPAL tiene proyectos nuevos y de ampliación proyectados hasta el año 2 022. Se ha proyectado la ampliación/construcción de colectores primarios por un monto de inversión de 1000 millones de nuevos soles (Tabla 37) y una ampliación de capacidad de tratamiento de aguas residuales de 13,748 m³/s hasta el año 2021 (Tabla 38).

Tabla 37. Colectores primarios proyectados

| Año | Colector | Costo* Millones soles |
|------|-------------------------|-----------------------------|
| 2018 | Colector N°6 | 29,0 |
| | Colector Centenario | 4,3 |
| 2019 | Emisario Venecia | 5,0 |
| 2020 | Colector Circunvalación | 180,0 |
| | Colector Puente Piedra | 237,6 |
| 2021 | Colector Comas Chillón | 375,1 |
| 2022 | Colector Ceres | 10,0 |
| | Colector Surco | 200,0 |

Fuente: SEDAPAL

*Costos incluyen IGV

Tabla 38. Capacidad proyectada de tratamiento de aguas residuales en PTAR de SEDAPAL

| Año | PTAR | Caudal m ³ /s |
|------|--------------------------|-----------------------------|
| 2018 | Nuevo Pucusana | 0,143 |
| 2019 | PROVISUR | 2,580 |
| | Ampliación La Chira | |
| 2021 | Nueva PTAR Lurín | 11,025 |
| | Nueva PTAR Ancón | |
| | Ampliación Taboada | |
| | Atarjea | |
| | Ampliación Ventanilla | |
| | Ampliación Puente Piedra | |
| | Pachacútec | |

Fuente: SEDAPAL

8.1 Usos y demanda según la fuente

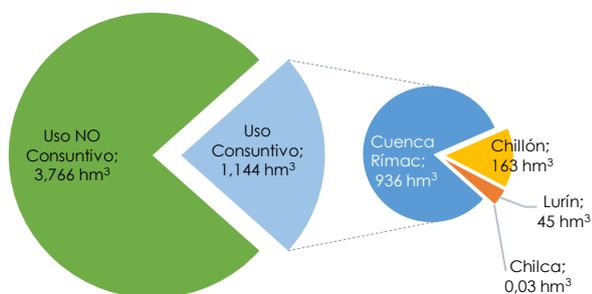
8.1.1 Uso de agua superficial

La ANA otorga derechos de uso de agua sobre las fuentes naturales, los mismos que comprenden la asignación de un volumen que puede ser captado de: ríos, quebradas, manantiales, lagunas, del océano, entre otros, y podrían ser destinados a distintos tipos de uso, principalmente: poblacional, agrario, industrial, minero, energético y otros (acuícola, recreativo, etc.). Por otro lado, se cuenta con los volúmenes reportados por los usuarios, quienes tienen la obligación de declarar, a la administración correspondiente de la ANA, los volúmenes anuales para realizar el pago de la retribución económica. Para este capítulo, se cuenta con volúmenes otorgados, mediante derechos, hasta el año 2018 y volúmenes declarados hasta el año 2017.

Se diferencian dos usos: el uso consuntivo que lo realiza principalmente el sector agricultura, vivienda, minería e industria, entre otros; y el uso no consuntivo, realizado principalmente por el sector energía.

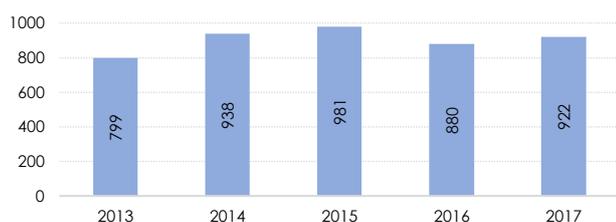
La asignación de volúmenes total para todos los usos, en el ámbito de las cuatro cuencas, en el año 2018 ascendió a 4 910 hm³, de los cuales 1 144 hm³ son destinados a uso consuntivo y 3 766 hm³ a uso no consuntivo. Del volumen destinado a uso consuntivo, 936 hm³ corresponden a la cuenca Rímac, 163 hm³ a Chillón, 45 hm³ a Lurín y 0,03 hm³ a Chilca (Figura 19).

Figura 19. Volúmenes de agua superficial asignados en el año 2018 según uso y cuenca



En la Figura 20 se muestra la evolución anual del volumen de agua superficial de uso consuntivo declarados entre los años 2013-2017.

Figura 20. Volúmenes totales utilizados de fuente superficial para uso consuntivo (hm³/año)



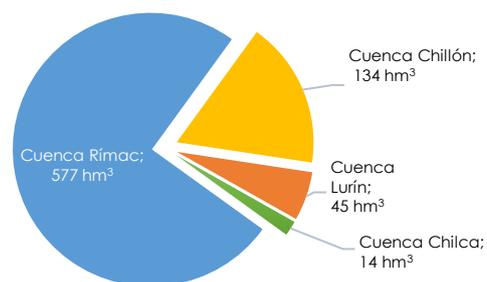
Fuente: Registro de volúmenes utilizados de fuente superficial declarados a ANA, actualizado al 2017

8.1.2 Uso de agua subterránea

Al igual que las fuentes superficiales, la ANA otorga derechos de uso de agua sobre las fuentes subterráneas.

Al 2018 se han asignado volúmenes por un valor de 770 hm³. 577 hm³ corresponden a la cuenca Rímac, 134 hm³ a Chillón, 45 hm³ a Lurín y finalmente 14 hm³ a la cuenca de Chilca (Figura 21).

Figura 21. Volúmenes de agua subterránea asignados en el año 2018 según cuenca



La Figura 22 presenta la evolución histórica de los volúmenes utilizados/declarados por los titulares del derecho de agua a la ANA, entre los años 2013 y 2017. El incremento mostrado de la demanda total de agua subterránea de los últimos cinco años ocurre por el incremento de usuarios privados. Los datos de volúmenes declarados antes del año 2013 están incompletos. Se consideran datos más confiables los registrados a partir de ese año ya que la ANA implementó un sistema de registro oficial.

Durante el año 2017, la demanda alcanzó los 309 hm³ en los cuatro acuíferos. La mayor demanda se reportó en la cuenca del Rímac, con un volumen de 200 hm³, siendo el distrito de Ate donde ocurrió la mayor explotación. En la cuenca del Chillón se registró una demanda de 65 hm³ y en Lurín 31 hm³. La menor demanda se registró en Chilca, con 13 hm³. El acuífero Chillón-Rímac abasteció al 84% de la demanda subterránea.

Figura 22. Volumen utilizado de aguas subterráneas (hm³/año)



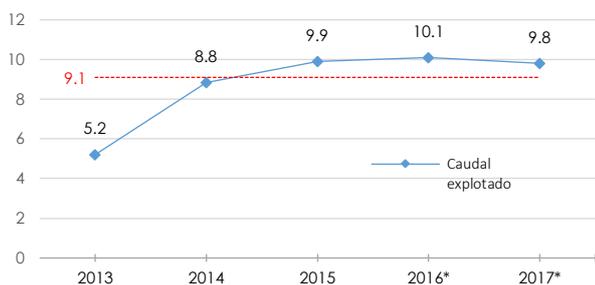
Fuente: Registro de volúmenes declarados a la ANA por retribución económica, actualizado al 2017.

*Para los usuarios que no declararon volumen usado en el 2017 se han asumido los datos reportados del año 2015. En el gráfico se muestra como volumen proyectado

En el acuífero Rímac-Chillón se identificaron indicios de sobre explotación en el año 1997. En este contexto, SEDAPAL realizó un estudio que determinó que la extracción de agua del acuífero Chillón-Rímac debe limitarse a un caudal menor de 8,0 m³/s (SEDAPAL, 2015) y para Lurín un caudal sostenible de extracción igual a 1,1 m³/s (SEDAPAL, 2013), recomendado un caudal agregado de extracción de 9,1 m³/s para estos acuíferos.

La evolución histórica del caudal de explotación de los ríos Chillón, Rímac y Lurín, indica que los caudales totales, declarados a la ANA, se encuentran ligeramente por encima de lo recomendado (Figura 23), por lo que es necesario priorizar estudios a detalle de los acuíferos involucrados.

Figura 23. Evolución del caudal extraído en el acuífero Chillón-Rímac-Lurín 2013-2017* (m³/s)

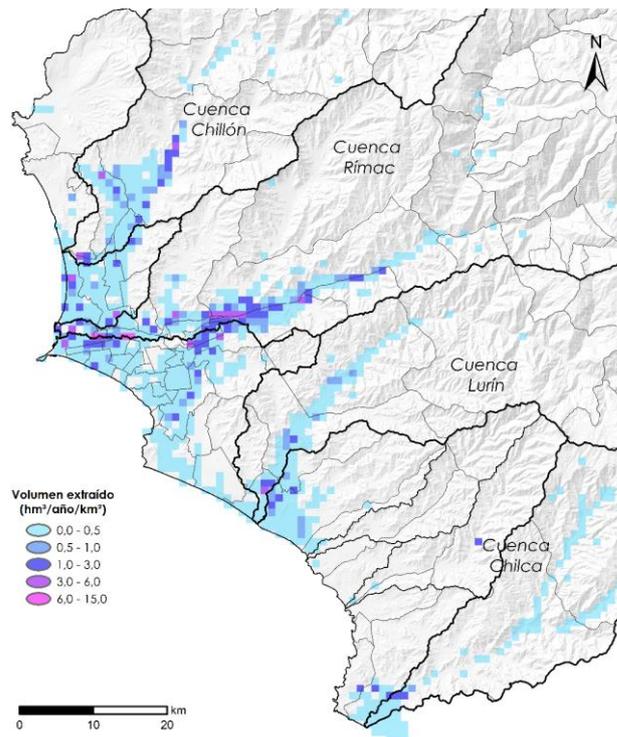


Fuente: Registro de volúmenes utilizados declarados al ANA por concepto de retribución económica, actualizado al 2017*. *Para los usuarios que no declararon volumen usado en el 2017 se han asumido los datos reportados del año 2015

Por otro lado, el Mapa 32 muestra la distribución geográfica de la presión realizada sobre el acuífero expresado como volumen de explotación por año y por unidad de área, hasta el año 2017. Las mayores explotaciones se localizan principalmente en el ámbito de la cuenca del Rímac y el Chillón. Esta distribución ayuda a determinar la localización de potenciales alteraciones del régimen hidrogeológico, permitiendo a la ANA identificar y priorizar las necesidades de investigación del acuífero para la formulación de normas sobre los derechos a otorgar.

Los efectos inmediatos y de largo plazo por la explotación del acuífero incluyen, el descenso del nivel freático, reducción de la disponibilidad del recurso, impacto sobre humedales, subsidencia del terreno, intrusión salada, y el deterioro de la calidad del agua. Prevenir la sobre explotación de acuíferos, determinando volúmenes adecuados de extracción, apoya la toma de decisiones para su gestión.

Mapa 32. Volúmenes extraídos (declarados) en los acuíferos Chillón, Rímac, Lurín y Chilca (2017) *

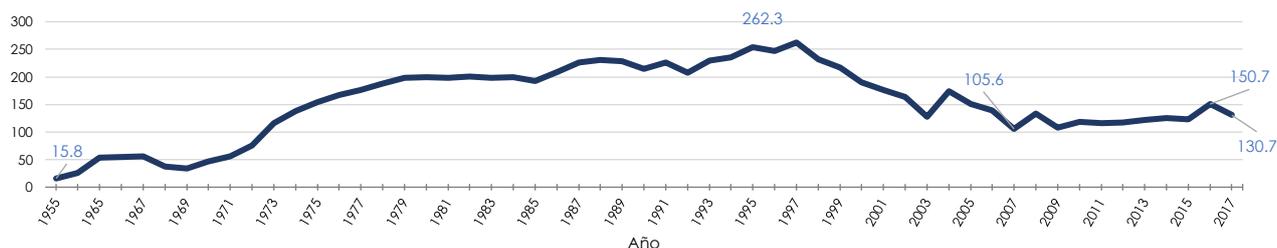


Fuente: Estados Situacional de los Recursos Hídricos en las Cuencas Chillón, Rímac y Lurín 2017/2018 (ANA, 2019). *Registro de volúmenes utilizados declarados a la ANA por concepto de retribución económica, actualizado al 2017. Para los usuarios que no declararon volumen usado en el 2017 se han asumido los datos reportados del año 2015

a. Evolución en la producción de agua potable de fuente subterránea por SEDAPAL

La producción de agua potable de fuente subterránea también da indicios del nivel de explotación realizado al acuífero. Éste ha incrementado progresivamente, desde los primeros registros de SEDAPAL del año 1955. En ese año, se realizó una explotación de 15,8 hm³ incrementándose significativamente hasta 130,7 hm³ en el año 2017. El volumen de producción más alto ocurrió en el año 1997 y ascendió a 262,3 hm³ ocasionando sobre explotación del acuífero Chillón-Rímac. Desde ese año, el volumen de explotación ha decrecido, llegando a establecerse en los últimos siete años en promedio 126,3 hm³/año. En el año 2017, hubo mayor oferta de agua superficial debido al fenómeno El Niño. Esto causó la reducción de la explotación de agua subterránea por parte de SEDAPAL, la cual disminuyó a 130,7 hm³/año en ese año (Figura 24).

Figura 24. Producción anual de agua potable de fuente subterránea del SEDAPAL entre 1955-2017 (hm³/año)

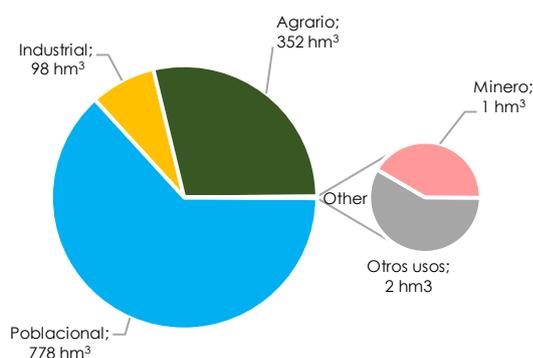


Fuente: Anuario estadístico (SEDAPAL, 2017)

8.2 Uso y demanda según tipo de uso

Durante el año 2017, las demandas para uso consuntivo, según tipo de uso, se distribuyeron como se observa en la Figura 25. El gráfico muestra que el uso poblacional (778 hm³) representa una demanda significativa sobre el recurso hídrico, seguido por el uso agrario (352 hm³) y el industrial (98 hm³). Representa menores demandas el uso minero y otros usos (recreativo, acuícola, etc).

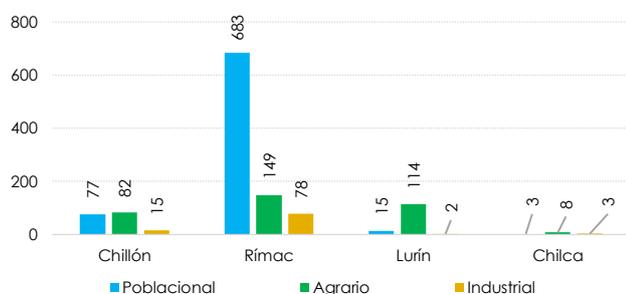
Figura 25. Demanda total de agua según tipo de uso Rímac, Lurín y Chilca 2017* (hm³/año)



Fuente: Registro de volúmenes utilizados declarados al ANA por concepto de retribución económica, actualizado al 2017.

La mayor demanda de agua superficial y subterránea, en el año 2017, ocurrió por el uso poblacional (Figura 26) en la cuenca del río Rímac. Siguen las demandas por el uso agrario, industrial, minero y recreativo.

Figura 26. Principales demandas de agua según tipo de uso, por cuenca 2017* (hm³/año)



Fuente: Registro de volúmenes utilizados en la retribución económica (ANA, 2017) y Anuario estadístico (SEDAPAL 2017) *Para los usuarios privados que no reportaron un volumen en el 2017 se consideró el declarado el 2015 (ANA, 2017)

8.2.1 Demanda uso poblacional

Hace referencia al volumen de agua utilizada para satisfacer las necesidades básicas de alimentación, aseo personal y consumo.

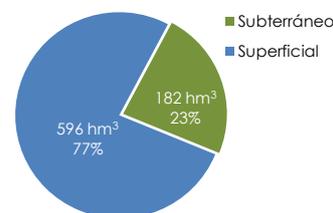
En el año 2017, se estimó que la demanda alcanzó los 778 hm³; 77% del volumen total proviene de fuentes superficiales y el 23%, de subterráneas (Figura 27).

La fuente principal de abastecimiento es el río Rímac, en sus tres puntos de captación (Atarjea 1, Atarjea 2 y Planta Huachipa), todos operado por SEDAPAL; seguido del agua subterránea mediante pozos (Figura 28).

Asimismo, la planta de tratamiento de agua potable de Chillón, operada por el Consorcio Agua Azul

(CAA), capta agua de este río entre enero y abril, y los siguientes meses opera 28 pozos. Además, existe una menor demanda de agua abastecida por captaciones en lagunas, manantiales y quebradas en la parte alta de las cuencas.

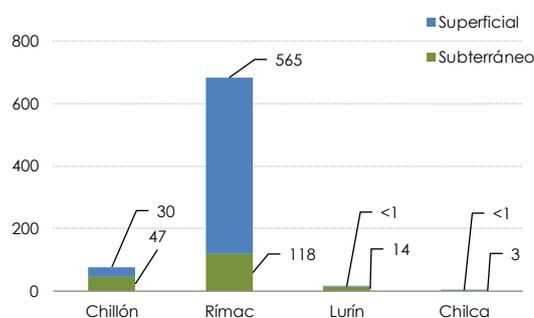
Figura 27. Tipo de fuente de agua para abastecimiento del uso poblacional 2017* (%)



Fuente: Registro de volúmenes utilizados declarados al ANA por concepto de retribución económica, actualizado al 2017

*Para los usuarios que no reportaron un volumen en el 2017 se consideró el declarado en el año 2015 (ANA, 2017)

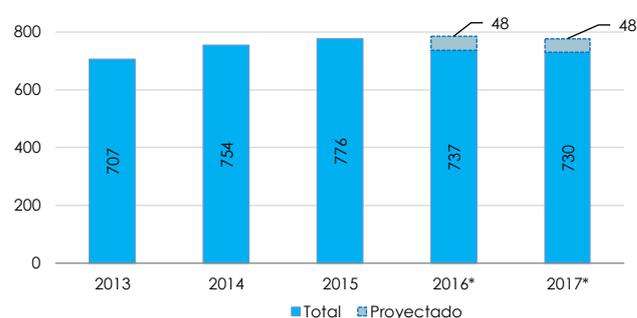
Figura 28. Demanda de agua para uso poblacional según cuenca 2017* (hm³)



*Para los usuarios que no reportaron un volumen en el 2017 se consideró el declarado en el año 2015 (ANA, 2017)

En la Figura 29 se muestra la demanda de agua para uso poblacional de los últimos cinco años, donde se aprecia un incremento constante entre el año 2013 y 2017.

Figura 29. Demanda total de agua para uso poblacional (hm³/año)



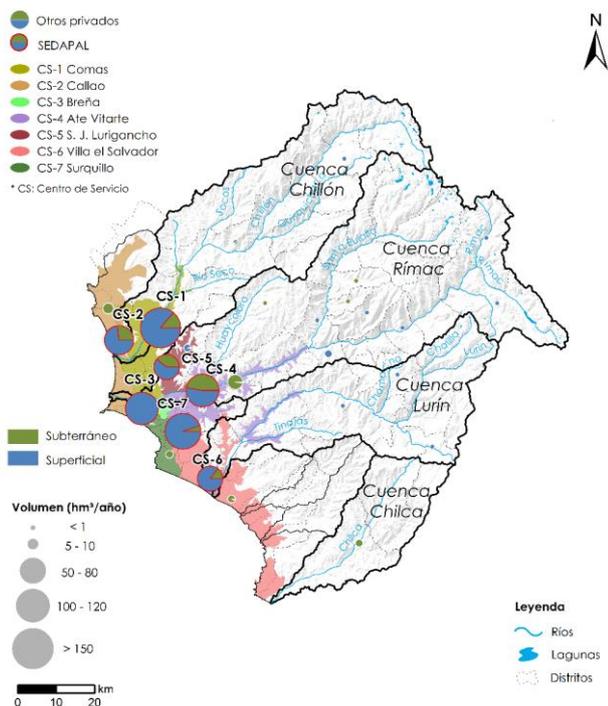
Fuente: Registro de volúmenes utilizados declarados al ANA por concepto de retribución económica, actualizado al 2017

*Para los usuarios que no declararon volumen usado en el 2017 se han asumido sus datos reportados del año 2015. En el gráfico se muestra como volumen proyectado

En el Mapa 33, se observa que SEDAPAL mayormente suministra agua potable de origen superficial, a través de sus Centros de Servicio (CS) de Comas, Breña, Villa el Salvador y Surquillo. Por otro lado, en los CS de Carabayllo, Cailao, San Juan de Lurigancho y Ate, el abastecimiento de agua se realiza a partir de fuente

subterránea. Además, existen usuarios que no utilizan la red pública de SEDAPAL y se abastecen principalmente de pozos.

Mapa 33. Abastecimiento de agua para uso poblacional 2017* por proveedor (hm³/año)



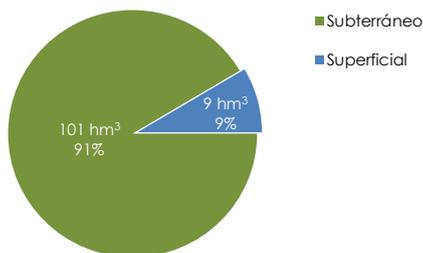
Fuente: Reporte sobre el Estado Situacional de los Recursos Hídricos en las cuencas Chillón, Rímac y Lurín - 2017/2018
*Para los usuarios privados que no reportaron un volumen en el 2017 se consideró el declarado el 2015 (ANA, 2017)

8.2.2 Demanda uso industrial

La disponibilidad de agua es un factor determinante en el establecimiento de las industrias, sobre todo para aquellas que utilizan grandes cantidades de agua en sus procesos productivos, tales como la industria de las bebidas, industria textil, industria del petróleo, entre otros.

La demanda industrial alcanzó los 110 hm³ en el año 2017; 91% del volumen total proviene de fuentes subterráneas y el 9%, de superficiales (Figura 30). Este valor incluye 12 hm³ que corresponde al agua con tarifa industrial que es abastecida por SEDAPAL mediante sus redes de abastecimiento de agua.

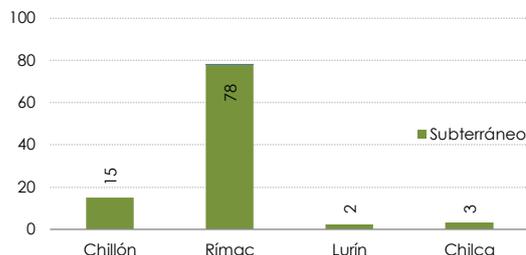
Figura 30. Tipo de fuente de agua para el abastecimiento del uso industrial 2017* (%)



Fuente: Registro de volúmenes utilizados declarados al ANA por concepto de retribución económica, actualizado al 2017. *Para los usuarios que no reportaron un volumen en el 2017 se consideró el declarado en el año 2015 (ANA, 2017)

Para el año 2017, solo el agua utilizada por el sector industrial, declarada la ANA asciende a 98 hm³. De este volumen, La cuenca Rímac reporta la mayor demanda de agua (78 hm³), seguida de Chillón (15 hm³), Chilca (3 hm³) y Lurín (2 hm³) (Figura 31).

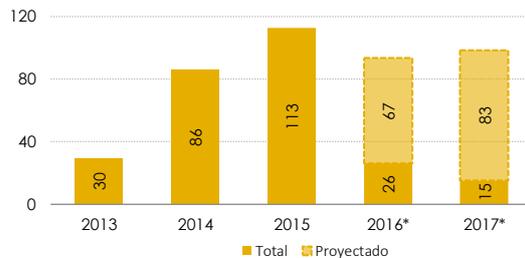
Figura 31. Demanda de agua para uso industrial según cuenca 2017* (%)



Fuente: Registro de volúmenes utilizados declarados al ANA por concepto de retribución económica, actualizado al 2017. * No incluye los volúmenes de SEDAPAL.

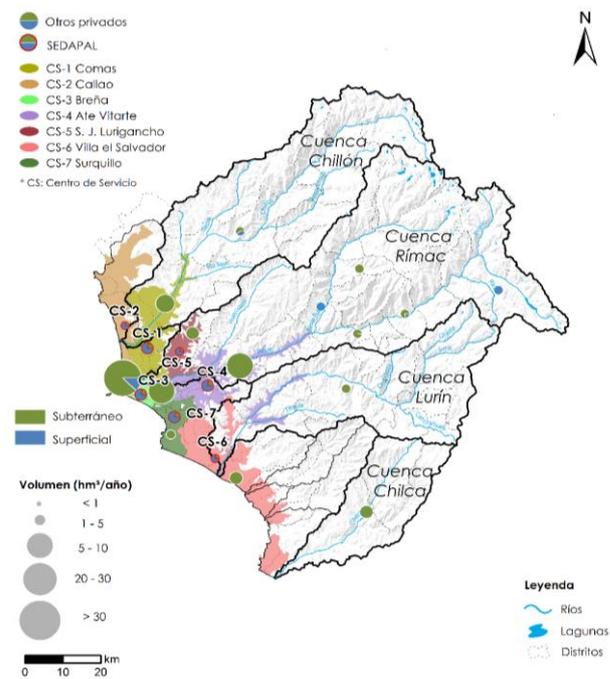
La evolución de la demanda de agua para uso industrial (Figura 32) durante los últimos cinco años, se muestra decreciente desde el año 2015 hasta el año 2017.

Figura 32. Demanda de agua para uso industrial (hm³/año)



Fuente: Registro de volúmenes utilizados declarados al ANA por concepto de retribución económica, actualizado al 2017. *Para los usuarios privados que no reportaron un volumen en el 2017 se consideró el declarado el 2015 (ANA, 2017)

Mapa 34. Abastecimiento de agua para uso industrial 2017* por proveedor (hm³/año)

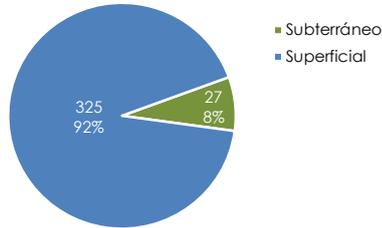


Fuente: Reporte sobre el Estado Situacional de los Recursos Hídricos en las cuencas Chillón, Rímac y Lurín - 2017/2018 (ANA, 2019)

8.2.3 Demanda uso agrario

Para el año 2017, la principal fuente de abastecimiento del sector agrario fue agua superficial que abastece al 92% de la demanda agraria. La fuente subterránea cubre el 8% (Figura 33).

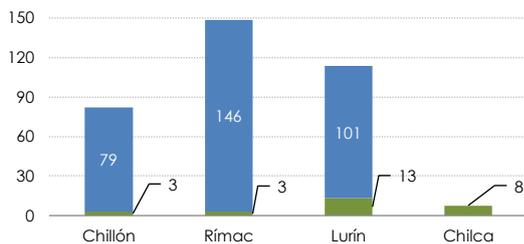
Figura 33. Fuentes de agua para abastecer al tipo de uso agrario 2017* (%)



Fuente: Agua superficial: registro de volúmenes de agua captados en las bocatomas de las juntas de usuarios de Chillón, Rímac y Lurín. Agua subterránea: volúmenes utilizados declarados a la ANA por concepto de retribución económica

Los 14 subsectores hidráulicos del río Chillón reportaron un volumen captado de 79 hm³; los 12 subsectores hidráulicos del río Lurín en la parte baja de la cuenca, reportó un volumen de 101 hm³; los 11 subsectores hidráulicos del río Rímac (Ate y Surco destinados principalmente al riego de áreas verdes) reportaron en total un volumen captado de 146 hm³. En la cuenca Lurín se utiliza más agua subterránea que en los otros valles, seguido de Chilca, a pesar de tener el acuífero en veda (Figura 34).

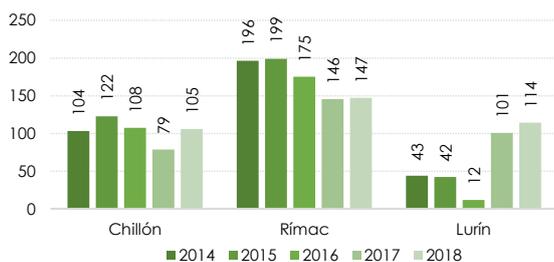
Figura 34. Demanda de agua para uso agrario según cuenca (hm³/año)



Fuente: Agua superficial: registro de volúmenes de agua captados en las bocatomas de las juntas de usuarios de Chillón, Rímac y Lurín. Agua subterránea: volúmenes utilizados declarados a la ANA por concepto de retribución económica

A continuación, se muestra la evolución anual de volúmenes captados en las bocatomas de los ríos Chillón y Rímac. Los mayores volúmenes captados ocurrieron en el 2015, con 122 hm³ y 199 hm³, respectivamente, mientras que, para Lurín, fue en el 2018 con 114 hm³ (Figura 35).

Figura 35. Evolución anual de los volúmenes captados en las bocatomas para uso agrario (hm³/año)



Fuente: Agua superficial: registro de volúmenes de agua captados en las bocatomas de las juntas de usuarios de Chillón, Rímac y Lurín

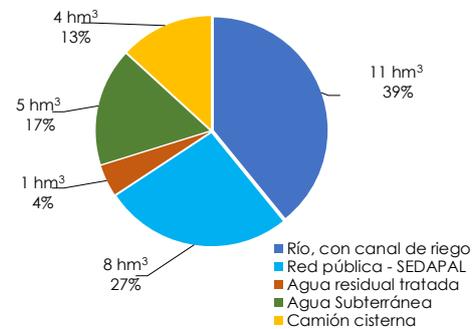
8.2.4 Demanda para uso recreativo

La demanda de agua para el riego de áreas verdes públicas se abastece de varias fuentes de agua. Entre las principales están los ríos-canales, red pública de SEDAPAL, agua residual tratada y agua subterránea (La Figura 36 y Mapa 35).

La encuesta realizada por el proyecto ProACC en el marco del convenio entre la ANA y la cooperación alemana para el desarrollo, implementada por la GIZ, en el año 2017, y el reporte de la Municipalidad Metropolitana de Lima del año 2016-2017, sirvieron de base para este cálculo.

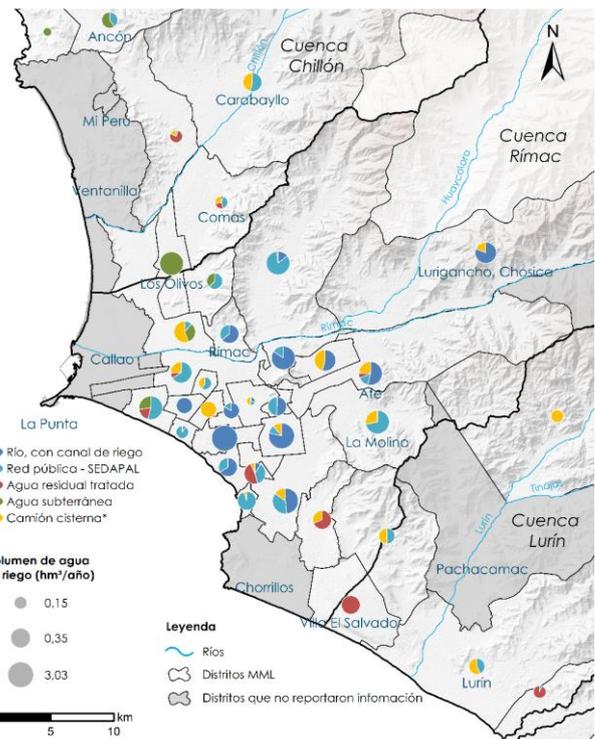
En el año 2016 la demanda de agua para riego de áreas verdes públicas alcanzó los 29 hm³. La Figura 36 muestra la distribución de fuentes. El 39% utiliza como fuente los canales de riego (abastecidos por el río Rímac), el 27%, agua potable de SEDAPAL, el 17%, agua subterránea, el 13%, camión cisterna y el 4%, agua residual tratada.

Figura 36. Fuentes de agua para el riego de áreas verdes públicas en Lima (%)



Fuente: Áreas verdes públicas del inventario de cada distrito (encuesta y reporte de la MML 2016-2017)

Mapa 35. Fuentes de agua para riego de áreas verdes públicas



Fuente: Reporte sobre el Estado Situacional de los Recursos Hídricos en las cuencas Chillón, Rímac y Lurín - 2017/2018 (ANA, 2019)

8.2.5 Demanda uso energético

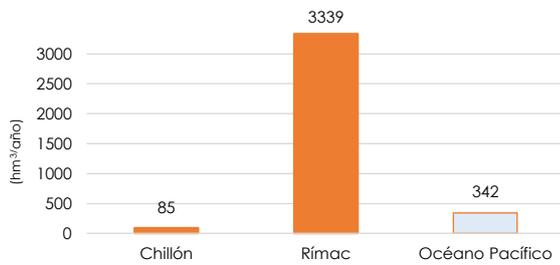
Los volúmenes de agua para uso energético durante el año 2018 fue 3 766 hm³ (Figura 37). Este valor incluye las demandas realizadas sobre el agua del Océano Pacífico.

El tipo de uso que realiza el sector energético es no consuntivo. Los derechos otorgados permiten su uso en las plantas hidroeléctricas para la generación de energía y en menor proporción en la central termoeléctrica Chilca (agua de mar).

En este subcapítulo se presentan los volúmenes otorgados mediante derechos, ya que, el uso no consuntivo no reporta volúmenes utilizados.

Para este tipo de uso fueron otorgados derechos, principalmente en la cuenca del Rímac por un volumen de 3 339 hm³ que representa el 99% del total. Luego se encuentra la cuenca del río Chillón por 85 hm³. Finalmente, se otorgaron 342 hm³ sobre el agua del mar.

Figura 37. Fuentes de agua según derechos otorgados para uso energético al 2018 (hm³/año)



Fuente: Registro volúmenes otorgados en derechos de uso de agua para uso energético (ANA, 2018)

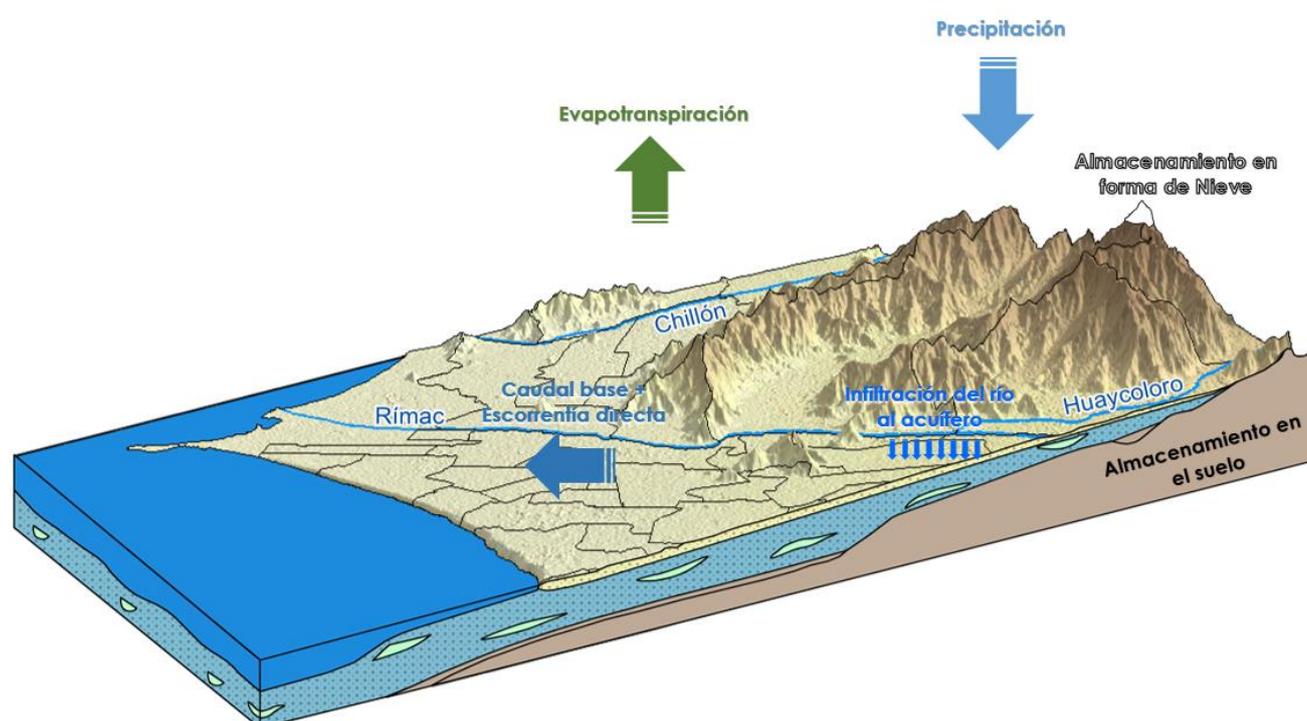
9.1 Balance hídrico natural de las cuencas

El balance hídrico natural representa el ciclo hidrológico que ocurre en la superficie terrestre, está conformado por la precipitación, la variación del almacenamiento en el suelo que contribuye a la oferta de agua durante la época de estiaje, los flujos en el cauce y la evapotranspiración.

El ciclo inicia con la precipitación durante los meses de avenida, cuyo volumen se divide en los siguientes componentes: (i) almacenamiento en forma de nieve, el cual se genera durante la época de avenida y aporta agua durante la época de estiaje

a través del derretimiento; (ii) almacenamiento en el suelo, cuyo volumen se incrementa durante los meses de avenida generando así reservas para el caudal base durante todo el año; (iii) escorrentía directa, la cual se genera a muy corto plazo y constituye principalmente los caudales máximos en los meses de mayor precipitación, ambos, caudal base y escorrentía directa constituyen el flujo en el cauce del río; y finalmente (iv) evapotranspiración, la cual entrega agua al ambiente a través de la evaporación desde el suelo y la transpiración de las plantas.

Figura 38. Balance hídrico natural de las cuencas



9.1.1 Modelo WEAP

En el marco del Observatorio del Agua se han elaborado dos modelos utilizando el programa WEAP, uno hidrológico y otro de gestión para las cuencas Chillón, Rímac, Luín, Chilca y Alto Mantaro, los cuales se describen de forma completa en el Estudio "Construir, mejorar y ampliar el Modelo WEAP para las cuencas Chillón, Rímac y Luín" (2019). El modelo hidrológico ha sido debidamente calibrado y validado con información de estaciones hidrométricas presentes en las cuencas. El modelo hidrológico permite:

- Obtener los flujos de entrada y salida a nivel mensual por cada cuenca y subcuenca incluyendo aquellos que son difíciles de obtener mediante medición directa.
- Establecer los balances hídricos naturales a nivel mensual y anual.
- Estimar la tasa de recarga del acuífero costero a través de la infiltración desde el lecho del río.

En el modelo de gestión se ha esquematizado la infraestructura actual presente en las cuencas, así

como aquellos proyectos de infraestructura gris proyectados hasta el año 2045, de acuerdo al plan Maestro Optimizado 2015-2044 elaborado por SEDAPAL. El modelo de gestión permite:

- Analizar el impacto actual y futuro de la infraestructura gris sobre el caudal de los ríos principales de cada una de las cuencas.
- Incorporar escenarios futuros con cambio de demanda, oferta e infraestructura (gris y verde) y evaluar su impacto en el balance hídrico.
- Calcular los balances de oferta y demanda teniendo en cuenta diferentes escenarios climáticos.

Estos modelos serán de gran utilidad en las etapas posteriores de elaboración del PGRHC ya que permite evaluar alternativas y propuestas de intervención a corto y largo plazo. Para el presente capítulo del diagnóstico se han obtenido los flujos naturales de entrada y salida de cada subcuenca a fin de elaborar el balance hídrico respectivo.

9.1.2 Flujo anual de entrada y salida

El volumen total de precipitación entre las cuencas Chillón, Rímac, Lurín, Chilca y Alto Mantaro es de 4561,25 hm³, esta cantidad se distribuye en 13%, 32%, 9%, 2% y 44% para cada cuenca respectivamente. La cuenca Chilca es una cuenca relativamente seca, la precipitación ocurrida durante los meses de lluvia genera escasa escorrentía superficial la cual se retiene en las depresiones del suelo infiltrándose y/o evaporándose al ambiente, solo durante años muy húmedos se puede observar flujo que llega al océano.

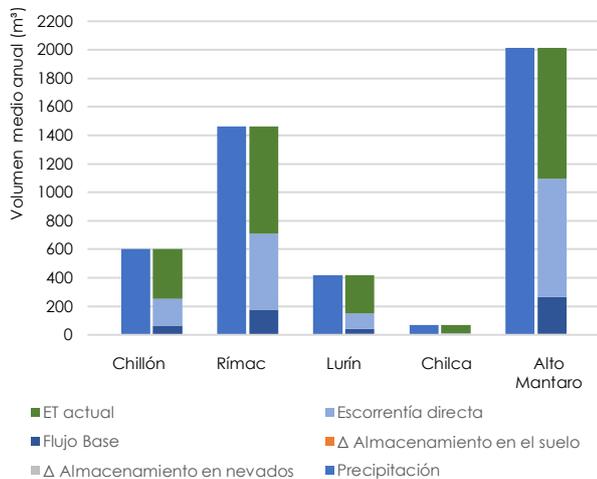
La relación evapotranspiración / precipitación es en promedio 60% para todas las cuencas, siendo el menor valor 46% que corresponde a la cuenca Alto Mantaro y el mayor valor 85% correspondiente a la cuenca Chilca.

Tabla 39. Balance hídrico natural en las cuencas Chillón, Rímac, Lurín, Chilca y Alto Mantaro (hm³)

| Elementos del balance | Chillón | Rímac | Lurín | Chilca | Alto Mantaro | Total |
|--|---------|---------|---------|--------|--------------|----------|
| Entrada (hm³) | | | | | | |
| Precipitación | 600,23 | 1461,95 | 419,79 | 67,77 | 2011,51 | 4561,25 |
| Δ Almacenamiento (hm³) | | | | | | |
| Nevados | - | 0,00 | - | - | 0,00 | 0,00 |
| Suelo | -2,05 | -0,51 | -5,33 | -4,26 | -5,94 | -18,09 |
| Salida (hm³) | | | | | | |
| Caudal Base | -62,67 | -175,31 | -35,36 | - | -262,50 | -535,83 |
| Escorrentía directa | -187,48 | -533,98 | -109,21 | -6,09 | -827,33 | -1664,10 |
| ET actual | -348,03 | -752,14 | -269,89 | -57,42 | -915,74 | -2343,22 |

Fuente: Resultados del modelo WEAP del Estudio "Construir, mejorar y ampliar el Modelo WEAP para las cuencas Chillón, Rímac y Lurín" (2019)

Figura 39. Balance hídrico natural en las cuencas Chillón, Rímac, Lurín, Chilca y Alto Mantaro (hm³)



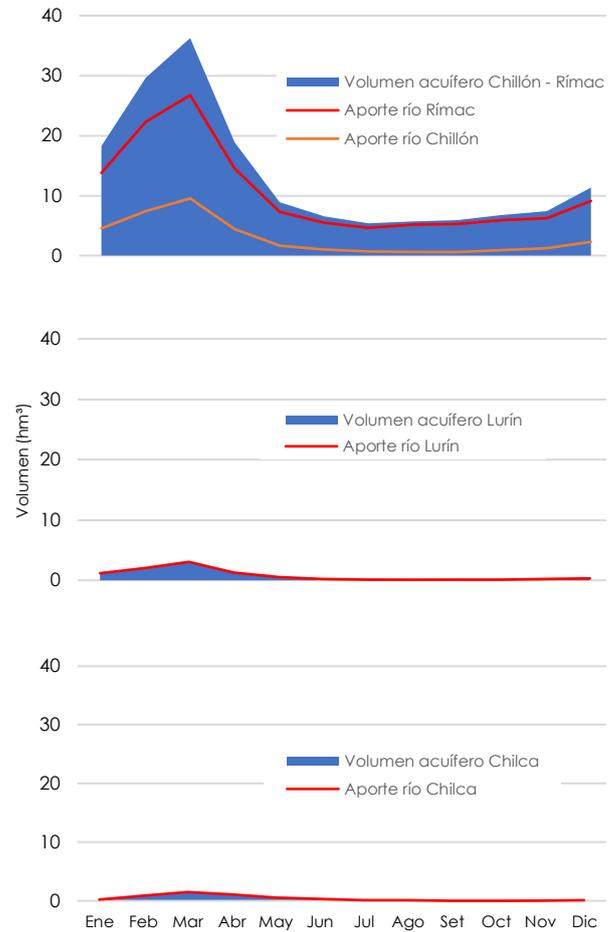
Fuente: Resultados del modelo WEAP del Estudio "Construir, mejorar y ampliar el Modelo WEAP para las cuencas Chillón, Rímac y Lurín" (2019)

El caudal natural que discurren por los ríos está conformado por el caudal base más la escorrentía directa, los cuales han sido generados para las cuencas Chillón, Rímac, Lurín, Chilca y Alto Mantaro y son del orden de 250,15 hm³, 709,29 hm³, 144,57 hm³, 6,09 hm³ y 1089,83 hm³ respectivamente, cabe notar que estos valores corresponden a volúmenes naturales que se producen de acuerdo a la naturaleza de cada cuenca.

Los caudales que transitan por los ríos son afectados por el proceso de infiltración hacia el acuífero, sobre todo cuando transitan por la zona costera donde se ubican los acuíferos Chillón, Rímac, Lurín y Chilca. El

primero es alimentado a través de la filtración del cauce de los ríos Chillón y Rímac, y los otros dos mediante sus ríos correspondientes. El volumen anual infiltrado hacia el acuífero Chillón-Rímac es 160,98 hm³ (17% del volumen natural en el cauce del río), en el acuífero Lurín es 9,27 hm³ (6% del volumen natural en el cauce del río), y en el acuífero Chilca es 4,90 hm³ (80% del volumen natural en el cauce del río).

Figura 40. Volumen infiltrado desde el cauce del río hacia los acuíferos Chillón-Rímac, Lurín y Chilca (hm³)



Fuente: Resultados del modelo WEAP del Estudio "Construir, mejorar y ampliar el Modelo WEAP para las cuencas Chillón, Rímac y Lurín" (2019)

9.1.3 Flujo mensual de entradas y salidas

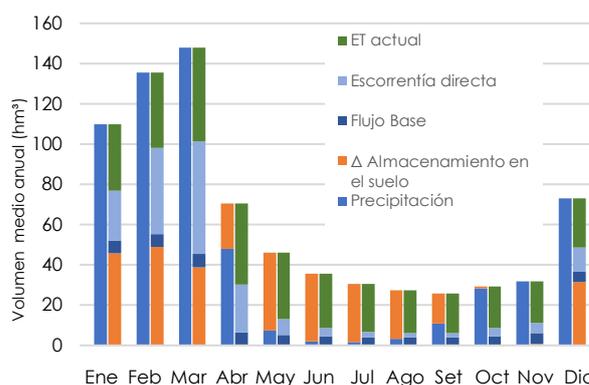
a. Chillón

El balance hídrico natural en la cuenca Chillón resume la distribución del agua en los procesos de entrada, almacenamiento y salida, cuya sumatoria total debe resultar igual a cero. En la Tabla 40 se muestra el análisis del balance hídrico mensualizado, donde se observa que la precipitación total durante los meses de avenida (dic-abr) es 514,56 hm³ representando el 86% de la precipitación ocurrida durante todo el año. El 58% de la precipitación anual regresa al ambiente por evapotranspiración, el 42% restante aporta al escurrimiento superficial y a la variación en la humedad del suelo. Se entiende como escurrimiento superficial al caudal que discurre por el cauce de los ríos, está compuesto por la escorrentía directa (mayor aporte en meses de avenida) y el caudal base. El almacenamiento de

agua en el suelo se incrementa durante la época de avenida contribuyendo al flujo base en la época de estiaje.

En la Figura 41 se observa que los caudales naturales generados y el agua consumida a través de la evapotranspiración en los meses de abril a octubre son generados por la precipitación, pero también la contribución de la humedad almacenada en el suelo durante los meses anteriores. El volumen de escurrimiento superficial promedio anual en la cuenca es 20,85 hm³, que equivale a un caudal de 8,04 m³/s, el volumen promedio durante la época de avenida (diciembre - abril) es 38,06 hm³, equivalente a un caudal de 14,69 m³/s, y durante la época de estiaje (mayo - noviembre) es 8,55 hm³, equivalente a un caudal de 3,30 m³/s.

Figura 41. Balance hídrico natural en la cuenca Chillón



Fuente: Resultados del modelo WEAP del Estudio "Construir, mejorar y ampliar el Modelo WEAP para las cuencas Chillón, Rímac y Lurín" (2019)

Tabla 40. Balance hídrico natural en la cuenca Chillón (hm³)

| Chillón | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| Entrada (hm ³) | | | | | | | | | | | | | |
| Precipitación | 109,97 | 135,58 | 147,98 | 47,95 | 7,53 | 2,03 | 1,74 | 3,23 | 10,81 | 28,37 | 31,96 | 73,09 | 600,23 |
| Δ Almacenamiento (hm ³) | | | | | | | | | | | | | |
| Nevados | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suelo | -45,70 | -48,96 | -38,82 | 22,58 | 38,60 | 33,52 | 28,91 | 24,15 | 15,11 | 0,88 | -0,79 | -31,52 | -2,05 |
| Salida (hm ³) | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal Base | -6,47 | -6,48 | -6,51 | -6,54 | -5,26 | -4,62 | -3,96 | -3,95 | -3,93 | -4,56 | -5,20 | -5,18 | -62,67 |
| Escorrentía directa | -24,81 | -42,78 | -55,88 | -23,74 | -7,70 | -4,12 | -2,76 | -2,07 | -2,32 | -4,17 | -5,21 | -11,92 | -187,48 |
| Evapotranspiración | -32,98 | -37,35 | -46,78 | -40,24 | -33,17 | -26,80 | -23,93 | -21,36 | -19,67 | -20,52 | -20,75 | -24,47 | -348,03 |

Fuente: Resultados del modelo WEAP del Estudio "Construir, mejorar y ampliar el Modelo WEAP para las cuencas Chillón, Rímac y Lurín" (2019)

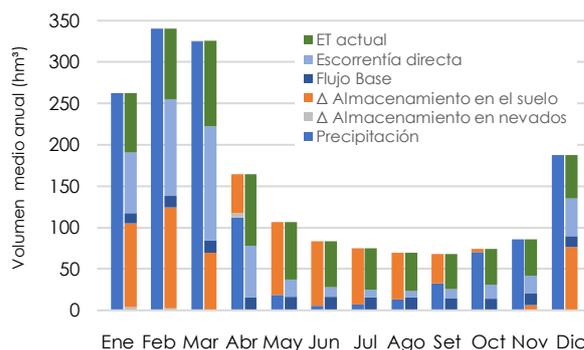
b. Rímac

El balance hídrico natural en la cuenca Rímac resume la distribución del agua en los procesos de entrada, almacenamiento y salida, cuya sumatoria total debe resultar igual a cero. En la Tabla 41 se muestra el análisis del balance hídrico mensualizado, donde se observa que la precipitación total durante los meses de avenida (diciembre-abril) es 1228,02 hm³ representando el 84% de la precipitación ocurrida durante todo el año. El 51% de la precipitación anual regresa al ambiente por evapotranspiración y el 49% restante aporta al escurrimiento superficial, a la variación de la cobertura de nieve y a la variación en la humedad del suelo. Se entiende como escurrimiento superficial al caudal que discurre por el cauce de los ríos, está compuesto por la escorrentía directa (mayor aporte en meses de avenida) y el caudal base. El almacenamiento de nieve es a corto plazo, mientras que el almacenamiento agua en el suelo se incrementa durante la época de avenida contribuyendo al flujo base en la época de estiaje.

En la Figura 42 se observa que los caudales naturales generados y el agua consumida a través de la evapotranspiración en los meses de abril a octubre son generados por la precipitación y la contribución de la humedad almacenada en el suelo durante los meses anteriores. El volumen de escurrimiento

superficial promedio anual en la cuenca es 59,11 hm³, que equivale a un caudal de 22,80 m³/s, el volumen promedio durante la época de avenida (diciembre-abril) es 100,99 hm³, equivalente a un caudal de 38,96 m³/s, y durante la época de estiaje (mayo-noviembre) es 29,19 hm³, equivalente a un caudal de 11,26 m³/s. Además, esta cuenca presenta una pequeña componente de almacenamiento de nieve durante enero y febrero acumulando 6,40 hm³ el cual contribuye al flujo en el cauce en los meses de marzo a junio.

Figura 42. Balance hídrico natural en la cuenca del río Rímac



Fuente: Resultados del modelo WEAP del Estudio "Construir, mejorar y ampliar el Modelo WEAP para las cuencas Chillón, Rímac y Lurín" (2019)

Tabla 41. Balance hídrico natural en la cuenca del río Rímac (hm³)

| Rímac | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total |
|-------------------------------------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| Entrada (hm ³) | | | | | | | | | | | | | |
| Precipitación | 262,71 | 340,71 | 324,62 | 112,31 | 18,92 | 5,95 | 6,75 | 13,18 | 32,78 | 70,35 | 86,00 | 187,67 | 1461,95 |
| Δ Almacenamiento (hm ³) | | | | | | | | | | | | | |
| Nevados | -3,85 | -2,55 | 1,33 | 4,98 | 0,11 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,00 |
| Suelo | -100,90 | -122,11 | -69,71 | 46,92 | 87,69 | 77,45 | 68,33 | 56,51 | 34,96 | 3,55 | -6,72 | -76,50 | -0,51 |
| Salida (hm ³) | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal Base | -13,03 | -13,41 | -14,28 | -15,36 | -16,06 | -16,21 | -15,93 | -15,41 | -14,76 | -14,12 | -13,56 | -13,17 | -175,31 |
| Escorrentía directa | -73,01 | -116,43 | -138,20 | -62,89 | -21,47 | -11,68 | -8,60 | -7,81 | -10,54 | -16,66 | -21,55 | -45,14 | -533,98 |
| Evapotranspiración | -71,92 | -86,21 | -103,76 | -85,96 | -69,18 | -55,53 | -50,54 | -46,48 | -42,45 | -43,12 | -44,17 | -52,82 | -752,14 |

Fuente: Resultados del modelo WEAP del Estudio "Construir, mejorar y ampliar el Modelo WEAP para las cuencas Chillón, Rímac y Lurín" (2019)

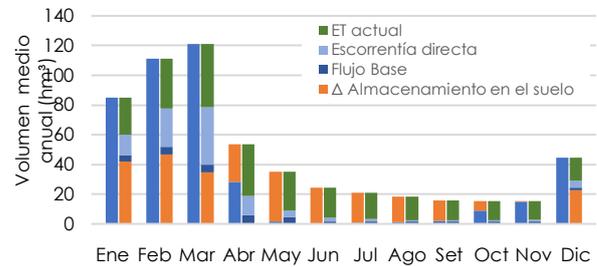
c. Lurín

El balance hídrico natural en la cuenca Lurín resume la distribución del agua en los procesos de entrada, almacenamiento y salida, cuya sumatoria total debe resultar igual a cero. En la Tabla 42 se muestra el análisis del balance hídrico mensualizado, donde se observa que la precipitación total durante los meses de avenida (dic-abr) es 389,99 hm³ representando el 93% de la precipitación ocurrida durante todo el año. El 64% de la precipitación anual regresa al ambiente por evapotranspiración y el 36% restante aporta al escurrimiento superficial y a la variación en la humedad del suelo.

En la Figura 43 se observa que los caudales naturales generados y el agua consumida a través de la evapotranspiración en los meses de abril a octubre son generados por la precipitación y la contribución de la humedad almacenada en el suelo durante los meses anteriores.

El volumen de escurrimiento superficial promedio anual en la cuenca es 12,05 hm³, que equivale a un caudal de 4,65 m³/s, el volumen promedio durante la época de avenida (diciembre-abril) es 23,60 hm³, equivalente a un caudal de 9,11 m³/s, y durante la época de estiaje (mayo - noviembre) es 3,79 hm³, equivalente a un caudal de 1,46 m³/s.

Figura 43. Balance hídrico natural en la cuenca Lurín



Fuente: Resultados del modelo WEAP del Estudio "Construir, mejorar y ampliar el Modelo WEAP para las cuencas Chillón, Rímac y Lurín" (2019)

Tabla 42. Balance hídrico natural en la cuenca del río Lurín (hm³)

| Lurín | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| Entrada (hm ³) | | | | | | | | | | | | | |
| Precipitación | 84,96 | 111,28 | 121,16 | 28,17 | 1,60 | 0,41 | 0,65 | 1,32 | 2,06 | 8,90 | 14,85 | 44,43 | 419,79 |
| Δ Almacenamiento (hm ³) | | | | | | | | | | | | | |
| Nevados | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suelo | -41,92 | -46,59 | -34,61 | 25,35 | 33,55 | 23,84 | 20,32 | 17,09 | 13,79 | 6,32 | 0,35 | -22,81 | -5,33 |
| Salida (hm ³) | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal Base | -4,40 | -5,35 | -5,21 | -5,75 | -4,42 | -1,47 | -1,47 | -1,46 | -1,46 | -1,46 | -1,46 | -1,45 | -35,36 |
| Escorrentía directa | -13,61 | -25,79 | -38,80 | -13,03 | -4,33 | -2,55 | -1,67 | -1,19 | -0,88 | -1,16 | -1,57 | -4,63 | -109,21 |
| Evapotranspiración | -25,03 | -33,54 | -42,55 | -34,75 | -26,40 | -20,23 | -17,83 | -15,75 | -13,51 | -12,60 | -12,17 | -15,53 | -269,89 |

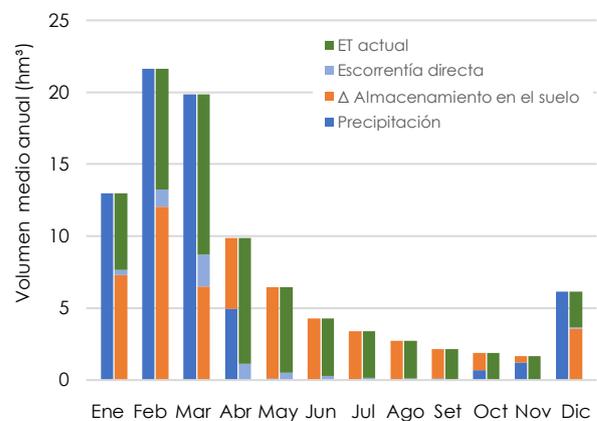
Fuente: Resultados del modelo WEAP del Estudio "Construir, mejorar y ampliar el Modelo WEAP para las cuencas Chillón, Rímac y Lurín" (2019)

d. Chilca

El balance hídrico natural en la cuenca Chilca resume la distribución del agua en los procesos de entrada, almacenamiento y salida, cuya sumatoria total debe resultar igual a cero. En la Tabla 43 se muestra el análisis del balance hídrico mensualizado, donde se observa que la precipitación total durante los meses de avenida (diciembre- abril) es 65,51 hm³ representando el 97% de la precipitación ocurrida durante todo el año. El 85% de la precipitación anual regresa al ambiente por evapotranspiración y el 15% restante aporta al escurrimiento superficial, el cual durante su recorrido se infiltra al suelo. En esta cuenca no se presenta caudal base.

En la Figura 44 se observa que los caudales naturales así como la precipitación ocurrida en los meses de avenida se almacena como humedad de suelo, contribuyendo a la evapotranspiración en los meses de estiaje. El volumen de escurrimiento superficial total anual en la cuenca es 6,09 hm³, del cual el 90% de este volumen se genera durante los meses más lluviosos. Cabe resaltar que en esta cuenca, generalmente no hay excedentes descargados al mar, ya que las lluvias no son intensas y se infiltran en su recorrido.

Figura 44. Balance hídrico natural en la cuenca Chilca



Fuente: Resultados del modelo WEAP del Estudio "Construir, mejorar y ampliar el Modelo WEAP para las cuencas Chillón, Rímac y Lurín" (2019)

Tabla 43. Balance hídrico natural en la cuenca Chilca (hm³)

| Chilca | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total |
|------------------------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Entrada (hm³) | | | | | | | | | | | | | |
| Precipitación | 12,97 | 21,62 | 19,86 | 4,93 | 0,10 | 0,03 | 0,08 | 0,04 | 0,13 | 0,67 | 1,22 | 6,13 | 67,77 |
| Δ Almacenamiento (hm³) | | | | | | | | | | | | | |
| Nevados | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suelo | -7,31 | -12,05 | -6,52 | 4,92 | 6,35 | 4,23 | 3,31 | 2,71 | 2,04 | 1,19 | 0,43 | -3,58 | -4,26 |
| Salida (hm³) | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal Base | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Escorrentía directa | -0,33 | -1,22 | -2,19 | -1,12 | -0,52 | -0,28 | -0,16 | -0,09 | -0,05 | -0,04 | -0,03 | -0,07 | -6,09 |
| Evapotranspiración | -5,32 | -8,36 | -11,15 | -8,73 | -5,94 | -3,98 | -3,23 | -2,65 | -2,12 | -1,83 | -1,62 | -2,49 | -57,42 |

Fuente: Resultados del modelo WEAP del Estudio "Construir, mejorar y ampliar el Modelo WEAP para las cuencas Chillón, Rímac y Lurín" (2019)

9.2 Balance de oferta y demanda

El balance hídrico realiza la comparación entre oferta y demanda, el cual permite determinar si existe déficit o superávit del recurso. La oferta de agua está representada por los flujos que transitan por los ríos y por el agua almacenada en el acuífero subterráneo; mientras que la demanda, está conformada por aquellos derechos otorgados para el abastecimiento poblacional, la agricultura y el desarrollo de las industrias.

9.2.1 Oferta hídrica

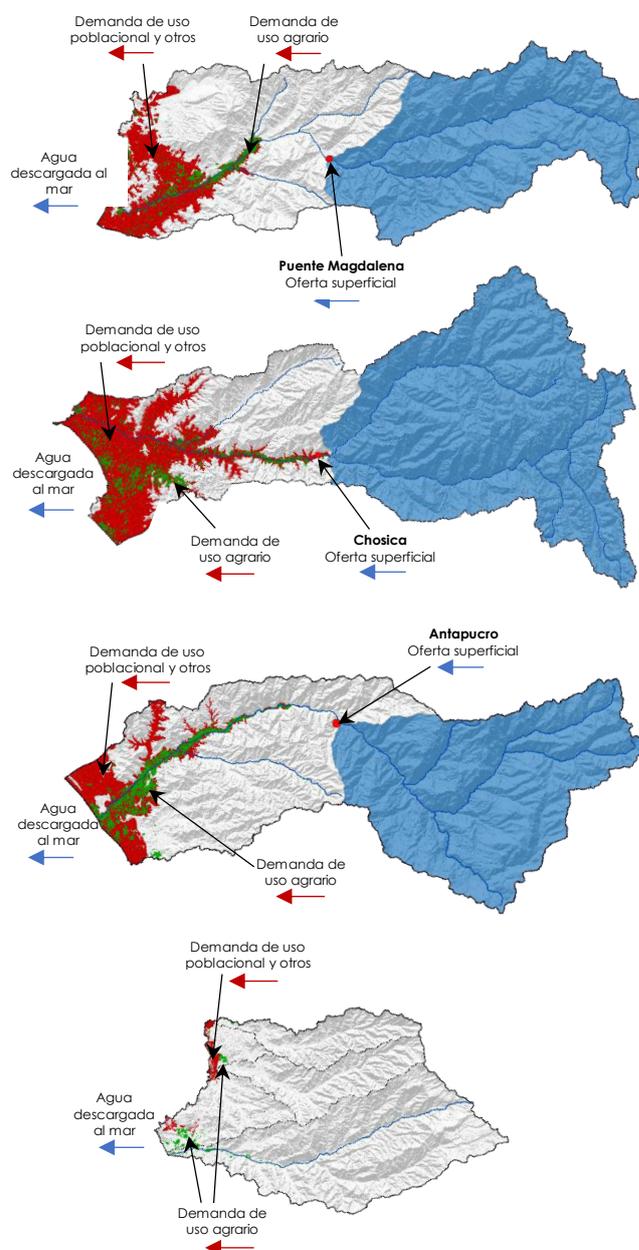
Con fines del balance, la oferta hídrica es aquella que se encuentra disponible en el cauce del río y que puede ser tomada para satisfacer las demandas poblacionales, agrícolas e industriales siguiendo este orden como prioridad. Se ha establecido como puntos donde se medirá la oferta, a las estaciones hidrométricas Puente Magdalena, Chosica y Antapucro que corresponden a las cuencas Chillón, Rímac y Lurín respectivamente (Figura 45). La estación Chosica mide los caudales propios de la cuenca incluyendo los caudales trasvasados desde la cuenca del Alto Mantaro a través del túnel Trasandino; por otro lado, en la cuenca Chilca no hay estaciones para medir caudal ya que se trata de una cuenca relativamente seca.

a. Oferta por escorrentía (natural y regulada)

La escorrentía natural hace referencia a aquellos caudales que no han sufrido alteraciones en su comportamiento natural por acción de obras de regulación (presas, embalse, entre otros), mientras que la escorrentía regulada es aquella donde el comportamiento natural si ha sido modificado ya sea con fines de control de avenidas y/o incremento de la disponibilidad hídrica para épocas de estiaje. Las pequeñas bocatomas emplazadas en los ríos y/o quebradas, sobre todo en la parte alta de las cuencas, captan una mínima cantidad de agua en relación a la oferta de la cuenca, por lo tanto, su presencia no modifica la escorrentía natural. Bajo los criterios mencionados se considera que: (i) los caudales medidos en la estación Chosica corresponden a caudales regulados, pues en esta cuenca existen grandes obras de afianzamiento (15 lagunas represadas en Santa Eulalia y el embalse Yuracmayo) incluyendo el trasvase desde el Alto Mantaro; (ii) los caudales medidos en Puente Magdalena pueden considerarse no regulados pues el afianzamiento ocurrido en la parte alta regula un poca cantidad de agua en comparación con lo generado por la propia cuenca; y (iii) los caudales medidos en Antapucro se consideran también no regulados ya que en esta

cuenca no existe obras de afianzamiento de grandes volúmenes.

Figura 45. Puntos de control para determinación del balance hídrico

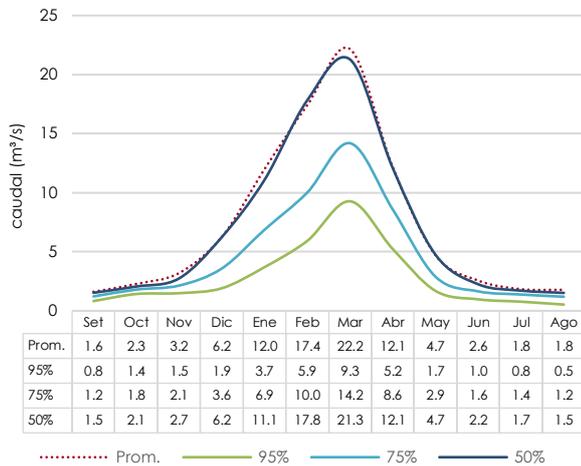


Fuente: Escorrentía en Estaciones Hidrológicas (SENAMHI, 2017). Demandas de agua reportadas por SEDAPAL, en su Anuario Estadístico 2017. Demandas agrícolas reportadas reportadas según Informe de la ALA ChiRILu 2017. Demandas de agua de otros usuarios reportadas en los registros de retribuciones económicas 2017 y 2015 (para lo usuarios que no reportaron en el 2016)

Río Chillón

En la Figura 46 se muestra la oferta hídrica en la estación Puente Magdalena según la evaluación histórica y estadística de la información. Principalmente se presentan las persistencias al 95%, 75% y 50% ya que son valores utilizados en los procesos administrativos y de otorgamiento de derechos de agua.

Figura 46. Caudal medio mensual – oferta hídrica en Puente Magdalena (1965 – 2018)



Fuente: Escorrentía en estación hidrológica (SENAMHI)

En la Tabla 44 se muestran los volúmenes de oferta hídrica en la estación Puente Magdalena, considerando el análisis de los últimos 53 años.

Tabla 44. Volumen Medio Mensual (hm³) - Oferta hídrica en Puente Magdalena (1965-2018)

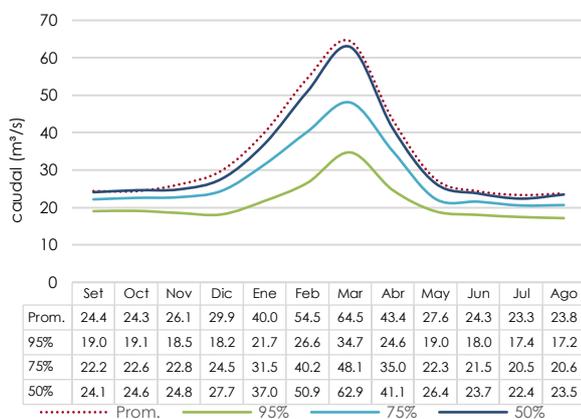
| Mes | Set | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Total |
|-------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-------|
| Prom. | 4.2 | 6.1 | 8.3 | 16.7 | 32.1 | 42.1 | 59.3 | 31.5 | 12.6 | 6.6 | 4.9 | 4.8 | 229.2 |
| 95% | 2.1 | 3.8 | 3.9 | 5.1 | 9.9 | 14.3 | 24.8 | 13.5 | 4.5 | 2.5 | 2.1 | 1.4 | 88.0 |
| 75% | 3.2 | 4.8 | 5.5 | 9.6 | 18.4 | 24.2 | 38.0 | 22.2 | 7.7 | 4.3 | 3.7 | 3.2 | 144.8 |
| 50% | 4.0 | 5.5 | 7.1 | 16.7 | 29.7 | 43.1 | 57.0 | 31.3 | 12.7 | 5.8 | 4.6 | 4.1 | 221.5 |

Fuente: Escorrentía en estación hidrológica (SENAMHI)

Río Rímac

En la Figura 47 se muestra la oferta hídrica referente al caudal regulado en la estación Chosica, en los distintos niveles de persistencia: 50%, 75% y 95%.

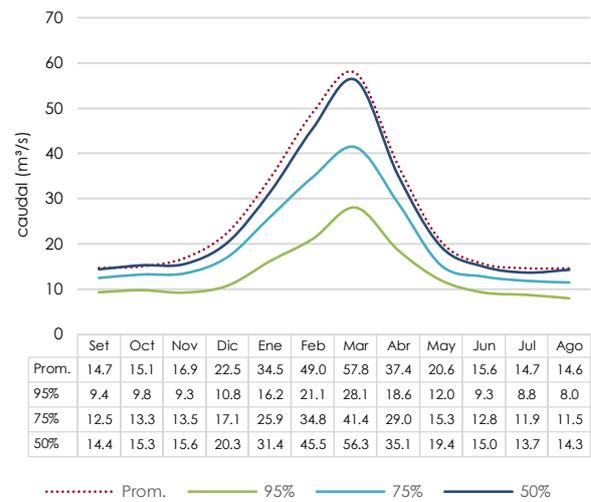
Figura 47. Caudal regulado medio mensual – oferta hídrica en Chosica (1965-2018)



Fuente: Escorrentía en estación hidrológica (SENAMHI)

Asimismo, en la Figura 48, se muestra el análisis del caudal naturalizado en la estación Chosica, considerando los distintos niveles de persistencia.

Figura 48. Caudal naturalizado medio mensual (1965-2018)



Fuente: Sedapal

En la Tabla 45 se muestran los volúmenes de oferta hídrica regulada en la estación Chosica, considerando el análisis de los últimos 53 años.

Tabla 45. Volumen regulado medio mensual (hm³) - Oferta hídrica en Chosica (1965-2018)

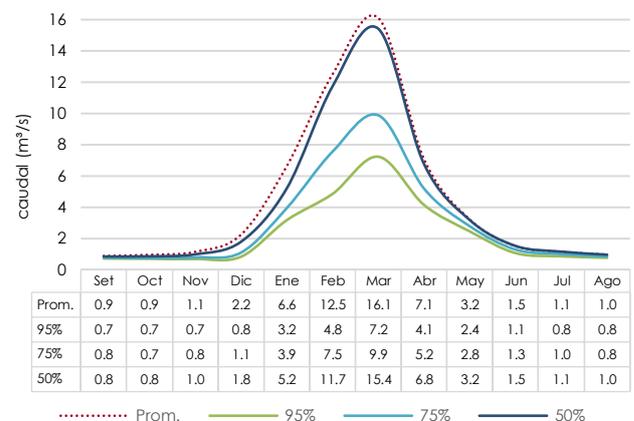
| Mes | Set | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Total |
|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|--------|
| Prom. | 63.2 | 65.2 | 67.8 | 80.0 | 107.2 | 131.8 | 172.7 | 112.4 | 73.8 | 63.1 | 62.5 | 63.6 | 1063.2 |
| 95% | 49.3 | 51.2 | 48.0 | 48.6 | 58.2 | 64.2 | 93.0 | 63.8 | 50.8 | 46.7 | 46.7 | 45.9 | 666.5 |
| 75% | 57.4 | 60.4 | 59.0 | 65.5 | 84.3 | 97.3 | 128.7 | 90.8 | 59.7 | 55.8 | 55.0 | 55.3 | 869.3 |
| 50% | 62.4 | 65.9 | 64.4 | 74.1 | 99.0 | 123.3 | 168.5 | 106.6 | 70.8 | 61.5 | 59.9 | 62.8 | 1019.1 |

Fuente: Escorrentía en estación hidrológica (SENAMHI)

Río Lurín

En la Figura 49 se muestra la oferta hídrica en la estación Antapucro, considerando los distintos niveles de persistencia. La información de esta estación fue completada con el modelo hidrológico de esta cuenca elaborado con el programa WEAP (2019).

Figura 49. Caudal regulado medio mensual – oferta hídrica en Antapucro (1965-2018)



Fuente: Escorrentía en estación hidrológica (SENAMHI)

Estudio "Construir, mejorar y ampliar el Modelo WEAP para las cuencas Chillón, Rímac y Lurín" (2019)

En la Tabla 46 se muestra el volumen de oferta hídrica a distintos niveles de persistencia.

Tabla 46. Volumen medio mensual (hm³) – oferta hídrica en Antapucro (1965-2018)

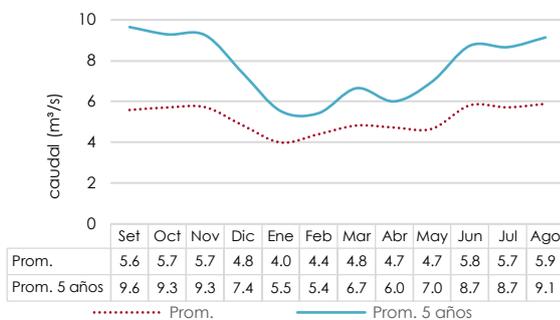
| Mes | Set | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Total |
|-------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-------|
| Prom. | 1,9 | 2,2 | 2,6 | 5,5 | 17,1 | 29,5 | 42,5 | 17,9 | 8,1 | 3,5 | 2,7 | 2,2 | 135,6 |
| 95% | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,7 | 7,9 | 10,9 | 18,7 | 10,3 | 6,1 | 2,3 | 1,9 | 1,7 | 65,9 |
| 75% | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 2,4 | 10,0 | 17,5 | 25,8 | 13,0 | 7,0 | 2,9 | 2,3 | 1,9 | 87,6 |
| 50% | 1,8 | 1,9 | 2,1 | 4,3 | 13,3 | 27,6 | 40,7 | 17,1 | 8,0 | 3,5 | 2,7 | 2,2 | 125,3 |

Fuente: Escorrentía en estación hidrológica (SENAMHI)
Estudio "Construir, mejorar y ampliar el Modelo WEAP para las cuencas Chillón, Rímac y Luín" (2019)

b. Oferta por trasvase del Alto Mantaro

En la cuenca del Alto Mantaro se ubican las obras de afianzamiento que conforman los proyectos Marcapomacocha I, III y IV. Estas aguas reguladas son conducidas a través de canales que confluyen en el túnel trasandino, este es el encargado de derivar las aguas del alto Mantaro hacia la cuenca del río Rímac. El caudal trasvasado es medido en la estación Milloc, dicha estación mide los caudales propios del trasvase y los caudales producto de la infiltración en el túnel. En la Figura 50 se presenta la oferta hídrica que discurre a través del túnel trasandino.

Figura 50. Caudal de trasvase Medio Mensual - Oferta hídrica en Milloc (1965-2018)



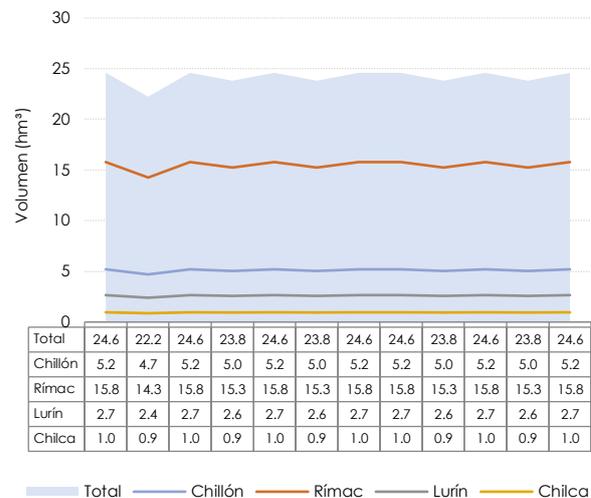
Fuente: Escorrentía en estación hidrológica (SENAMHI)

c. Oferta por extracción de agua subterránea.

Se podría decir que la oferta de los acuíferos es casi ilimitada, sin embargo, esta se encuentra limitada por la tasa de recuperación a nivel anual, una de las formas en que se mide esta recuperación es observando la variación del nivel piezométrico de los pozos en diversos sectores. Para el presente balance se considera que la oferta de agua subterránea es similar a los caudales extraídos de los acuíferos, dicho

volumen ha sido tomado de los registros de volúmenes reportados a ANA y Sedapal, correspondientes al año 2017. Los volúmenes totales anuales para los sectores Chillón, Rímac, Luín y Chilca son 62,39 hm³, 189,35 hm³, 31,83 hm³, y 11,50 hm³ respectivamente.

Figura 51. Oferta de agua subterránea (hm³)



Fuente: Registro de volúmenes utilizados, reportados (ANA, 2017)

9.2.2 Demanda hídrica

Para efectos del balance hídrico se consideran todas las demandas ubicadas aguas abajo de los puntos de control establecidos en el capítulo de oferta, estas demandas han sido separadas de acuerdo a su clase de uso, pudiendo ser poblacional o productivo (agrario, industrial, minero, otros usos).

a. Demanda por uso poblacional

Esta clase de uso corresponde a las demandas utilizadas en sistemas de captación, tratamiento y distribución para satisfacer las necesidades humanas. En la Tabla 47 se presenta los valores mensuales de las demandas poblacionales correspondientes a las cuencas Chillón, Rímac, Luín y Chilca. Asimismo, han sido diferenciadas entre aquellas que son abastecidas con fuentes superficiales y subterráneas.

Tabla 47. Demanda de uso primario-poblacional utilizado en las cuencas aguas debajo de los puntos de control (hm³)

| Cuenca | Fuente | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total |
|---------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Chillón | Superficial | 6,25 | 5,64 | 6,25 | 6,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 6,25 | 30,42 |
| | Subterráneo | 3,70 | 3,35 | 3,70 | 3,58 | 3,70 | 3,58 | 3,70 | 3,70 | 3,58 | 3,70 | 3,58 | 3,70 | 43,62 |
| | Sub total | 9,95 | 8,99 | 9,95 | 9,63 | 3,70 | 3,58 | 3,70 | 3,70 | 3,58 | 3,70 | 3,58 | 9,95 | 74,04 |
| Rímac | Superficial | 47,95 | 43,31 | 47,95 | 46,40 | 47,95 | 46,40 | 47,95 | 47,95 | 46,40 | 47,95 | 46,40 | 47,95 | 564,52 |
| | Subterráneo | 9,11 | 8,22 | 9,11 | 8,81 | 9,11 | 8,81 | 9,11 | 9,11 | 8,81 | 9,11 | 8,81 | 9,11 | 107,22 |
| | Sub total | 57,05 | 51,53 | 57,05 | 55,21 | 57,05 | 55,21 | 57,05 | 57,05 | 55,21 | 57,05 | 55,21 | 57,05 | 671,74 |
| Luín | Superficial | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,11 |
| | Subterráneo | 1,30 | 1,17 | 1,30 | 1,26 | 1,30 | 1,26 | 1,30 | 1,30 | 1,26 | 1,30 | 1,26 | 1,30 | 15,31 |
| | Sub total | 1,31 | 1,18 | 1,31 | 1,27 | 1,31 | 1,27 | 1,31 | 1,31 | 1,27 | 1,31 | 1,27 | 1,31 | 15,42 |
| Chilca | Superficial | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 |
| | Subterráneo | 0,22 | 0,20 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 2,62 |
| | Sub total | 0,22 | 0,20 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 2,63 |
| total | | 68,54 | 61,90 | 68,54 | 66,32 | 62,29 | 60,28 | 62,29 | 62,29 | 60,28 | 62,29 | 60,28 | 68,54 | 763,83 |

Fuente: volúmenes utilizados según registros de ANA y SEDAPAL 2015 y 2017

b. Demanda por uso productivo

Dentro de esta clase de uso se encuentran las demandas que sirven como insumo para las actividades económicas o previas al desarrollo de

estas. La dotación de agua se encuentra sujeta a prioridades, cuyo mayor valor es para la actividad agrícola, seguido por las actividades industriales, mineras, y otros usos. En la Tabla 48 se presenta los

valores mensuales de cada una de estas demandas abastecidas por fuentes subterráneas, mientras que en

la Tabla 49 se presenta las demandas que son abastecidas por fuente superficial.

Tabla 48. Demanda de uso productivo utilizado en las cuencas aguas abajo de los puntos de control y abastecido por fuente subterránea (hm³)

| Cuenca | Tipo de Uso | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total |
|---------|-------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|------|-------|------|-------|--------|
| Chillón | Industrial | 1,21 | 1,09 | 1,21 | 1,17 | 1,21 | 1,17 | 1,21 | 1,21 | 1,17 | 1,21 | 1,17 | 1,21 | 14,24 |
| | Agrario | 0,28 | 0,25 | 0,28 | 0,27 | 0,28 | 0,27 | 0,28 | 0,28 | 0,27 | 0,28 | 0,27 | 0,28 | 3,26 |
| | Otros usos | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,10 |
| | Sub total | 1,49 | 1,35 | 1,49 | 1,45 | 1,49 | 1,45 | 1,49 | 1,49 | 1,45 | 1,49 | 1,45 | 1,49 | 17,60 |
| Rímac | Industrial | 6,36 | 5,74 | 6,36 | 6,15 | 6,36 | 6,15 | 6,36 | 6,36 | 6,15 | 6,36 | 6,15 | 6,36 | 74,87 |
| | Agrario | 0,24 | 0,22 | 0,24 | 0,23 | 0,24 | 0,23 | 0,24 | 0,24 | 0,23 | 0,24 | 0,23 | 0,24 | 2,84 |
| | Otros usos | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,86 |
| | Sub total | 6,67 | 6,03 | 6,67 | 6,46 | 6,67 | 6,46 | 6,67 | 6,67 | 6,46 | 6,67 | 6,46 | 6,67 | 78,57 |
| Lurín | Industrial | 0,19 | 0,17 | 0,19 | 0,18 | 0,19 | 0,18 | 0,19 | 0,19 | 0,18 | 0,19 | 0,18 | 0,19 | 2,22 |
| | Agrario | 1,12 | 1,01 | 1,12 | 1,08 | 1,12 | 1,08 | 1,12 | 1,12 | 1,08 | 1,12 | 1,08 | 1,12 | 13,16 |
| | Otros usos | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,54 |
| | Sub total | 1,35 | 1,22 | 1,35 | 1,31 | 1,35 | 1,31 | 1,35 | 1,35 | 1,31 | 1,35 | 1,31 | 1,35 | 15,92 |
| Chilca | Industrial | 0,26 | 0,24 | 0,26 | 0,26 | 0,26 | 0,26 | 0,26 | 0,26 | 0,26 | 0,26 | 0,26 | 0,26 | 3,12 |
| | Agrario | 0,47 | 0,42 | 0,47 | 0,45 | 0,47 | 0,45 | 0,47 | 0,47 | 0,45 | 0,47 | 0,45 | 0,47 | 5,53 |
| | Otros usos | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 |
| | Sub total | 0,74 | 0,66 | 0,74 | 0,71 | 0,74 | 0,71 | 0,74 | 0,74 | 0,71 | 0,74 | 0,71 | 0,74 | 8,66 |
| total | | 10,26 | 9,26 | 10,26 | 9,92 | 10,26 | 9,92 | 10,26 | 10,26 | 9,92 | 10,26 | 9,92 | 10,26 | 120,75 |

Fuente: Volúmenes utilizados según registros de ANA y SEDAPAL 2015 y 2017

Tabla 49. Demanda de uso productivo utilizado en las cuencas aguas abajo de los puntos de control y abastecido por fuente superficial (hm³)

| Cuenca | Tipo de Uso | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total |
|---------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Chillón | Agrario | 5,44 | 4,91 | 5,44 | 5,26 | 5,44 | 5,26 | 5,44 | 5,44 | 5,26 | 5,44 | 5,26 | 5,44 | 64,01 |
| Rímac | Agrario | 9,93 | 8,97 | 9,93 | 9,61 | 9,93 | 9,61 | 9,93 | 9,93 | 9,61 | 9,93 | 9,61 | 9,93 | 116,92 |
| Lurín | Agrario | 6,82 | 6,16 | 6,82 | 6,60 | 6,82 | 6,60 | 6,82 | 6,82 | 6,60 | 6,82 | 6,60 | 6,82 | 80,25 |
| total | | 22,18 | 20,04 | 22,18 | 21,47 | 22,18 | 21,47 | 22,18 | 22,18 | 21,47 | 22,18 | 21,47 | 22,18 | 261,19 |

Fuente: Volúmenes captados por la Junta de Usuarios 2017

9.2.3 Balance oferta-demanda

El balance hídrico, fue realizado considerando, como flujos de entrada, las ofertas a un 75% de persistencia, sumado a las extracciones subterráneas.

Como flujos de salida, se han considerado todas las demandas aguas abajo de cada punto de control.

a. Chillón

El balance hídrico en la cuenca Chillón fue realizado considerando las ofertas de agua en la estación

Puente Magdalena y las demandas aguas abajo de este punto de control. Asimismo, en la Tabla 50 se muestra el análisis del balance hídrico mensualizado, donde la oferta hídrica total resulta 206 hm³, de los cuales 144,78 hm³ corresponde a fuente superficial y 61,22 hm³ a fuente subterránea. Respecto a la demanda, se registra un volumen total de 155,65 hm³, la cual corresponde principalmente al uso poblacional y agrario.

Tabla 50. Balance hídrico en la cuenca Chillón (hm³)

| Chillón - P. Magdalena | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Oferta de agua (hm ³) | | | | | | | | | | | | | |
| Superficial al 75% | 18,39 | 24,22 | 37,99 | 22,21 | 7,71 | 4,26 | 3,70 | 3,19 | 3,16 | 4,81 | 5,54 | 9,60 | 144,78 |
| Subterránea | 5,20 | 4,70 | 5,20 | 5,03 | 5,20 | 5,03 | 5,20 | 5,20 | 5,03 | 5,20 | 5,03 | 5,20 | 61,22 |
| Total | 23,59 | 28,92 | 43,19 | 27,24 | 12,91 | 9,30 | 8,90 | 8,39 | 8,19 | 10,01 | 10,57 | 14,80 | 206,00 |
| Demanda de agua (hm ³) | | | | | | | | | | | | | |
| Superficial | 11,68 | 10,55 | 11,68 | 11,31 | 5,44 | 5,26 | 5,44 | 5,44 | 5,26 | 5,44 | 5,26 | 11,68 | 94,44 |
| Subterránea | 5,20 | 4,70 | 5,20 | 5,03 | 5,20 | 5,03 | 5,20 | 5,20 | 5,03 | 5,20 | 5,03 | 5,20 | 61,22 |
| Total | 16,88 | 15,25 | 16,88 | 16,34 | 10,64 | 10,29 | 10,64 | 10,64 | 10,29 | 10,64 | 10,29 | 16,88 | 155,65 |
| Balance entre la oferta y la demanda | | | | | | | | | | | | | |
| Excedente | 6,71 | 13,67 | 26,31 | 10,91 | 2,28 | - | - | - | - | - | 0,28 | - | 60,15 |
| Déficit | - | - | - | - | - | -1,00 | -1,74 | -2,25 | -2,11 | -0,62 | - | -2,09 | -9,80 |

Fuente: SENAMHI, SEDAPAL, ANA (Registro de volúmenes utilizados declarados por la Junta de Usuarios a la ANA, actualizado al 2017).

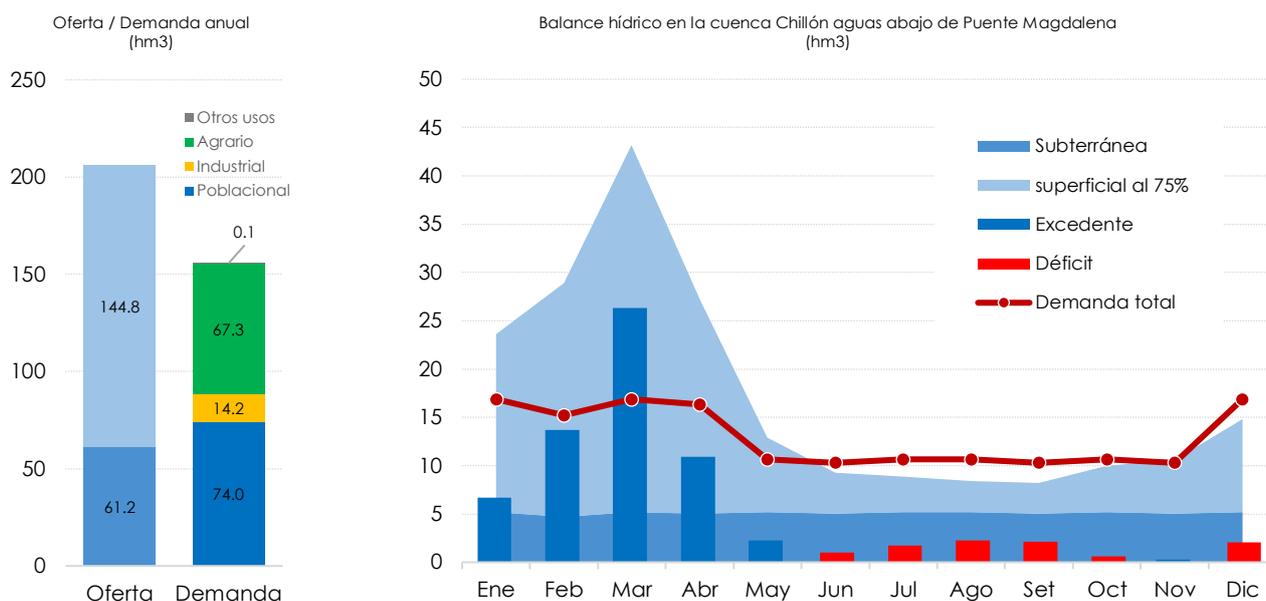
En la

Figura 52 se muestra un excedente entre los meses de enero a mayo y en el mes de noviembre, el cual es descargado al mar debido a la insuficiente

infraestructura de almacenamiento implementada en la cuenca.

Por otro lado, entre los meses de junio a octubre y en diciembre, se incrementa el uso de agua subterránea debido a la ausencia de lluvias.

Figura 52. Balance hídrico en la cuenca del río Chillón



Fuente: SENAMHI, SEDAPAL, ANA
 Registro de volúmenes utilizados declarados al ANA (2017)

b. Rímac

El balance hídrico en la cuenca Rímac, fue realizado considerando las ofertas de agua en la estación puente Chosica y las demandas aguas abajo de este punto de control. Además, en la Tabla 51 se muestra el análisis del balance hídrico mensualizado, donde la oferta hídrica total resulta 1 055,05 hm³, de los

cuales 625,33 hm³ corresponde a fuente superficial, 185,79 hm³ a fuente subterránea y 243,93 hm³ proveniente del trasvase desde al Alto Mantaro. Respecto a la demanda, se registra un volumen total de 867,23 hm³, la cual corresponde principalmente al uso poblacional, seguido de agrario e industrial.

Tabla 51. Balance hídrico en la cuenca Rímac (hm³)

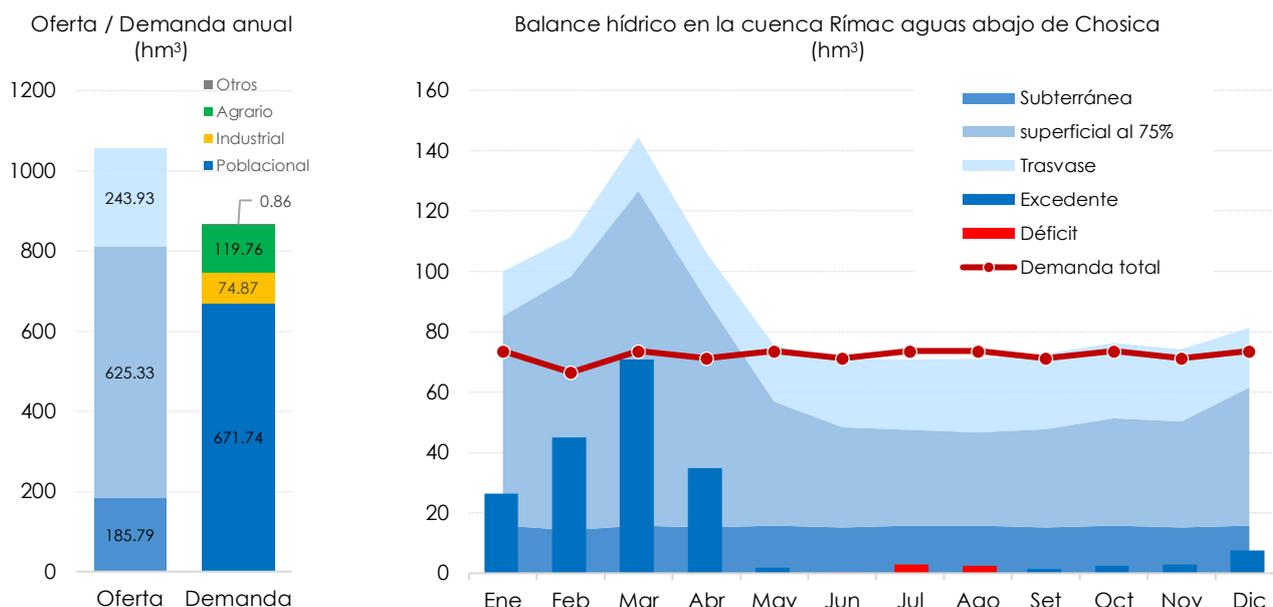
| Rímac - Chosica | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|
| Oferta de agua (hm³) | | | | | | | | | | | | | |
| Superficial al 75% | 69,49 | 84,15 | 110,89 | 75,21 | 40,99 | 33,21 | 31,80 | 30,83 | 32,44 | 35,56 | 35,00 | 45,75 | 625,33 |
| Trasvase | 14,81 | 13,13 | 17,82 | 15,56 | 18,67 | 22,64 | 23,20 | 24,48 | 25,01 | 24,88 | 23,98 | 19,76 | 243,93 |
| Subterránea | 15,78 | 14,25 | 15,78 | 15,27 | 15,78 | 15,27 | 15,78 | 15,78 | 15,27 | 15,78 | 15,27 | 15,78 | 185,79 |
| Total | 100,08 | 111,53 | 144,48 | 106,05 | 75,44 | 71,12 | 70,78 | 71,08 | 72,72 | 76,22 | 74,25 | 81,29 | 1 055,05 |
| Demanda de agua (hm³) | | | | | | | | | | | | | |
| Superficial | 57,88 | 52,28 | 57,88 | 56,01 | 57,88 | 56,01 | 57,88 | 57,88 | 56,01 | 57,88 | 56,01 | 57,88 | 681,45 |
| Subterránea | 15,78 | 14,25 | 15,78 | 15,27 | 15,78 | 15,27 | 15,78 | 15,78 | 15,27 | 15,78 | 15,27 | 15,78 | 185,79 |
| Demanda total | 73,66 | 66,53 | 73,66 | 71,28 | 73,66 | 71,28 | 73,66 | 73,66 | 71,28 | 73,66 | 71,28 | 73,66 | 867,23 |
| Balance entre la oferta y la demanda | | | | | | | | | | | | | |
| Excedente | 26,43 | 45,01 | 70,82 | 34,77 | 1,79 | - | - | - | 1,44 | 2,57 | 2,97 | 7,63 | 193,42 |
| Déficit | - | - | - | - | - | -0,16 | -2,87 | -2,57 | - | - | - | - | -5,61 |

Fuente: SENAMHI, SEDAPAL, ANA
 Registro de volúmenes utilizados declarados al ANA, actualizado al 2017

En la Figura 53 se observa un excedente entre los meses de setiembre a mayo el cual es descargado al mar. Este volumen podría ser almacenado en nuevas obras de afianzamiento hídrico en la parte alta y

media de la cuenca. Por otro lado, entre los meses de junio a agosto, se presenta un ligero déficit de agua.

Figura 53. Balance hídrico en la cuenca del río Rímac



Fuente: SENAMHI, SEDAPAL, ANA (Registro de volúmenes utilizados, declarados a la ANA en el 2017)

c. Lurín

El balance hídrico en la cuenca Lurín, fue realizado considerando las ofertas de agua en la estación Antapucro, cuya información fue completada con ayuda del modelo WEAP. Asimismo, en la Tabla 52 se muestra el análisis del balance hídrico mensualizado, donde la oferta hídrica total resulta 118,87 hm³, de los

cuales 87,64 hm³ corresponde a fuente superficial y 31,23 hm³ a fuente subterránea. Respecto a la demanda, se registra un volumen total de 11,59 hm³, la cual corresponde principalmente al uso agrario, seguido del poblacional.

Tabla 52. Balance hídrico en la cuenca Lurín (hm³)

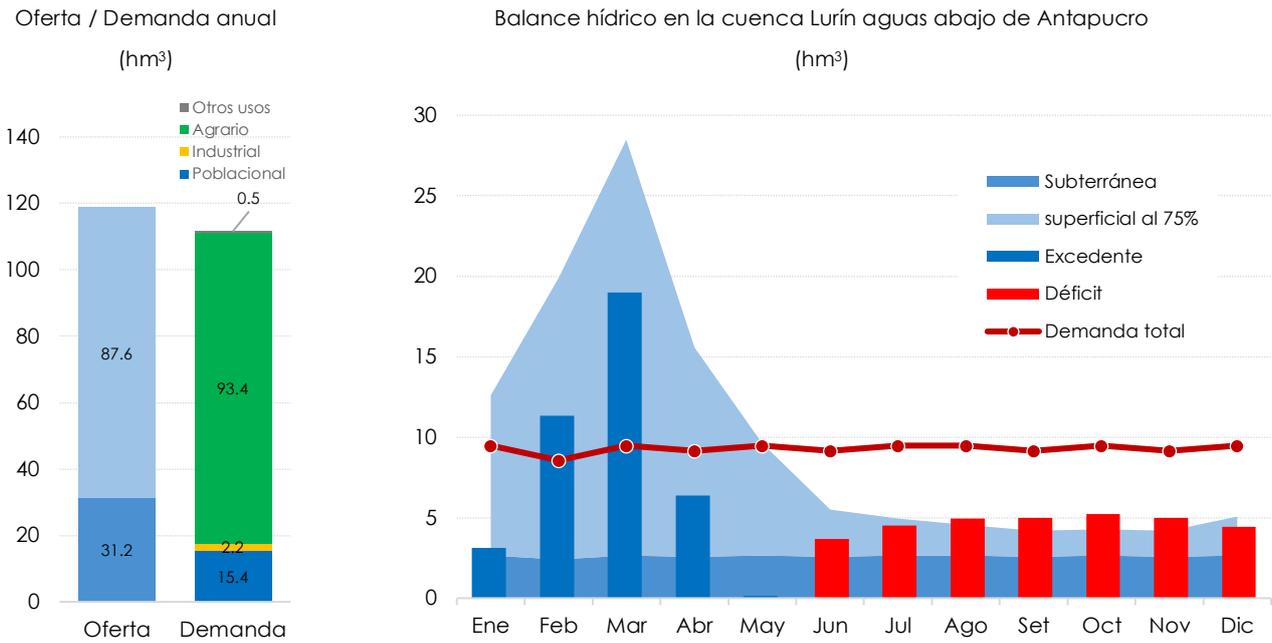
| Lurín - Antapucro | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Oferta de agua (hm³) | | | | | | | | | | | | | |
| Superficial al 75% | 9,95 | 17,49 | 25,83 | 13,00 | 6,98 | 2,92 | 2,30 | 1,89 | 1,62 | 1,61 | 1,64 | 2,41 | 87,64 |
| Subterránea* | 2,65 | 2,40 | 2,65 | 2,57 | 2,65 | 2,57 | 2,65 | 2,65 | 2,57 | 2,65 | 2,57 | 2,65 | 31,23 |
| Oferta total | 12,60 | 19,89 | 28,48 | 15,56 | 9,63 | 5,49 | 4,95 | 4,54 | 4,19 | 4,27 | 4,20 | 5,06 | 118,87 |
| Demanda de agua (hm³) | | | | | | | | | | | | | |
| Superficial | 6,83 | 6,16 | 6,83 | 6,61 | 6,83 | 6,61 | 6,83 | 6,83 | 6,61 | 6,83 | 6,61 | 6,83 | 80,36 |
| Subterránea | 2,65 | 2,40 | 2,65 | 2,57 | 2,65 | 2,57 | 2,65 | 2,65 | 2,57 | 2,65 | 2,57 | 2,65 | 31,23 |
| Demanda total | 9,48 | 8,56 | 9,48 | 9,17 | 9,48 | 9,17 | 9,48 | 9,48 | 9,17 | 9,48 | 9,17 | 9,48 | 111,59 |
| Balance entre la oferta y la demanda | | | | | | | | | | | | | |
| Excedente | 3,13 | 11,33 | 19,00 | 6,39 | 0,16 | - | - | - | - | - | - | - | 40,00 |
| Déficit | - | - | - | - | - | -3,68 | -4,52 | -4,93 | -4,99 | -5,21 | -4,97 | -4,42 | -32,72 |

Fuente: SENAMHI, SEDAPAL, ANA (Registro de volúmenes utilizados declarados al ANA, actualizado al 2017)
Estudio "Construir, mejorar y ampliar el Modelo WEAP para las cuencas Chillón, Rímac y Lurín" (2019)

En la Figura 54 se muestra un excedente entre los meses de enero a mayo, el cual es descargado al mar debido a que no existe suficiente infraestructura de almacenamiento en la cuenca. Por otro lado, en

los meses de junio a diciembre, se presenta un déficit debido a una baja disponibilidad de agua en las cuencas.

Figura 54. Balance hídrico en la cuenca Lurín



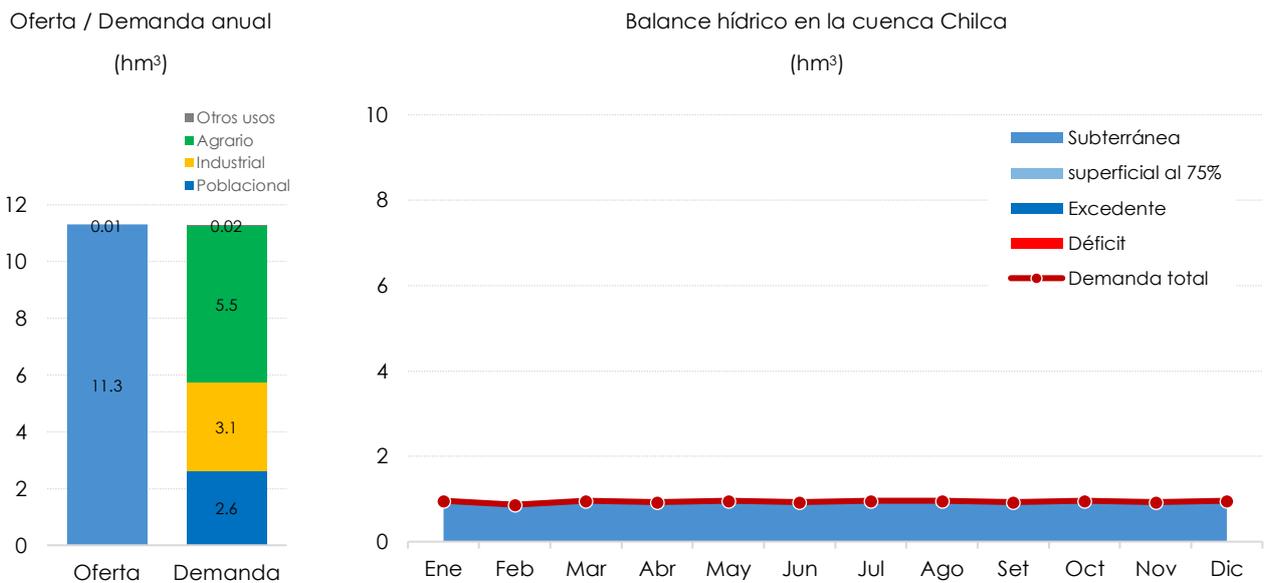
Fuente: SENAMHI, SEDAPAL, ANA (Registro de volúmenes utilizados declarados al ANA, actualizado al 2017). Estudio "Construir, mejorar y ampliar el Modelo WEAP para las cuencas Chillón, Rímac y Lurín" (2019)

d. Chilca

El balance hídrico en la cuenca Chilca, fue realizado considerando principalmente la oferta de agua subterránea que es del orden de 11,28 hm³ al año, además de un pequeño volumen anual proveniente de un manantial que otorga 0,01 hm³/año a la comunidad campesina de Llanac. En la Figura 55 se

muestra los volúmenes de agua utilizados de fuente subterránea, con un volumen total de 11,29 hm³ al año. Cabe resaltar que, en esta cuenca, generalmente no hay excedentes descargados al mar, ya que las lluvias no son intensas.

Figura 55. Balance hídrico en la cuenca Chilca



Fuente: SEDAPAL, ANA (Registro de volúmenes utilizados declarados al ANA, actualizado al 2017, incluyendo lo declarado por la Junta de Usuarios)

10.1 Marco Normativo

Los recursos hídricos son regulados y administrados en el marco del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos (SNGRH), el cual, a su vez, es parte del Sistema Nacional de Gestión Ambiental.

El SNGRH tiene por objeto articular los procesos de gestión integrada de recursos hídricos, el aprovechamiento sostenible, la conservación y el incremento de los recursos hídricos en los ámbitos de cuencas, de los ecosistemas que lo conforman y de los bienes asociados. Para tal fin, establece espacios de coordinación y concertación entre las entidades de la administración pública y los actores involucrados en dicha gestión.

A continuación, se presenta la normativa nacional e instrumentos de gestión que se relacionan con la gestión de los recursos hídricos y el funcionamiento del CRHCI CHIRILU:

a. Acuerdo Nacional

Es un espacio de diálogo y construcción de consensos, conformado por el Gobierno en sus tres niveles y las principales instituciones políticas y sociales del país. Es un espacio que goza de gran legitimidad política, aunque no es legalmente vinculante. En ese sentido, basándose en la participación, diálogo y consenso, elabora y aprueba, un conjunto de políticas de Estado, con el fin de definir un rumbo para el desarrollo sostenible del país y fortalecer su sostenibilidad democrática.

En agosto del 2012 aprobó la Política de Estado número 33 de los recursos hídricos. Esta política reivindica el cuidado del agua como patrimonio de la Nación y como derecho fundamental de la persona humana y el acceso al agua potable. Asimismo, promueve la articulación de las políticas en materia de agua con las políticas territoriales, de conservación y de aprovechamiento eficiente de los recursos naturales a escala nacional, regional, local y de cuencas.

Señala que el Estado "... (c) garantizará la gestión integrada de los recursos hídricos, con soporte técnico, participación institucional y a nivel multisectorial, para lograr su uso racional, apropiado, equitativo, sostenible, que respete los ecosistemas, tome en cuenta el cambio climático y promueva el desarrollo económico, social, y ambiental del país y la convivencia social".

Adicionalmente, señala que el Estado "... (k) Planificará y fomentará la inversión pública y privada en la captación y disponibilidad de agua, para: optimizar la eficiencia en el uso y reúso del agua, prevenir riesgos, mitigar los efectos de los eventos extremos, tratar los efluentes, así como para obtener futuras fuentes alternativas de agua, incluyendo la desalinización, para equilibrar y regular la oferta y demanda de agua para sus distintos usos" (Acuerdo Nacional, 2012).

Ley de Recursos Hídricos y su reglamento

Ley N° 29338, contiene derivativas regulatorias en la gestión y uso de los recursos hídricos, se basa en 11 principios, los cuales los deben de ser incorporados al PGRHC (Acuerdo Nacional, 2012):

- Principio 1: de la valoración del agua y gestión integrada del agua
- Principio 2: de la prioridad en el acceso al agua
- Principio 3: de la participación de la población y cultura del agua
- Principio 4: de la seguridad jurídica
- Principio 5: del respeto de los usos del agua por las comunidades campesinas y comunidades nativas
- Principio 6: de la sostenibilidad
- Principio 7: de la descentralización de la gestión pública del agua y de autoridad única
- Principio 8: principio precautorio
- Principio 9: de la eficiencia en el uso
- Principio 10: de la gestión integrada participativa por cuenca hidrográfica
- Principio 11: de tutela Jurídica

b. Ley Marco sobre Cambio Climático

Ley N° 30754, tiene por objetivo establecer los principios, enfoques y disposiciones generales para coordinar, articular, diseñar, ejecutar, reportar, monitorear, evaluar y difundir las políticas públicas para la gestión integral, participativa y transparente de las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático, a fin de reducir la vulnerabilidad del país al cambio climático, donde la aprovechamiento sostenible y gestión de los recursos hídricos tiene un rol fundamental (Perú, 2018).

Promueve la participación del sector público, de los agentes económicos y de la sociedad civil. Establece que los ministerios, los gobiernos regionales y gobiernos locales constituyen autoridades competentes en materia de cambio climático en el ámbito de sus jurisdicciones, y emiten la normativa correspondiente dentro de sus competencias y funciones.

c. Ley General del Ambiente

Ley N° 28611, establece el marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú, establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable. Establece que los procesos de planificación, decisión y ejecución de políticas públicas en todos los niveles de gobierno deben incorporar los lineamientos de la política nacional del ambiente.

La LGA presenta una serie de principios que se vinculan a la gestión de los recursos hídricos, entre los cuales se encuentran los principios de sostenibilidad, internalización de costos, responsabilidad ambiental, equidad, gobernanza ambiental, prevención y precautorio; recoge derechos, como el de acceso a la información y a la participación en la gestión ambiental (MINAM, 2005).

d. Ley de bases de la Descentralización

Ley N° 27783, regula la estructura y organización del estado de una manera más democrática, descentralizada y desconcentrada en los tres niveles de gobierno, y establece las normas que regulan la descentralización en lo económico, productivo, financiero, tributario, administrativo y fiscal.

e. Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales

Ley N° 26821, promueve y regula el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, renovables y no renovables, establece un marco para el fomento a la inversión, procurando un equilibrio dinámico entre el crecimiento de los recursos naturales y del ambiente (Perú, 1997).

f. Ley Marco de Modernización de la Gestión del Estado

Ley N° 26758, se orienta a la obtención de mayores niveles de eficiencia del aparato estatal, dentro del cual se encuentra la ANA y por ende el Consejo, de manera que se logre una mejor atención a la ciudadanía optimizando el uso de los recursos públicos con canales efectivos de participación, descentralizado y desconcentrado.

g. Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos

Ley N° 30215, promulgada el 2013, promueve, regula y supervisa los mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos que se derivan de acuerdos voluntarios que establecen acciones de conservación, recuperación y uso sostenible para asegurar la permanencia de los ecosistemas, asimismo, plantea el intercambio de información generada por los actores para determinar el estado de las fuentes y el desarrollo tecnológico para la conservación de los ecosistemas (Perú, 2014).

h. Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos

LA PENRH, tiene como objetivo gestionar los recursos hídricos de manera que permita satisfacer las demandas presentes y futuras, y a la vez garantizar la conservación, calidad, disponibilidad y aprovechamiento eficiente y sostenible de los recursos hídricos (ANA, 2015).

i. Estrategia Nacional de Cambio Climático

La ENCC fue aprobada mediante DS N°011-2015-MINAM, es el principal instrumento de gestión que orienta la acción nacional frente al cambio climático (MINAM, 2015).

j. Política Nacional Agraria

La PNA fue aprobada el 2016 mediante DS N° 002-2016-MINAGRI, tiene como objetivo general "lograr el incremento sostenido de los ingresos y medios de vida de los productores y productoras agrarios, priorizando la agricultura familiar, sobre la base de mayores capacidades y activos más productivos, y con un uso sostenible de los recursos agrarios en el marco de procesos de creciente inclusión social y económica de la población rural, contribuyendo a la seguridad alimentaria y nutricional" La política se centra en los

siguientes ejes vinculados a la gestión de los recursos hídricos (MINAGRI, 2016b):

- Manejo sostenible de agua y suelos
- Desarrollo forestal y de fauna silvestre
- Infraestructura y tecnificación del riego
- Gestión de riesgo de desastres en el sector agrario
- Desarrollo de capacidades
- Desarrollo institucional

Política Nacional del Ambiente

La PNAM fue aprobada el 2009 mediante D.S. N° 012-2015-MINAM, define los objetivos prioritarios, los lineamientos, los contenidos principales y los estándares nacionales, y conforma la política general de gobierno en materia ambiental, enmarcando las políticas sectoriales, regionales y locales.

Se estructura en torno de 4 ejes temáticos, en dos de ellos están directamente relacionados a los recursos hídricos:

- Eje de política 1: Conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y de la diversidad biológica, específicamente en los lineamientos de política del ítem 8, "Cuencas, agua y suelos", y del 9, "Mitigación y adaptación al cambio climático.
- Eje de política 2: Gestión integral de la calidad ambiental, específicamente en los lineamientos de política del ítem 2, Calidad del agua (MINAM, 2009).

k. Plan Nacional de Recursos Hídricos

Está compuesto por información sobre los instrumentos de planificación de los recursos hídricos (PNA, PGRHC, PENRH). Además, contiene información específicamente sobre el eje de Política 5: "Adaptación al Cambio Climático y eventos extremos", donde se incluye, en el programa 28, una breve descripción sobre las siguientes medidas de adaptación (ANA, 2015):

- Potenciar la oferta hídrica,
- Potenciar la gestión integrada de recursos hídricos para reducir su vulnerabilidad,
- Reducir la vulnerabilidad de las especies y ecosistemas frágiles frente al cambio climático.

l. Plan de Acción de Adaptación y Mitigación frente al Cambio Climático

En lo relacionado a recursos hídricos, contiene Planes de Acción para las siguientes líneas temáticas: Adaptación frente al cambio climático, Integración de la adaptación y mitigación en proceso de toma de decisiones, Fortalecimiento de los sistemas de vigilancia del clima e investigación y Fortalecimiento de capacidades y creación de conciencia pública.

m. Plan Nacional de Acción Ambiental 2011-2021

El PLANAA es en un instrumento de planificación ambiental nacional de largo plazo, en el cual se considera las potencialidades del país para el aprovechamiento y uso sostenible de los recursos, basándose en el marco legal e institucional del Sistema Nacional de Gestión Ambiental.

n. Plan de Acción en Género y Cambio Climático

El PAGCC-Perú es un instrumento de gestión pública que busca guiar las acciones de las distintas entidades del Estado peruano para lograr -en el marco de sus competencias vinculadas con la gestión de emisiones de GEI y la ACC- la disminución de las desigualdades de género en el país. Establece como una de sus áreas prioritarias para la acción la de recursos hídricos (MINAM, 2015b).

o. Instrumentos de gestión institucional

Se identifican los siguientes instrumentos de gestión vinculados a la gestión de recursos hídricos.

Plan Estratégico Sectorial Multianual 2015-2021 - MINAGRI

El PESEM 2015-2021 del MINAGRI, identifica las siguientes variables estratégicas vinculadas a la gestión y aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos (MINAGRI, 2015):

- Uso de recursos hídricos
- Vulnerabilidad agraria al cambio climático
- Recuperación de suelos degradados
- Conservación y aprovechamiento del ecosistema del patrimonio forestal y de fauna silvestre.

El Plan Estratégico Institucional Actualizado

El PEI 2018-2021 de la ANA, establece seis (06) objetivos institucionales:

- OEI.01 Promover la planificación de los recursos hídricos para los actores de cuenca:
- OEI.02 Promover la sostenibilidad y recuperación de las fuentes naturales de agua y sus bienes asociados para la población:
- OEI.03 Incrementar la seguridad jurídica del uso de los recursos hídricos para el usuario multisectorial del agua:

- OEI.04 Asegurar información oportuna y confiable de los recursos hídricos y sus bienes asociados para la población:

- OEI.05 Fortalecer la gestión Institucional

- OEI.06 Promover la gestión de riesgos de desastres para los actores de cuenca.

Programas Presupuestales

El sector cuenta con los siguientes programas presupuestales que se pueden vincular directa o indirectamente al PGRHC del Consejo (MEF, 2019):

- PP 042: aprovechamiento de los recursos hídricos para uso agrario.

- PP 068: reducción de la vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres.

- PP 089: reducción de la degradación de los suelos agrarios

- PP 121: mejora de la articulación de los pequeños productores agropecuarios.

- PP 137: Desarrollo de la ciencia, tecnología e innovación tecnológica.

Plan de gestión de riesgos y adaptación al cambio climático en el sector agrario, periodo 2012-2021. PLANGRACC-A

El objetivo de este instrumento es prevenir riesgos climáticos de conformidad con las prioridades nacionales, y mediante la aplicación de criterios de adaptación a las variaciones climáticas en las inversiones y actividades de desarrollo del sector agrario a corto y mediano plazo. Otro de los objetivos es incorporar en los proyectos de desarrollo agropecuario, que podrían estar en el PGRHC de la cuenca, prioridades de gasto e inversión pública, que respondan a un enfoque de adaptación al cambio climático y de gestión de riesgos y aprovechamiento sostenible del recurso hídrico (MINAGRI, 2016).

10.2 Institucionalidad

En general, en la última década se observa que, dentro del sector agrario y ambiental, se dieron avances importantes en el fortalecimiento y creación de institucionalidad y generación de instrumentos para la gestión de los recursos hídricos en el país. Entre los principales avances se puede mencionar la creación de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), y la creación de instrumentos regulatorios ambientales y el fortalecimiento de las políticas del sectoriales (Naciones Unidas, 2016).

En el año 2008, mediante el D.L. N°997, se crea la Autoridad Nacional del Agua, responsable de dictar normas y establecer los procedimientos para la gestión integrada y sostenible de los recursos hídricos. En el año 2009 se promulga la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, la misma que entre sus principios establece la gestión integrada de recursos hídricos, la cuenca hidrográfica como unidad de gestión y la creación de los Consejos de Recursos Hídricos. Esta Ley marca el inicio de un proceso de reforma en la institucionalidad pública de la gestión de los recursos hídricos en el país, integrando los sectores públicos,

privados y sociedad civil, buscando el aprovechamiento sostenible del recurso hídrico en cantidad, calidad y oportunidad.

Uno de los aspectos más importantes de la ley, como se mencionó anteriormente, es la participación organizada y consensuada de los actores en las cuencas, instituciones públicas, organizaciones de usuarios, sector privado, academia y operadores de usuarios en la elaboración de los planes de gestión de recursos hídricos en las cuencas hidrográficas, los mismos que buscan el afianzamiento hídrico de las cuencas, la seguridad hídrica y la conservación de los recursos hídricos.

10.2.1 Entidades públicas

Los principales actores públicos relacionados a la gestión de los recursos hídricos en el ámbito del CRHCI CHIRILU son los siguientes:

- a. MINAGRI: encargado de conducir la PNA, aplicable en todos los niveles de gobierno, generando bienes y servicios de excelencia a los

sectores productivos agrarios. Integra el SNGRH, promueve la conservación y uso sostenible del agua y los recursos naturales, así como el buen manejo de las cuencas hidrográficas, la inversión en irrigación, mejoramiento de la infraestructura de riego y el riego tecnificado.

- b. MINSA: Integrante del SNGRH, tiene entre sus funciones la vigilancia de la calidad de agua para consumo humano, el monitoreo de la calidad del agua en la cuenca, así mismo, además conduce las políticas sanitarias en concertación con todos los sectores públicos y los actores sociales.
- c. MEF: promueve el desarrollo de actividades energéticas y mineras de manera sostenible en relación con los recursos hídricos disponibles en la cuenca. Integra el SNGRH y promueve la eficiencia energética y el uso eficiente de los recursos para la generación de energía.
- d. PRODUCE: integra el SNGRH, tiene competencias en el uso de agua con fines industriales, su misión es aprobar, formular, ejecutar y supervisar las políticas de actividades extractivas, productivas y de transformación en los sectores de Industria y pesquería, promoviendo su competitividad, el incremento de la producción y un adecuado manejo de los recursos hídricos en bien de la industria formal y del público consumidor.
- e. MVCS: al igual que los Ministerios anteriores, es integrante de SNGRH, encargado de planificar y ejecutar obras sanitarias de agua potable y alcantarillado. Regula los MRSE definidos en la normativa, proporciona asesoría a municipios y gobiernos locales. Desarrolla el planeamiento estratégico, ordenamiento territorial, crecimiento urbano, conservación, mantenimiento, protección y seguridad de los centros poblados y sus áreas de influencia en condiciones ambientales adecuadas para una mejor gestión y distribución de los recursos hídricos en beneficio de la población.
- f. MINAM: integrante del SNGRH. Fomenta la existencia de ecosistemas saludables, viables y funcionales en el largo plazo. Competente en la prevención, protección y recuperación del ambiente y sus componentes, la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos.
- g. ANA: Ente rector y autoridad técnico-normativa del SNGRH. Dentro de sus principales funciones tiene:
 - Dictar normas y establecer procedimientos para asegurar la gestión integrada y sostenible de los recursos hídricos.
 - Establecer los lineamientos para la formulación, aprobación, actualización, supervisión de implementación de los Planes de Gestión de Recursos Hídricos en las diferentes cuencas.
 - Aprobar reservas de recursos hídricos y trasvases de agua de cuenca; declarar el agotamiento de las fuentes naturales de agua, zonas de veda, zonas de protección, zonas intangibles y estados de emergencia en las

fuentes naturales de agua; dictando en cada caso las medidas pertinentes.

- Otorgar, modificar y extinguir, previo estudio técnico, derechos de uso de agua, autorizaciones de vertimientos y de reúso de agua residual; aprobando cuando sea necesario la implementación, modificación y extinción de servidumbres de uso de agua.
- h. El Observatorio del Agua Chillón Rímac Luín es una plataforma de actores públicos y privados que proveen, comparten e intercambian datos, información y conocimientos de los recursos hídricos en las cuencas de los ríos Chillón, Rímac y Luín en el marco del SINRH. Tiene entre sus objetivos el intercambiar y compartir información, generar información secundaria sobre los recursos hídricos y los impactos del cambio climático, colaborar en el monitoreo y evaluación integral de los recursos hídricos en las cuencas. Brindar soporte técnico y científico para la toma de decisiones y sensibilización de actores en la gestión integrada de los recursos hídricos.
- i. GORE Lima: elabora y aprueba normas de alcance regional, regulando los servicios de su competencia. Diseña políticas, prioridades, estrategias, programas y proyectos que promuevan el desarrollo regional de manera concertada y participativa. Organiza, dirige y ejecuta los recursos financieros, bienes, activos y capacidades humanas necesarias para la gestión regional, con arreglo a los sistemas administrativos gubernamentales.
- j. GORE Callao: El Gobierno Regional del Callao entró en funcionamiento a partir del 01 de enero del año 2003 de acuerdo a lo señalado en la Ley N° 27867 Ley Orgánica de Gobiernos Regionales del 18 de noviembre del 2002 y su modificatoria aprobada mediante Ley N° 27902.
- k. MML: Tiene por finalidad, coordinar, organizar y gestionar las condiciones necesarias para el eficiente desarrollo del proceso de transferencia y la recepción ordenada de funciones y competencias sectoriales del Gobierno Nacional hacia la Municipalidad. La Municipalidad de Lima cuenta con un régimen especial por el cual asume funciones correspondientes a los gobiernos regionales.
- l. DRA: cumple y hace cumplir las normas sobre los recursos naturales y de la actividad agraria en coordinación con los proyectos y organismos públicos descentralizados, asimismo promueve la formulación de propuestas de mecanismos de integración de la actividad agraria a nivel de cuenca con los gobiernos locales y entre el área rural y la urbana, a partir del conocimiento especializado de las cadenas productivas más importantes.
- m. Gobiernos locales: tiene como función administrar y reglamentar directa o por concesión el servicio de agua potable y alcantarillado y desagüe, limpieza pública y tratamiento de residuos sólidos. Las municipalidades provinciales son responsables de la prestación de los servicios de saneamiento y

en consecuencia, les corresponde otorgar el derecho de explotación a las entidades prestadoras de servicios de saneamiento, de conformidad con las disposiciones establecidas en la ley y su reglamento.

- n. SUNASS: Es el órgano fiscalizador encargado de normas, regular, supervisar y fiscalizar la prestación de servicios de saneamiento, así como resolver los conflictos derivados de éstos dentro del ambiente de su competencia, actuando con imparcialidad y autonomía.
- o. SEDAPAL: Empresa estatal de régimen privado íntegramente de propiedad del Estado, constituida como sociedad anónima, a cargo del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, con autonomía técnica, administrativa, económica y financiera. Ejecuta la política del sector en la operación, mantenimiento, control y desarrollo de los servicios básicos, con funciones específicas en aspectos de normatividad, planeamiento y programación. Elaboración de proyectos, financiación, ejecución de obras, asesoría y asistencia técnica.
- p. INDECI: Es el responsable técnico de coordinar, facilitar y supervisar la formulación e implementación de la Política Nacional y el Plan Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres, en los procesos de preparación, respuesta y rehabilitación.
- q. SENAMHI: la Dirección Regional trabaja en la vigilancia integral del tiempo, clima y agua a nivel regional de Lima, la misma que permite proporcionar información oportuna y confiable a las autoridades regionales y locales sobre la eminente presencia de los fenómenos atmosféricos, brindando información climática y alerta temprana; que permitirán aminorar los efectos negativos de los riesgos naturales y contribuir al desarrollo sostenible Regional y Local.
- r. CENEPRED: es el responsable técnico de coordinar, facilitar y supervisar la formulación e implementación del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, así como, de los procesos de estimación, reducción y prevención del riesgo y reconstrucción.
- s. Defensoría del Pueblo: Ente competente en protección de los derechos fundamentales de la persona y de la comunidad, así como de supervisar el cumplimiento de los deberes de la administración del estado y la prestación de los servicios públicos en cuanto a la gestión y manejo de los recursos hídricos en beneficio de la población.
- t. Universidades: Promueven y desarrollan la formación integral de académicos y profesionales con capacidad de investigar, crear y difundir conocimientos para contribuir a la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos.
- u. Colegios profesionales: competente en todas las funciones que le encomiende la administración pública, ofreciendo asesorías y servicios técnicos

en el ámbito de los recursos hídricos, propone y analiza políticas.

Tabla 53. Instituciones públicas y ámbito

| Institución | Ámbito |
|------------------------|--|
| MINAGRI | Nivel nacional Direcciones Generales Nivel regional: Direcciones Regionales de Agricultura – DRA Nivel local. Programas y Proyectos como PSI, AGRO RURAL, Sierra Azul |
| MINSA | Nivel regional: Direcciones Regional de Salud |
| MEM | Direcciones Regionales de Electricidad, Asuntos Ambientales Mineros y Energéticos, Electrificación Rural, Eficiencia Energética |
| PRODUCE | A nivel regional, Direcciones Regionales, subsector MYPE |
| MVCS | Niveles Nacional y regional, Programa Agua para todos, Sembramos Agua, Programa Nacional de Agua y Saneamiento Rural |
| MINAM | A nivel regional Direcciones de Desarrollo Estratégico de los RRNN, Gestión Ambiental, Desertificación y Cambio climático, Comisión multisectorial ambiental |
| ANA | A nivel nacional ANA. A nivel descentralizado AAA Cañete Fortaleza A nivel local ALA Chillón, Rímac y Lurín |
| Observatorio del Agua | Su ámbito de acción es el mismo que el ámbito del Consejo y su área de influencia. |
| GORE Lima | Nivel Regional Direcciones Regionales de Medio Ambiente y Recursos Naturales |
| GORE Callao | Nivel Regional Direcciones Regionales de Medio Ambiente y Recursos Naturales |
| MML | A nivel regional: Programa de Gobierno Regional de Lima Metropolitana |
| DRA | En el ámbito territorial de la Cuenca Chillón – Rímac –Lurín, existen tres agencias agrarias: La Agencia Agraria de Canta y la Agencia Agraria de Santa Eulalia y la Agencia Agraria Lurín |
| Gobiernos Locales | De manera local. También se agrupan en forma de mancomunidades como el caso de la Mancomunidad de Santa Eulalia o de Lima Norte |
| SUNASS | A nivel regional u local cuenta con oficinas descentralizadas. |
| SEDAPAL | A nivel de Lima Metropolitana y Callao |
| INDECI | Articula al nivel del COER y Gobiernos regionales y locales |
| SENAMH | Cuenta con oficinas de enlace a nivel regional |
| CENEPRED | Interactúa con los gobiernos locales y regionales |
| Defensoría del Pueblo | A nivel nacional y con gobiernos regionales y locales. Especializada en atender conflictos sociales. |
| Universidades | Articulación a nivel regional y local. Con reconocimiento de la nación. |
| Colegios Profesionales | A nivel regional se encuentran los Consejos Departamentales |

10.2.2 Entidades privadas

Los principales actores privados relacionados a la gestión de los recursos hídricos en el ámbito del CRHCI CHIRILU son los siguientes:

- a. Juntas de Usuarios: garantizar la gestión integral del agua y sus recursos, así como el pleno abastecimiento y distribución de esta para el uso de los diversos usuarios del agua, las comunidades campesinas y nativas, operación y mantenimiento de la infraestructura de riego
- b. Juntas de Administración de Servicios de Saneamiento: Capacitación, Asesoría sobre

Administración, Operación y Mantenimiento de los sistemas de Agua Potable y Saneamiento Rural, para una adecuada gestión y manejo de los recursos hídricos para beneficio de las comunidades campesinas y rurales. Se encargan de garantizar un servicio de saneamiento básico permanente y de calidad en las comunidades rurales.

- c. ONG: Instituciones que tienen como objetivos innovar, aportar proyectos, soluciones a problemas sectoriales y sociales y en las cuencas, para una mejor calidad de vida de las poblaciones y conseguir el desarrollo promoviendo la participación y el compromiso de diversos actores en la toma de decisiones en lo relacionado al aprovechamiento, manejo y gestión del agua en diversos espacios con la posibilidad de generar impacto político en beneficio de la población.
- d. Comunidades campesinas: Actores importantes para la planificación, aprovechamiento y conservación de los recursos hídricos en el ámbito comunal. Buscan el bienestar comunal asegurando la adecuada prestación de los servicios de agua para uso poblacional y agrario. Gozan de derechos consuetudinarios en el uso de los recursos hídricos.
- e. Usuarios No Agrarios: Actores privados/empresas relacionadas a las actividades minera, industrial, energética, recreativa, poblacional, acuícola, piscícola y transporte que participan en la planificación, coordinaciones y concertación
- f. AQUAFONDO: Fondo de Agua para Lima y Callao. Es una plataforma de articulación multisectorial cuyo objetivo es fomentar la conservación recuperación y aprovechamiento sostenible de las fuentes de agua para la ciudad de Lima y Callao.

Tabla 54. Instituciones privadas y ámbito

| Institución | Ámbito |
|--|--|
| Juntas de Usuarios | A nivel de cuencas: La JU Chillón, JU Rímac y JU Lurín Chilca. En niveles menores se organizan en comisiones y comités |
| Juntas de Administración de Servicios de Saneamiento | En nivel de comunidades y sistemas de abastecimiento |
| ONG | A niveles nacionales, regionales o locales dependiendo de los proyectos que desarrollen |
| Comunidades Campesinas | A nivel local |
| Usuarios No Agrarios | Diferentes niveles agrupados en Gremios a través de la SNI o de forma individual |
| AQUAFONDO | A nivel local |

10.2.3 Interrelaciones institucionales

De manera general, las instituciones que se relacionan con el manejo del agua en las cuencas de los ríos Chillón, Rímac, Lurín y Chilca son los Gobiernos Regionales y Gobiernos Locales a través de sus órganos competentes, Ministerio de Agricultura, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Ministerio de Salud, Ministerio de la Producción, Ministerio de Energía y Minas, las

organizaciones de usuarios agrarios y no agrarios; las entidades operadoras de los sectores hidráulicos de carácter sectorial y multisectorial; las comunidades campesinas y diversas entidades privadas vinculadas con la gestión de los recursos hídricos.

Por otro lado, la Ley de Recursos Hídricos, establece el Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos y los Consejos de Recursos Hídricos de Cuenca, como espacios de interrelación y toma de decisiones, ambos fomentan y aseguran la gestión integrada, participativa y multisectorial de los recursos hídricos y de sus bienes asociados articulando el accionar de las entidades del sector público que ejercen competencias atribuciones y funciones vinculadas a dicha gestión, así como el accionar de todas las personas naturales y/o jurídicas.

Espacios como el Observatorio del Agua o como el Fondo de Agua de Lima y Callao, también son importantes para el fortalecimiento de las interrelaciones institucionales de los diversos actores de la gestión del agua en el ámbito del Consejo, ya que fortalece el compromiso de los actores para fomentar la GIRH en la cuenca y permite la generación, difusión e intercambio de información que permita una toma de decisiones en las intervenciones proyectadas que tome en cuenta el contexto en donde serán implementadas, el cambio climático y los efectos que puedan generar.

Otros espacios de interrelación, de organismos públicos, en este caso de los gobiernos Locales o Provinciales son las mancomunidades, reconocida por el Estado, mediante resolución de la PCM. En el ámbito del Consejo, se han identificado once mancomunidades (www.descentralizacion.gob.pe):

-  *Mancomunidad Municipal Lima Norte:* Independencia, Ancón, Carabaylo, Comas, Puente Piedra, Santa Rosa, Huaros, Los Olivos.
-  *Mancomunidad municipal del Valle Chillón:* Santa Rosa de Quives, Huaros, Arahuy, Huamantanga.
-  *Mancomunidad Municipal de la cuenca del Valle de Lurín:* Huarochirí, San Andrés de Tupicocha, Lahuytambo, Santiago de Tuna, Antioquia, Langa, San Bartolomé, San Damián.
-  *Mancomunidad Municipal Lima Este:* Santa Anita, El Agustino, San Luis, Chaclacayo, Lurigancho.
-  *Mancomunidad Municipal Lima Este Carretera Central:* Ate, Chaclacayo, El Agustino, Lurigancho, Santa Anita.
-  *Mancomunidad Municipal Lima Centro:* San Borja, Barranco, Jesús María, Pueblo Libre, La Victoria, San Isidro, Surquillo.
-  *Mancomunidad Municipal Lima Rímac:* Municipalidad Metropolitana de Lima, Rímac.
-  *Mancomunidad Municipal del Valle de Santa Eulalia:* Laraos, Callahuanca, Carampoma, Huachupampa, Huanza, San Antonio, San Juan de Iris, San Pedro de Casta, Santa Eulalia.

- Mancomunidad Municipal de la Provincia de Canta: Arahuy, Lachaqui, San Buenaventura, Santa Rosa de Quives.
- Mancomunidad Municipal Lima Sur: Lima Metropolitana, Villa María del Triunfo, San Juan de Miraflores, Villa El Salvador, Luín, Cieneguilla, Pachacamac.
- Mancomunidad Municipal de la Cuenca Alta del Río Rímac: San Mateo, Chicla, Ricardo Palma, San Mateo de Otao, Santa Cruz de Cocrachacra, Surco.

10.3 Organización administrativa y funcional

La organización para la gestión del agua se estructura con las distintas entidades públicas y privadas, los objetivos y funciones que cumplen cada una de ellas y las relaciones administrativas, funcionales y financieras que existen entre ellas en el ámbito del trabajo del Consejo.

En ese sentido está encabezada por la Autoridad Nacional del Agua, máxima autoridad técnico-normativa y organismo adscrito a MINAGRI y ente rector del SNGRH, el cual es parte del Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Tiene competencia a nivel nacional para asegurar la GIRH, para lo cual articula su accionar con entidades tanto del sector público como del sector privado que intervienen en la gestión. Para el cumplimiento de sus funciones, la ANA, con sede central en Lima, cuenta con órganos desconcentrados a nivel nacional denominados AAA, los cuales tienen a su vez unidades orgánicas denominadas ALA.

El SNGRH está conformado por el conjunto de instituciones, principios, normas, procedimientos e instrumentos mediante los cuales el estado desarrolla y asegura la implementación de la GIRH en el Perú. El SNGRH está conformado por:

- ANA
- MINAM
- MINAGRI
- MVCS
- MINSA
- PRODUCE
- MINEM
- Gobiernos Regionales, a través de sus órganos competentes,
- Gobiernos locales, a través de sus órganos competentes,
- Organizaciones de usuarios agrarios y no agrarios,
- Entidades operadoras de los sectores hidráulicos, de carácter sectorial y multisectorial
- Comunidades Campesinas y Nativas
- Entidades públicas vinculadas con la gestión de recursos hídricos.

LA ANA, a escala regional opera a través de la AAA III Cañete-Fortaleza, con sede administrativa en Huaral, la cual está conformada por cinco ALA, una de las cuales es la ALA CHIRILU, cuyo ámbito fue delimitado mediante la R.J. N°420-2013-ANA. La ALA está formada por las unidades orgánicas de las AAA, que administran los recursos hídricos en sus

La importancia de estos espacios radica en que permiten prestar servicios o ejecutar obras que promuevan el desarrollo local, la participación ciudadana y el mejoramiento de los servicios brindados a los ciudadanos atendiendo problemas y necesidades territoriales identificados en sus diagnósticos y priorizados en sus Planes de Desarrollo Concertado, en los cuales, los recursos hídricos deben de ser priorizados.

respectivos ámbitos territoriales y depende jerárquicamente del Director de la AAA.

A nivel de cuenca, el CRHCI CHIRILU, según la Ley de Recursos Hídricos, se crea con la finalidad de lograr la participación y permanente de sus integrantes en la planificación, coordinación y concertación del aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos en sus respectivos ámbitos. Fue creado mediante Decreto Supremo N°007-2016-AG. El CRHCI CHIRILU está compuesto por 19 miembros:

Tabla 55. Conformación del CRHCI CHIRILU

| Estamento | Nº | Ámbito | Institución |
|-----------------------------|----|--------------------|---|
| Gobiernos Regionales | 1 | Lima Metropolitana | Municipalidad Metropolitana de Lima |
| | 2 | Región Lima | Gobierno Regional de Lima |
| | 3 | Región Callao | Gobierno Regional del Callao |
| Autoridad Nacional del Agua | 4 | Nacional | Autoridad Administrativa del Agua Cañete Fortaleza |
| Gobiernos Locales | 5 | Región Lima | Municipalidad Distrital de Antioquia |
| | 6 | Región Callao | Municipalidad Distrital de La Punta |
| | 7 | Lima Metropolitana | Municipalidad Distrital de San Isidro |
| Usuarios Agrarios | 8 | Región Lima | Junta de Usuarios Sub-distrito de Riego Luín - Chilca |
| | 9 | Región Callao | Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Rímac |
| | 10 | Lima Metropolitana | Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Chillón |
| Usuarios No Agrarios | 11 | Región Lima | ENEL GENERACION PERÚ |
| | 12 | Región Callao | SEDAPAL |
| | 13 | Lima Metropolitana | UNACEM - UNIÓN ANDINA DE CEMENTOS S.A.A. |
| Colegios Profesionales | 14 | Región Callao | Colegio de Biólogos del Perú |
| | 15 | Lima Metropolitana | Colegio Ingenieros del Perú Consejo Departamental de Lima |
| Universidades | 16 | Región Lima | Universidad Nacional Federico Villarreal |
| | 17 | Región Callao | Universidad Nacional del Callao |
| | 18 | Lima Metropolitana | Universidad Nacional Tecnológica de Lima de Sur |
| Comunidad Campesina | 19 | Región Lima | Comunidad Campesina Santa Cruz de Cocachacra |

Como parte del trabajo que viene desarrollando el Consejo para su implementación, ha elaborado seis Instrumentos de Gestión que rigen y regulan su funcionamiento:

- Reglamento Interno del Consejo
- Plan de Implementación y Funcionamiento de la Secretaría técnica del Consejo

- 💧 Lineamientos para emitir opinión del Consejo de Cuenca en los casos previstos en la Ley de Recursos Hídricos y su reglamento.
- 💧 Plan de Fortalecimiento de Capacidades de los Integrantes del Consejo.
- 💧 Propuesta de Criterios para la conformación y funcionamiento de los Grupos de Trabajo del Consejo por Cuenca.
- 💧 Plan de Monitoreo y seguimiento para el desempeño sostenible del consejo.

La Secretaria Técnica del Consejo, desarrolla y ejecuta las labores técnicas que permiten el adecuado funcionamiento del Consejo en el marco de la normativa. Adicionalmente, el Consejo, designa y establece Grupos Técnicos de Trabajo (GTT) que participan en asuntos específicos, para el cumplimiento de sus funciones, los GTT coordinan sus actividades con el Secretario Técnico. En el CRHCI CHIRILU.

Actualmente el Consejo cuenta con los siguientes grupos de técnicos de Trabajo:

- 💧 Programa Agua, Clima y Desarrollo -PACyD.
- 💧 Conservación del Agua e Infraestructura Natural de las cuencas Chillón, Rímac y Luín.
- 💧 Observatorio del Agua Chillón Rímac Luín.
- 💧 Grupo de trabajo Multisectorial de la Cuenca del Río Chillón.
- 💧 Grupo Técnico Cultura del Agua
- 💧 Grupo Técnico de la Cuenca de Luín

Además, se realizan coordinaciones para que la comisión multisectorial para la recuperación del río Rímac, pueda tener continuidad y constituirse en un Grupo de Técnico de Trabajo para la cuenca Rímac.

11.1 Retribuciones económicas y tarifas

Según el Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos (D.S. N° 001-2010-AG), todos los titulares de los derechos de uso de agua están en la obligación de contribuir al uso sostenible y eficiente del recurso hídrico, para lo cual se establecen retribuciones y tarifas por el uso del agua.

11.1.1 Retribuciones por el uso del agua

La retribución económica por el uso del agua es el pago que, de manera obligatoria, tiene que hacer al Estado todos los usuarios de agua como contraprestación por el uso (consuntivo o no consuntivo) del agua, por constituir dicho recurso natural un patrimonio de la Nación. Se fija por el volumen (m³) de agua utilizada. Es establecida por la ANA en función de criterios sociales, económicos y ambientales. Las retribuciones pueden ser:

- Retribución económica por el uso del agua
- Retribución económica por el vertimiento de uso de agua residual

El valor de la retribución económica para cada cuenca, y su distribución, es determinado de acuerdo al reglamento de la Ley de Recursos Hídricos. Para ello la ANA establece, mediante un estudio justificatorio, un porcentaje de la retribución económica a ser asignado a los Consejos de Recursos Hídricos de Cuenca.

La retribución es destinada principalmente para tres temas:

- La formulación de los planes de gestión de recursos hídricos en la cuenca.
- La gestión y administración de los recursos hídricos en las 51 fuentes naturales del agua.
- El financiamiento las medidas de control y vigilancia destinadas a lograr la protección de la calidad, el incremento de la disponibilidad, la conservación de las fuentes productoras de agua, gestión integrada del agua en las cuencas menos favorecidas y la preservación del recurso hídrico en las cabeceras de cuencas.

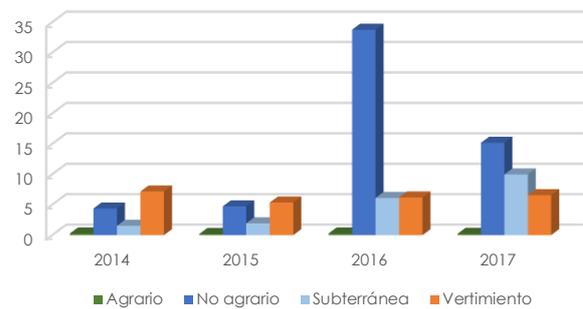
En total, la AAA Chillón Rímac Luín reportó para el año 2017, una retribución económica de 31 938 882 soles tal y como se muestra en la Tabla 56. En la Figura 56 se muestra la evolución de la retribución económica en Nuevos Soles (S/.) de 2014 a 2017.

Tabla 56. Evolución de la retribución económica en soles (S/.) (2014-2017)

| Año | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|-------------|------------|------------|------------|------------|
| Agrario | 268 213 | 186 592 | 268 005 | 218 718 |
| No agrario | 4 368 202 | 4 729 376 | 33 759 361 | 15 184 089 |
| Subterránea | 1 538 313 | 1 938 781 | 6 103 770 | 9 970 973 |
| Vertimiento | 7 174 452 | 5 352 741 | 6 185 124 | 6 565 102 |
| Total | 13 349 180 | 12 207 490 | 46 316 260 | 31 938 882 |

Fuente: Compendio Nacional de Estadísticas de Recursos Hídricos, 2015, 2016 y 2017

Figura 56. Evolución de la retribución económica en millones de soles (2014-2017)



Fuente: Compendio Nacional de Estadísticas de Recursos Hídricos del 2015 al 2017

11.1.2 Tarifas por el uso del agua

Las tarifas a las que está obligado el usuario, según corresponda, son las siguientes:

- Tarifa por la utilización de la infraestructura hidráulica mayor y menor, aprobada por ANA de acuerdo a la Resolución Jefatural N° 307-2015-ANA
- Tarifa por el servicio de distribución del agua en los usos sectoriales
- Tarifa por monitoreo y gestión de uso de aguas subterráneas, aprobada por la SUNASS mediante Resolución de Consejo Directivo N° 007-2016-SUNASS-CD

Las Tarifas por la utilización de la infraestructura hidráulica se destinan a cubrir los costos de operación, mantenimiento, reposición, recuperación de inversiones y gestión de riesgos de la infraestructura hidráulica a cargo de los operadores de infraestructura hidráulica. Los montos de recuperación de inversiones en infraestructura hidráulica son destinados a las entidades públicas o privadas que realizan la inversión.

11.1.3 Tarifas por servicio de saneamiento

Para el cálculo de la tarifa por servicio de agua potable, abastecimiento de agua, recolección y tratamiento de aguas residuales se utiliza la metodología en base a la Resolución de Consejo Directivo N° 022-2015-SUNASS-CD.

A partir del año 2014, se incorporó el rubro de Mecanismos Ecosistémicos de Retribución Económica - MERESE impulsados por el Ministerio del Ambiente (Ley N° 30215 y D.S. N° 009-2016-MINAM sobre Mecanismos de Retribución Económica por Servicios Ecosistémicos y su Reglamento).

Los MERESE tienen la finalidad de generar, canalizar e invertir en acciones orientadas a la conservación, recuperación y uso sostenible de los ecosistemas, como fuente de servicios ecosistémicos, a través de acuerdos voluntarios entre contribuyentes y retribuyentes. Desde el año 2016, en el sector saneamiento este mecanismo tiene como marco el D.L. N° 1280, Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento. En Lima son promovidos por el programa Sembramos Agua de SEDAPAL.

11.2 Mecanismos de financiamiento

11.2.1 Inversión Pública

Toda la inversión pública se canaliza vía el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones (Invierte.Pe) (Decreto Legislativo N°1252 y su Reglamento, DS-027-2017-EF). En este sistema el ciclo de inversiones está compuesto de cuatro fases: la programación multianual (PMI), la formulación y evaluación del proyecto (estudios de preinversión), la ejecución (elaboración del proyecto y ejecución) y el funcionamiento (reporte de estado de activos, plan de operación y mantenimiento, evaluación expost).

Los mecanismos de financiamiento de la inversión pública son los siguientes:

a. Recursos ordinarios

Ingresos provenientes de la recaudación tributaria y otros conceptos; deducidas las sumas correspondientes a las comisiones de recaudación y servicios bancarios; los cuales no están vinculados a ninguna entidad y constituyen fondos disponibles de libre programación. En general, son los principales recursos económicos del que disponen las distintas administraciones públicas.

Asimismo, comprende los fondos por la monetización de productos, entre los cuales se considera los alimentos en el marco del convenio con el gobierno de los Estados Unidos, a través de la Agencia para el Desarrollo Internacional (AID) - Ley Pública N° 480.

b. Recursos directamente recaudados

Ingresos generados por las entidades públicas administrados directamente por éstas, entre los cuales se puede mencionar las rentas de la propiedad, tasas, venta de bienes y prestación de servicios, entre otros; así como aquellos ingresos que les corresponde de acuerdo a la normatividad vigente. Incluye el rendimiento financiero, así como los saldos de balance de años fiscales anteriores.

c. Recursos por operaciones oficiales de crédito

Fondos de fuente interna y externa proveniente de operaciones de crédito efectuadas por el estado con instituciones, organismos internacionales y gobiernos extranjeros, así como las asignaciones de líneas de crédito. Asimismo, considera los fondos provenientes de operaciones realizadas por el Estado en el mercado internacional de capitales.

d. Donaciones y transferencias

Comprenden los fondos financieros no reembolsables recibidos por el gobierno proveniente de agencias internacionales de desarrollo, gobiernos, instituciones y organismos internacionales, así como de otras personas naturales o jurídicas domiciliadas o no en el país. Se consideran las transferencias provenientes de las entidades públicas y privadas sin exigencia de contraprestación alguna. Incluye el rendimiento financiero y el diferencial cambiario, así como los saldos de balance de años fiscales anteriores.

e. Impuestos municipales

Tributos a favor de los gobiernos locales, cuyo cumplimiento no origina una contraprestación directa

de la municipalidad al contribuyente. Incluye el rendimiento financiero, así como los saldos de balance de años fiscales anteriores.

f. Canon y sobre canon, regalías, renta de aduanas y participaciones

Ingresos que deben recibir los pliegos presupuestarios, conforme a Ley, por la explotación económica de recursos naturales que se extraen de su territorio. Asimismo, considera los fondos por concepto de regalías, los recursos por participación en rentas de aduanas provenientes de las rentas recaudadas por las aduanas marítimas, aéreas, postales, fluviales, lacustres y terrestres, en el marco de la regulación correspondiente, así como las transferencias por eliminación de exoneraciones tributarias.

Además, considera los recursos correspondientes a los fideicomisos regionales, transferencias del FONIPREL, así como otros recursos de acuerdo a la normatividad vigente.

11.2.2 Inversión privada

El Estado promueve la participación de la inversión privada en la construcción y mejoramiento de nuevas obras de infraestructura hidráulica, así como en la prestación de los servicios de operación y mantenimiento de estas, mediante los contratos de asociación público-privada u otros mecanismos previstos en legislación correspondiente (art. 215 del reglamento de la Ley de Recursos Hídricos N°29338).

Asimismo, promueve el fortalecimiento de las organizaciones de usuarios de agua, a fin de lograr la mayor eficiencia en la operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica a su cargo y en el uso de los recursos hídricos.

a. Inversión privada directa

Inversión realizada por una empresa con ánimo de lucro con el objetivo de producir bienes y/o prestar servicios por la que recibirá una contraprestación económica por la venta de los bienes producidos y/o por la prestación de los servicios que efectúe.

b. Privatización

Proceso jurídico-económico mediante el cual las actividades empresariales son transferidas del sector público al sector privado, es decir, traspasadas o tomadas ya sea desde el Estado o la comunidad hacia agentes económicos privados.

Este proceso permite a los actores no-gubernamentales intervenir en la financiación y producción de bienes y/o prestación de servicios. Asimismo, la privatización introduce cambios en las funciones y responsabilidades públicas y privadas. No necesariamente se limita a la venta de empresas públicas.

11.2.3 Asociación público-privada

Modalidades de participación de la inversión privada en las que se incorpora experiencia, conocimientos, equipos, tecnología, y se distribuyen riesgos y recursos, preferentemente privados, con el objeto de crear, desarrollar, mejorar, operar o mantener infraestructura

pública o proveer servicios públicos (art. 217 del reglamento de la Ley de Recursos Hídricos N°29338).

a. Concesión

Forma más habitual de asociación público-privada. Consiste en una relación jurídica de derecho público que se establece entre el concedente y el concesionario a partir de la suscripción de un contrato entre las dos partes. De esta manera, el concedente otorga al concesionario el derecho de usufructo y/o de los bienes y servicios que tiene el concedente en titularidad en los términos y condiciones que se establezcan en el contrato suscrito por las dos partes.

El concedente puede ser una empresa como una administración pública, mientras que el concesionario será siempre una empresa, generalmente privada.

La concesión entre una administración pública y una empresa tiene por objeto la administración de los bienes públicos mediante el uso, aprovechamiento, explotación de las instalaciones o la construcción de obras y nuevas instalaciones de cualquier índole.

En una concesión la titularidad de los bienes se mantiene en posesión del concedente.

11.3 Funciones financieras de los actores implicados en la GIRH

El compromiso de financiamiento de las instituciones involucradas en la implementación del PGRHC es importante para lograr una efectiva gestión integrada de los recursos hídricos.

Autoridad Nacional del Agua

Es un Organismo Técnico Especializado adscrito al Ministerio de Agricultura (MINAGRI), ente rector del Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos (SNGRH) y constituye la máxima autoridad técnico-normativa en materia de recursos hídricos.

Tiene competencia a nivel nacional para asegurar la gestión integrada, participativa y multisectorial del agua y de sus bienes asociados articulando el accionar de las entidades del sector público y privado que intervienen en dicha gestión. En su rol de ente rector, ha de realizar y promover las acciones necesarias para el aprovechamiento multisectorial y sostenible de los recursos hídricos por cuencas hidrográficas, en el marco de la GIRH y de la gestión de la calidad ambiental nacional, estableciendo alianzas estratégicas con los gobiernos regionales, locales y el conjunto de actores sociales y económicos involucrados.

Ministerio de Agricultura y Riego

Es el ente rector del sector agrario, que comprende las tierras de uso agrícola, de pastoreo, las tierras forestales, las eriazas con aptitud agraria, los recursos forestales y su aprovechamiento sostenible; la flora y fauna, los recursos hídricos, la infraestructura agraria, las actividades de producción, de transformación y de comercialización de productos agrarios; los servicios y actividades vinculados a la actividad agraria como la sanidad, la investigación, la innovación, la información, la capacitación, la extensión y la transferencia de tecnología agraria conforme a la Política Nacional Agraria y en concordancia con la Política Nacional del Ambiente.

Pertenecen al MINAGRI el Programa Subsectorial de Irrigaciones (PSI) y el Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural - AGRO RURAL, que tienen competencias en la ejecución de proyectos de riego. También se ha creado el Programa Mi Riego, que tiene por finalidad financiar la ejecución de proyectos de inversión pública declarados viables por el SNIP, presentados por los tres niveles de gobierno.

Ministerio del Ambiente

Es el ente rector de los asuntos de política ambiental. Entre sus funciones definidas en su ROF aprobado en diciembre de 2008 por Decreto Supremo N° 007-2008-MINAM, se destacan las siguientes:

- Formulación, planificación, dirección, coordinación, ejecución, supervisión y evaluación de la Política Nacional del Ambiente aplicable a todos los niveles de gobierno, en el marco del SNGA.
- Garantizar el cumplimiento de las normas ambientales por parte del propio MINAM, los demás sectores y los diferentes niveles de gobierno, realizando funciones de promoción, fiscalización, supervisión, evaluación y control, así como ejercer la potestad sancionadora en materia de su competencia y dirigir el régimen de fiscalización y control ambiental y el régimen de incentivos previsto por la Ley General del Ambiente (Ley N° 28611).
- Establecimiento de la política, los criterios, las herramientas y los procedimientos de carácter general para el ordenamiento territorial nacional, en coordinación con las entidades correspondientes, y conducción de su proceso.
- Elaboración de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP), de acuerdo con los planes respectivos para todos los niveles de gobierno, debiendo contar con la opinión del sector correspondiente.
- Establecimiento de los criterios y procedimientos para la formulación, coordinación y ejecución de los planes de descontaminación y recuperación de ambientes degradados.

Dentro del MINAM se enmarca el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), Organismo Público Técnico especializado encargado de la fiscalización, supervisión, control y sanción en materia ambiental. Entre sus funciones está la dirección y supervisión de la aplicación del régimen común de fiscalización y control ambiental, y el régimen de incentivos previsto en la Ley General del Ambiente (Ley N° 28611), así como fiscalizar y controlar directamente el cumplimiento de las actividades que le corresponden por ley.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Es el ente rector de los asuntos de vivienda, urbanismo, desarrollo urbano, construcción de infraestructura y saneamiento, para lo cual formula, aprueba, dirige, evalúa, regula, norma, supervisa y en su caso ejecuta las políticas nacionales en estas materias.

La Dirección Nacional de Saneamiento (DNS) se constituye como el órgano de línea encargado de proponer los lineamientos de política, planes, programas y normas concernientes a los servicios de saneamiento básico. Además, cuenta con el Programa Nacional de Saneamiento Urbano y Programa Nacional de Saneamiento Rural como unidades ejecutoras de proyectos de saneamiento en los ámbitos urbano y rural, respectivamente.

Gobierno Regional

Tiene por misión organizar y conducir la gestión pública regional de acuerdo con sus competencias exclusivas, compartidas y delegadas, en el marco de las políticas nacionales y sectoriales, para contribuir al desarrollo integral y sostenible de su región.

Para el desempeño de sus competencias relacionadas con la gestión de los recursos hídricos cuenta con las siguientes dependencias: Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente (GRRNN y GMA), Gerencia Regional de Desarrollo Económico (GRDE) de la que dependen las Direcciones Regionales de Agricultura (DRA), Energía y Minas y de Producción, Gerencia Regional de Desarrollo Social (GRDS), de la que dependen las Direcciones Regionales de Vivienda, Construcción y Saneamiento; Salud (DIRESA) y Educación (DRE) y la Gerencia Regional de Planeamiento, Presupuesto y Acondicionamiento Territorial (GRPPAT).

Gobiernos Locales

Los Gobiernos Locales poseen un papel muy importante en la gestión de los recursos hídricos y su financiamiento. Las municipalidades provinciales tienen, entre otras, las siguientes competencias:

- Regular y controlar el proceso de disposición final de desechos sólidos, líquidos y vertimientos industriales en el ámbito provincial.
- Administrar y reglamentar directamente o por concesión el servicio de agua potable, alcantarillado y desagüe, limpieza pública y tratamiento de residuos sólidos, cuando por economías de escala resulte eficiente centralizar provincialmente el servicio.
- Difundir programas de saneamiento ambiental en coordinación con las municipalidades distritales y los organismos regionales y nacionales pertinentes.

Las municipalidades distritales tienen las siguientes competencias:

- Ejecutar directamente o proveer la ejecución de las obras de infraestructura urbana o rural que sean indispensables para el desenvolvimiento de la vida del vecindario, la producción, el comercio, el transporte y la comunicación en el distrito, en coordinación con la Municipalidad Provincial respectiva. En particular, se incluyen explícitamente los canales de irrigación.
- Administrar y reglamentar directamente o por concesión el servicio de agua potable, alcantarillado y desagüe, limpieza pública y tratamiento de residuos sólidos, cuando esté en capacidad de hacerlo.

Operadores

El Operador de infraestructura hidráulica es la "Entidad pública o privada que presta el servicio de suministro o el servicio de monitoreo y gestión, para cuyo efecto tiene a su cargo la operación mantenimiento y desarrollo de la infraestructura hidráulica ubicada en un determinado sector hidráulico".

Se entiende por "servicio de suministro" como la ejecución de todas o algunas de las actividades siguientes: extracción, trasvase, regulación, conducción, distribución y evacuación de excedentes con la finalidad de abastecer de agua a los titulares de derechos de uso de agua. Los dos tipos de operadores que se reconocen en el Reglamento de Operadores son los Proyectos especiales del Gobierno Nacional o transferidos a los Gobiernos Regionales y las Juntas de Usuarios.

Usuarios

Según el Reglamento de Operadores de Infraestructura Hidráulica el usuario es "el titular de un derecho de uso de agua: licencia, autorización, permiso o de un certificado nominativo, que requiere del Servicio de Suministro o del Servicio de Monitoreo o Gestión".

Dentro de las obligaciones definidas para los usuarios está la obligación de "Pagar oportunamente la tarifa, retribuciones económicas y demás conceptos a los que se encuentran obligados por el uso del agua.

Los usuarios pueden organizarse de manera asociativa e incluso ejercer el rol de operadores de infraestructura hidráulica (haciéndose cargo de su explotación y mantenimiento), constituyéndose para ello en Juntas de Usuarios.

Son un caso particular de organizaciones de usuarios, de carácter comunal, que se encargan de la administración, operación y mantenimiento de los servicios de saneamiento son las JAAS.

11.4 Descripción de los costos asociados al ciclo del agua

A continuación, se describen cinco costos: de inversión, de operación y mantenimiento, de disponibilidad y costos impositivos, costos ambientales y de oportunidad.

Costos de inversión

Costos asociados a la construcción de la infraestructura e instalaciones necesarias para la prestación del servicio de ciclo del agua al que haga referencia. Entre ellos están: aspectos relacionados con la ejecución de la infraestructura o instalación, redacción de proyectos, expropiaciones, permisos, tasas e impuestos relacionados con la ejecución de la infraestructura, excepto los gastos financieros en los que se pueda incurrir para la obtención del financiamiento necesario.

Costos de operación y mantenimiento

Los costos de operación y mantenimiento se pueden dividir a su vez en tres tipos de costos:

- o Costos de explotación, de personal y estructurales: costos de mantenimiento y conservación, gastos de personal, de material, de compra de reactivos y materias primas necesarias para el funcionamiento de la instalación o infraestructura, seguros, costos energéticos, servicios externos, costos administrativos, impuestos, entre otros, derivados de la prestación del servicio.
- o Depreciación de activos: amortización técnica de los activos en servicio.
- o Costos financieros: pago de los intereses derivados del endeudamiento de los agentes y actores implicados en el ciclo del agua.

Costos financieros

Se corresponden al pago de los intereses derivados del endeudamiento de los agentes y actores implicados en el ciclo del agua.

Costos de disponibilidad e impositivos

Son los costos derivados del pago de cánones y/o tasas de disponibilidad, captación, regulación, de vertido, etc. es decir, la tributación existente por la utilización y usufructo de un bien común. También incluye los costos en los que se pueda incurrir por la utilización de mecanismos de transferencia de recursos (bancos de agua).

Costos ambientales

Costos asociados al deterioro ambiental que se pueden producir por la implantación de una infraestructura, instalación, servicio o actividad.

El principal desafío es el cálculo de los costos ambientales, ya que se basa en conceptos y elementos que no disponen de un mercado ni banco de precios. Aun así, existen diversos mecanismos de valoración económica ambiental (costo de viaje, valoración contingente, precios hedónicos, etc.) que permiten estimar los costos ambientales.

Costo de oportunidad

El costo de la mejor opción no realizada es el costo que se genera al ejecutar una inversión que no es la óptima. Es decir, que se podría haber invertido en otra actuación que hubiera generado mayores beneficios o menores pérdidas. No genera gastos ni ingresos de recursos económicos, pero se debe considerar de manera muy significativa en la fase de valoración de proyectos.

12 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS Y CONFLICTOS (“diagnosis”)

El presente capítulo analiza los problemas y conflictos relacionados con la gestión de los recursos hídricos en las cuencas Chillón, Rímac y Luín. Esta identificación se realizó mediante un trabajo de recojo de percepciones y conocimientos de la problemática de las cuencas del Consejo de 84 actores, representantes de 26 instituciones presentes en el ámbito de estudio, quienes participaron en talleres y reuniones de trabajo entre febrero y marzo de 2019.

La metodología de trabajo fue reflexiva, por lo que se pidió a los actores que identifiquen los principales problemas de cada cuenca, para luego valorizar, según su relevancia, los problemas que deben ser atendidos en el Plan de Gestión de Recursos Hídricos. La descripción de esta metodología se puede ver en el Informe de “Resultados de talleres de diagnosis con los actores del Consejo, desarrollados en abril de

2019”. Los problemas identificados estuvieron enmarcados en los cinco ejes temáticos de la Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos: Gestión de la cantidad, Gestión de la calidad, Gestión de la oportunidad, Gestión de la cultura del agua y Adaptación al cambio climático y eventos extremos.

De acuerdo al análisis realizado, el 29% de los actores opina que el Eje de Política que requiere más atención es el Eje 3: Gestión de la oportunidad, seguido por el Eje 5: Adaptación al cambio climático y eventos extremos, con un 21%. El documento que sistematiza la metodología de trabajo y el recojo de información por cada cuenca se encuentra en el anexo 4. A continuación, se presentan los principales problemas identificados en las cuencas Chillón, Rímac y Luín por cada Eje de Política y Estrategia Nacional de los Recursos Hídricos.

12.1 Gestión de la cantidad

Este Eje de Política tiene como objetivo “conservar los ecosistemas y los procesos hidrológicos de los que depende la oferta de los recursos hídricos para el país y promover el uso eficiente de los recursos hídricos de manera que se establezca equilibrio de balances de oferta y demanda de recursos hídricos armonizados a los múltiples usos del agua” (ANA,2019). Con respecto a la Gestión de la Cantidad, la línea de acción que requiere atención con mayor urgencia, según lo manifestado por los actores es la protección de las fuentes de agua, ubicadas principalmente en la parte alta de la cuenca, así como el agua subterránea. Un 82% de los participantes considera esta acción como urgente, mientras que un 16% la consideró relevante y un 2% de poca relevancia.

Sigue a esta acción, en orden de urgencia el monitoreo de la oferta hídrica con un 73% de participantes que la consideran urgente y 25% relevante en la cuenca.

Con menor urgencia se consideran las intervenciones en infraestructura natural, caudal ecológico, balance hídrico y gestión de explotación de acuíferos, con valores alrededor del 60% de participantes que los consideran urgentes. Es necesario reconocer que generalmente se ha resuelto el problema de la disponibilidad de con medidas de infraestructura gris, por lo que se observa necesario comenzar a trabajar en términos de infraestructura verde o mixta, asegurando la sostenibilidad de las intervenciones y buscando fuentes alternativas de agua.

Adicionalmente, se identificaron una serie de temas de trabajo, propuestas por los actores presentes por cada temática priorizada.

Con respecto a la protección de las fuentes de agua:

- Se observa la necesidad del cuidado de las cabeceras de cuenca, el incremento de los conflictos hídricos, así como la desarticulación de actores.

- Mantenimiento de las fuentes de agua en la parte alta de la cuenca se encuentran en abandono, sobre todo las lagunas artificiales construidas en la comunidad de Huamantanga y Puruchuco. Por ejemplo, se tiene que en el año 2017 una de ellas colapsó.
- Impulsar el trabajo en medidas e intervenciones en siembra y cosecha de agua a lo largo de la cuenca para la recarga del acuífero y uso posterior, monitoreando sus beneficios.
- Es necesario también el tratamiento de los depósitos de los relaves mineros en la parte alta de las cuencas.
- Es necesario contar y fortalecer un sistema de monitoreo de las fuentes de agua, y que la información con la que disponen las diversas instituciones en el ámbito esté disponible para la toma de decisiones y la elaboración del Plan del Consejo.
- Es necesario buscar y establecer nuevas alianzas y fuentes alternativas de agua para el riego de áreas verdes, evitando el uso de agua potable para este fin, priorizando el consumo humano, la sostenibilidad ambiental y reduciendo los gastos municipales.
- Fortalecer e impulsar los mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos en los prestadores de servicios de saneamiento. Este mecanismo tiene como marco el D.I N° 1278, Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento.
- Monitorear y fiscalizar la explotación de puquios en la parte media de las cuencas.
- Fiscalizar, controlar y monitorear la apropiación clandestina/informal de aguas subterráneas, recuperar manantiales y la construcción sobre o en el área de influencia de acequias y puquiales.

12.2 Gestión de la Calidad

Este Eje de Política tiene como objetivo “promover la protección y recuperación de la calidad de los recursos hídricos en las fuentes naturales y ecosistemas relacionado a los procesos hidrológicos” (ANA, 2009). Con respecto a la Gestión de la Calidad, las líneas de acción que requieren atención con mayor urgencia son la gestión de vertimientos y la gestión de los residuos sólidos, seguidos por tratamiento de aguas residuales, donde los actores (con un 81%, 77% y 73%, respectivamente) consideran la necesidad de intervenciones urgentes. Con menor urgencia se considera el tema de pasivos ambientales.

Los temas de trabajo identificados por los actores en este eje de política son los siguientes:

- Promover en las industrias la ejecución de proyectos de reúso del agua, asimismo programas con Gobiernos Regionales y Gobiernos Locales, para el tratamiento de aguas servida de las poblaciones de su jurisdicción.
- En el caso específico del río Chillón, por ejemplo, está siendo contaminado con sustancias agrícolas, fertilizantes, pesticidas e insecticidas, existe puquios con cantidad de arsénico no apto para consumo humano. Por lo tanto, se requiere mayor énfasis en estudios y sensibilización a los agricultores y población.
- Es importante, para la conservación de los recursos hídricos, tener una política para la prevención de conflictos sociales por calidad de agua, a partir de la articulación de actores.
- El arrojado de residuos sólidos a los ríos es uno de los principales problemas que se observan en todos los ríos del ámbito.
- Se observa la necesidad de que el CRHCI y la ANA cumplan con sus funciones de vigilancia, en coordinación estrecha con los Gobiernos Regionales y los gobiernos locales.
- En zonas periféricas de Lima, aún se sigue tomando agua de camión cisterna cuya procedencia es, a veces, de pozos clandestinos que no garantizan buena calidad. En zonas rurales no hay agua potable y se toma solamente agua entubada. Se requiere mayor inversión en sistema de purificación y análisis de la fuente.
- La recolección de residuos sólidos es de una a dos veces por semana, por razones de que el presupuesto no cuenta con recursos para nuevas unidades para el recojo y contratación de personal.
- Es importante tener un protocolo para las industrias en cuanto a impedir que sus aguas residuales puedan ser derivada a los colectores públicos.
- El tratamiento de aguas residuales, la gestión de residuos sólidos y la gestión de pasivos ambientales debe ser implementada de forma prioritaria. En algunas cuencas como en el Rímac, la presencia de pasivos ambientales mineros pone en riesgo la prestación de servicios de saneamiento. Los prestadores de servicios como es el caso de SEDAPAL deben realizar mayores tratamientos e inversiones para garantizar una calidad adecuada.
- Se observa la necesidad de poder utilizar los sistemas de detección de depósitos /botaderos que dañan las fajas marginales, detectando a los infractores y enviando al domicilio las notificaciones y con sanciones efectivas.
- En el caso de la cuenca del río Luquí, existen tres puntos de vertimientos conocidos ampliamente en la cuenca y que no se está trabajando en ellos, están ubicados cerca al puente Luquí, aguas arriba y aguas abajo, se vierten directamente aguas residuales sin tratamiento previo. Asimismo, se conoce de denuncias en fiscalía por vertimiento de agua residual en San Bartolo, las cuales son necesarias de dar seguimiento.

12.3 Gestión de la Oportunidad

A través de este Eje de Política se busca “atender, de manera oportuna, la demanda de los recursos hídricos, respetando el principio de seguridad, jurídica, mejorando su distribución inclusiva, temporal y espacial; promoviendo el acceso universal al agua potable” (ANA, 2009). Con respecto a la Gestión de la Oportunidad, la línea de acción que requieren atención con mayor urgencia están relacionadas a la generación de inversión pública o privada para la promoción de la construcción de PTARs y la generación de los Programas de desarrollo de servicios de abastecimiento de agua potable y saneamiento. En ambos temas el 84% de los actores consideran que son de carácter urgente.

Por su parte, los programas de aprovechamiento y seguridad de lagunas, la formulación de programas de desarrollo de infraestructura hidráulica en concordancia con el PGRHC y una estructura tarifaria

son considerados por los actores como relevantes a mediano plazo.

Adicionalmente, las acciones relacionadas al régimen económico y a los mecanismos de financiamiento para el Consejo y su Plan de Gestión, son consideradas también, para mediano plazo, lo cual puede ser incongruente, sobre todo, considerando se trata del instrumento de gestión más importante del Consejo y que se necesita de financiamiento para la ejecución de infraestructura que se encuentren consideradas en el Plan de Gestión. Es necesario entonces fortalecer capacidades y sensibilizar a los diversos actores en la importancia de la gestión del régimen económico y de sus lineamientos de acción para generar fuentes de financiamiento y asegurar una gestión sostenible de los recursos hídricos.

Algunos temas de trabajo puntuales que han sido identificados son:

- La implementación de la GIRH es un trabajo pendiente y de alta prioridad, que debe ser fortalecido y promovido por la el CRHCI CHIRILU, la ANA y las autoridades competentes.
- Es necesario contar con el Plan de Gestión, ya que es el documento vinculante para la gestión y es el que debe guiar las intervenciones de los diversos actores de las cuencas. Se considera un trabajo pendiente de alta prioridad en el CRHCI CHIRILU.
- El CRHCI CHIRILU, requiere mayor equipamiento e implementación para desarrollar sus funciones, asimismo, requiere establecer una hoja de ruta para la formulación del PGRHC CHIRILU. Una vez formulado el PGRHC, el gran reto del Consejo es conseguir el financiamiento para su implementación.
- Los gobiernos regionales deben planificar un presupuesto para fortalecer el CRHCI y su funcionamiento. El PGRHC del Consejo debe comprometer el presupuesto de todas las entidades y niveles de gobierno vinculados a la gestión para hacer viable su implementación, no debería quedarse en enunciados o lineamientos.
- Falta capacitación, con miras a un futuro ordenado y organizado en el ámbito agrícola. canales revestidos, bocatomas revestidas de

material noble, defensa ribereña y mantenimiento anual de toda la cuenca. el plan de gestión de recursos hídricos antes plan de cultivo bajo riego requiere ordenar y capacitar, eficientemente con rotación de cultivos por predios.

- En la parte media y alta de las cuencas, es indispensable implementar programas de infraestructura natural con participación de las Comunidades Campesinas, la sostenibilidad de estos proyectos depende de la población rural y el concurso de los GOLO, y de las instituciones públicas y privadas implementando MERESE.
- Es necesario prestar atención al desarrollo de pequeñas y medias irrigaciones y micro embalses en zonas de pobreza, actualmente no se está trabajando en ello.
- Es importante tener formalizado y actualizado los derechos de agua en todo el ámbito, a fin de asegurar el acceso, distribución y evitar conflictos.
- Es necesario contar con mecanismos de transparencia para que los recursos captados sean asignados para los fines estipulados en el Plan de manera eficiente, esto ayudará a la consolidación del Consejo y su sostenibilidad.
- La implementación de la infraestructura de agua siempre debe estar condicionada con la reforestación de especies nativas.

12.4 Gestión de la Cultura del Agua

Eje de Política tiene como objetivo "promover una cultura del agua para la gestión eficiente y valoración de los recursos hídricos" (ANA, 2009). Con respecto a la Gestión de la Cultura del Agua, el 80% de los actores considera al tema Programas de información y comunicación de los temas de agua en la cuenca de carácter urgente, así también como el desarrollo de programas educativos sobre la cultura del agua.

Asimismo, se puede mencionar que se reconoce la importancia de contar con un SNGRH y SNIRH consolidado y que permita el fortalecimiento de capacidades, la articulación y la generación de alianzas entre actores, permitiendo su involucramiento en la toma de decisiones y el intercambio de información para el mejor desarrollo de esta.

Por su parte, solo el 58% de los actores considera a las investigaciones sobre gestión del conocimiento y cultura del agua como relevante a corto plazo.

Dentro de los temas de trabajo específicos en este eje de política, se puede mencionar:

- Se requiere tener en cuenta el fortalecimiento de capacidades con urgencia y desarrollar alianzas y compromisos entre actores e instituciones.
- La gestión de los recursos hídricos requiere de acciones coordinadas en todos los niveles de gobierno, es necesario concientizar con el ejemplo, la acción.
- Es necesario involucrar a la población y generar la transparencia de la información para la toma de

decisiones, ya que lo que no se conoce bien no se puede gestionar adecuadamente.

- Disponer de información consistente y confiable para la toma de decisiones.
- Fortalecer organizaciones de usuarios, en capacidades y apoyo logístico, para un mejor uso del agua y toma de decisiones.
- Es importante desarrollar programas educativos en especial a los estudiantes, para asegurar a futuro una población con conciencia ecológica.
- Se observa también que para algunos actores no están claras las funciones y competencias de las instituciones/autoridades en las cuencas y que esto afecta el uso eficiente y sostenible de los recursos hídricos, por lo que se ve la necesidad de fortalecer capacidades y/o difundir información en este tema específico.
- Es necesario repotenciar el funcionamiento del Consejo facilitando la articulación entre actores, generando confianza y participación, y contar con mecanismos de seguimiento de acciones y compromisos.
- Promover la investigación con las universidades, por ejemplo, con las facultades de ingeniería química, ingeniería ambiental para las evaluaciones y vigilancias ambientales.
- Promover y consolidar la gobernanza del agua, con un enfoque multiactor y múltiple nivel.
- Los espacios de dialogo son importantes para evitar los conflictos por derechos de agua, existe un rol de facilitación de reuniones por parte de ANA que se debe de fortalecer.

12.5 Adaptación al cambio climático y eventos extremos

Ante los impactos actuales y futuros del cambio climático en los recursos hídricos, este eje tiene como objetivo "reducir la vulnerabilidad de la población, actividades económicas y ecosistemas, bajo el enfoque de la gestión integrada de los recursos hídricos y gestión de riesgos de desastres" (ANA, 2009).

Con respecto a la Adaptación al cambio climático y eventos extremos, la línea de acción que requiere atención con mayor urgencia, según lo manifestado por los actores es la sensibilización y capacitación sobre mecanismos de adaptación y gestión de riesgos. Un 82% de los participantes considera esta acción como urgente, mientras que un 16% la consideró relevante y un 2% de poca relevancia.

Sigue a esta acción, en orden de urgencia la implementación de medidas de adaptación para garantizar la seguridad hídrica con un 77% de participantes que la consideran urgente y 20% relevante en la cuenca.

Algunos de los temas de trabajo identificados por los actores del Consejo son los siguientes:

- El funcionamiento de los grupos de trabajo es un mecanismo de coordinación entre todos los actores de una cuenca que se debe de reforzar, para la planificación de las acciones por parte de los diversos actores y la aplicación de las diferentes normativas de gestión de riesgos de desastres en las diversas entidades involucradas, con decisión política y administrativa.
- La generación de conocimiento sobre la temática en la cuenca debe de ser transversal en

totas las instituciones competentes. El conocimiento y generación de la información sobre los eventos climáticos y los impactos que originan en el medio ambiente deberán estar constantemente monitoreados.

- Es necesario establecer mecanismos de participación de los diferentes actores para la elaboración de propuestas y proyectos, para la atención de espacios territoriales menores (microcuencas, municipalidades, comunidades, etc.), y propuestas globales a nivel de las cuencas y gobiernos regionales.
- Se requiere adecuar una infraestructura moderna para el buen control del recurso hídrico incluyendo el uso de nuevas tecnologías y que se vincule con el sistema de alerta temprana frente a eventos extraordinarios, teniendo en cuenta la vulnerabilidad y priorizando las zonas de riesgo inminente no mitigables.
- La implementación de la seguridad hídrica requiere de un adecuado estudio de microclimas y suelo en el ámbito del Consejo.
- Es necesario trabajar en el fortalecimiento de capacidades en comunidades, principalmente en la cuenca, tomando en cuenta que la adaptación es lo prioritario, y enfocarse no solo en lo referente a los ecosistemas, sino debe incluirse también las dimensiones social, económica y política.

12.6 Análisis global de la problemática en las cuencas del Consejo

Como se mencionó anteriormente, en el proceso de elaboración del presente documento, se trabajó la problemática de las cuencas desde dos aspectos, el punto de vista de las percepciones y del conocimiento de las cuencas por parte de los actores involucrados en Gestión del recurso hídrico en el ámbito del Consejo.

En cuenta al trabajo de percepciones de los problemas más recurrentes en las cuencas de los ríos Chillón, Rímac y Lurín, y tal como se explica en el documento informe de avance: resultado de los talleres de diagnóstico en el CRHCI CHIRILU, se generó una nube de palabras en las que, las palabras que parecen de mayor tamaño son las más recurrentes, mencionadas mayor número de veces, en los resultados obtenidos en los talleres.

Como se puede observar en la Figura 57, la contaminación de las aguas, la no delimitación e invasión de las fajas marginales de los ríos, la respectiva necesidad de recuperarlas y protegerlas, el manejo de residuos sólidos, el vertimiento de aguas residuales sin tratamiento en el cauce y la débil cultura del agua, son los problemas percibidos como más recurrentes. La protección de las fuentes de agua, el cambio climático y eventos extremos, la escasez del agua en las cuencas, la O&M de la

infraestructura, los pasivos ambientales, educación ambiental, la degradación de los ecosistemas, la gestión de acuíferos, gestión de la información, articulación entre actores, prevención de desastres, fiscalización ambiental, fortalecer la comunicación y difusión de la información para la toma de decisiones, son otros de los problemas que se pueden identificar como los percibidos de manera más recurrente por los actores de las cuencas del Consejo.

Figura 57. Principales problemas percibidos por los actores en las cuencas

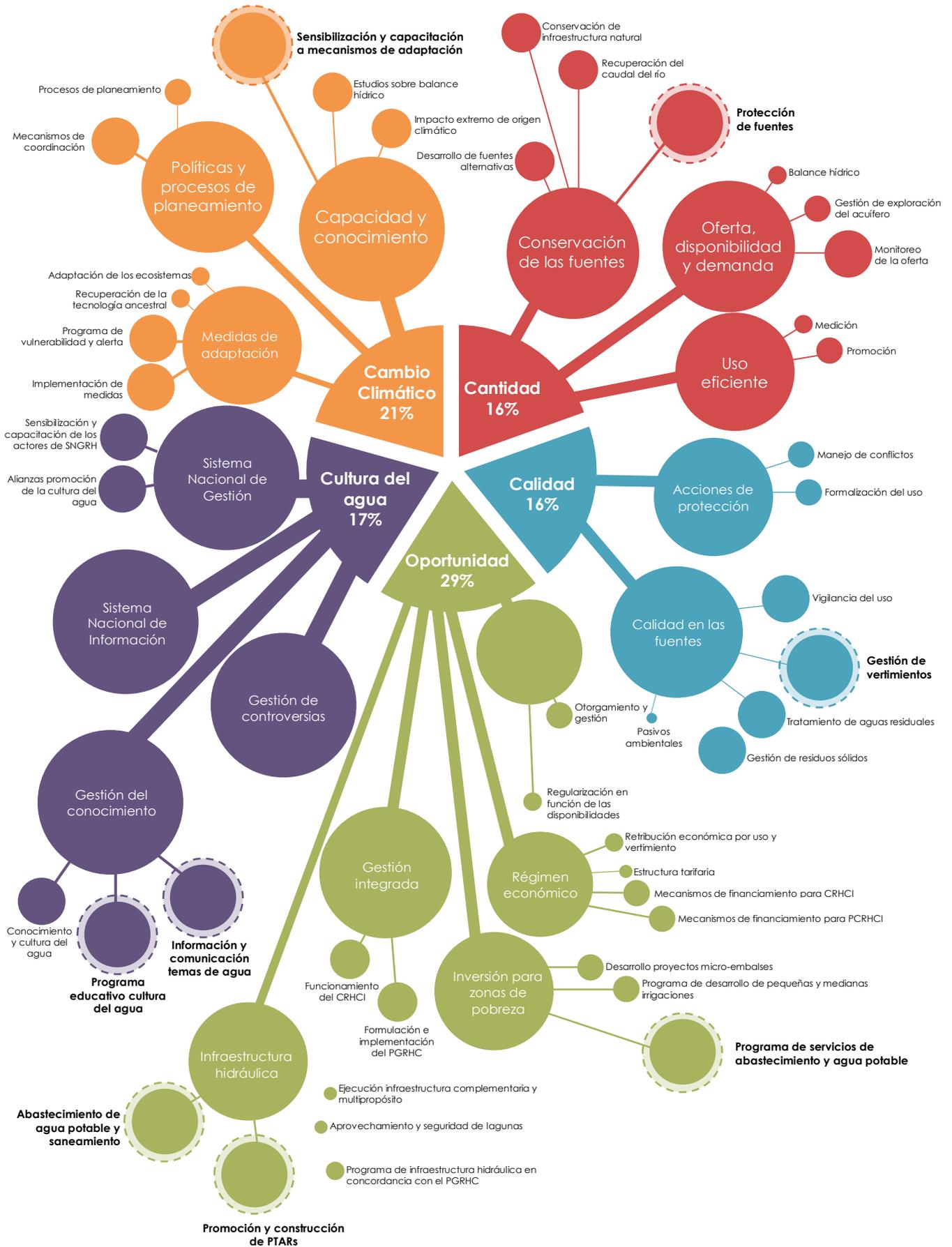


En cuanto a la problemática de las cuenca conocida y reconocida por los actores del Consejo, se trabajó una matriz para la identificación y valoración de los problemas y conflictos. En la Figura 58 se puede observar los resultados consolidados para el ámbito del Consejo de la identificación y valoración de los problemas y conflictos de cuenca: Se puede observar que los problemas identificados como los más urgentes se muestran resaltados con un borde de línea discontinua. En la Tabla 57 que se muestra a continuación se presentan los ocho principales problemas, en orden de relevancia, identificados para ser tratados con carácter de urgencia en el PGRHC del Consejo.

Tabla 57. Ejes de política y temáticas priorizadas en la diagnosis

| Eje de Política | Temática | |
|---|--|--|
| Gestión de la Oportunidad | Inversiones públicas y privadas en el desarrollo de micro embalses, irrigaciones pequeñas y medianas, así como microsistemas hidráulicos a nivel de parcelas para zonas de pobreza | Programas de desarrollo de servicios de abastecimiento de agua potable y saneamiento |
| Gestión de la Cantidad | Conservación de las fuentes naturales de recursos hídricos de la cuenca | Protección de fuentes (cuenca alta, agua subterránea) |
| Gestión de la Calidad | Calidad del agua en las fuentes naturales y bienes asociados | Gestión de vertimientos (aguas residuales) |
| Gestión de la Oportunidad | Inversiones públicas y privadas para el desarrollo de la infraestructura hidráulica | Promoción de construcción de PTAR |
| Gestión de la Oportunidad | Inversiones públicas y privadas para el desarrollo de la infraestructura hidráulica | Cobertura de servicios de abastecimiento de agua potable y saneamiento |
| Adaptación al Cambio Climático y Eventos Extremos | Investigación científica y aplicada, desarrollo de capacidades y la difusión del conocimiento para la adaptación al cambio climático y la gestión de riesgos de desastres en la gestión de recursos hídricos | Sensibilización y capacitación sobre mecanismos de adaptación y gestión de riesgos |
| Gestión de la Cultura del Agua | Gestión del conocimiento y cultura del agua orientada al aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos | Programas de información y comunicación de los temas de agua en la cuenca |
| Gestión de la Cultura del Agua | Gestión del conocimiento y cultura del agua orientada al aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos | Programas educativos sobre la cultura del agua |

Matriz de identificación, valoración de problemas y conflictos de las cuencas Chillón, Rímac y Luquí



13 POTENCIALIDADES Y OPORTUNIDADES

El presente capítulo analiza las potencialidades y oportunidades en el ámbito de las cuencas Chillón, Rímac y Lurín. Esta identificación se realizó mediante un análisis de gabinete y teniendo en cuenta la problemática descrita en el capítulo 12. Las potencialidades y oportunidades identificadas están enmarcadas en los cinco ejes temáticos de la Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos: Gestión de

la cantidad, Gestión de la calidad, Gestión de la oportunidad, Gestión de la cultura del agua y Adaptación al cambio climático y eventos extremos descritos en el capítulo 12. En el anexo 4 se muestra el análisis desarrollado en una matriz de trabajo. A continuación, se resumen las potencialidades y oportunidades de cada eje temático

13.1 Gestión de la cantidad

Como resultado del proceso participativo para la elaboración de la *diagnos*, se pudo identificar las siguientes potencialidades:

- Se cuenta con algunas intervenciones en siembra y cosecha de agua, principalmente en la parte media y alta de la cuenca, que contribuye con la recarga del acuífero y uso posterior.
- Monitoreo de las fuentes subterráneas de agua realizado por SEDAPAL, la Autoridad Nacional del Agua y otras autoridades de las cuencas.
- El Observatorio del Agua como una plataforma de actores públicos y privados que provee información sobre el volumen de almacenamiento en los sistemas regulados, inventarios de manantiales de la cuenca media, entre otros.
- Existencia de empresas privadas con proyectos de valor compartido en el tema de reúso de aguas residuales tratadas, requeridos para para la obtención del certificado AZUL por la Autoridad Nacional del Agua.
- Actualmente 14% de las aguas residuales recolectadas por SEDAPAL (caudal actual total 20m³/s) reciben tratamiento secundario o terciario.
- Planes de gobiernos locales que tienen incorporadas acciones para ahorro y uso eficiente del agua, por ejemplo, implementación de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) con fines de riego de áreas verdes, mejora de sus sistemas de riego a sistemas más eficientes, entre otros.
- Implementación y puesta en funcionamiento de los nuevos sistemas de almacenamiento y trasvase del Proyecto Marcapomacocha incrementa la disponibilidad de los recursos hídricos en las cuencas.

En cuanto a oportunidades se pueden mencionar las siguientes:

- Existencia de un Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) y certificaciones internacionales que garantizan las buenas prácticas ambientales por parte de las empresas privadas. Este sistema debe ser fortalecido e impulsado de manera coordinada por las instituciones competentes.
- Los Mecanismos de Retribución de Servicios Ecosistémicos – MERESE impulsados por el Ministerio del Ambiente, que tienen la finalidad de generar, canalizar e invertir en acciones orientadas a la conservación, recuperación y uso sostenible de los ecosistemas, como fuente de servicios ecosistémicos, a través de acuerdos voluntarios entre contribuyentes y retribuyentes. Este mecanismo en el sector saneamiento tiene como marco el Decreto Legislativo N° 1280, Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento. En Lima son promovidos por el programa Sembramos Agua de SEDAPAL.
- Ejecución de Proyectos, programas y unidades ejecutoras del Ministerio de Agricultura – MINAGRI, como: Sierra Azul, AGRORURAL, Programa Subsectorial de Irrigaciones - PSI, que pueden ser implementados y ejecutados de manera coordinada.
- Convenios existentes firmados entre autoridades y universidad para incentivar la investigación, así como el desarrollo de tesis de pregrado y postgrado.
- Existencia de la empresa estatal Activos Mineros, encargada de la remediación de pasivos ambientales mineros.
- Reconocimiento Certificado Azul, el cual es otorgado por la Autoridad Nacional del Agua a usuarios hídricamente responsables que participan en el "Programa Huella Hídrica" y ejecutan con éxito los compromisos asumidos para la medición de su huella hídrica, su reducción y su programa de valor compartido.
- Mecanismos de financiamiento como la Asociación Público-Privada (APP) para proyectos con montos de dentro del umbral propuesto por Proinversión, a los que los gobiernos locales pueden acceder.

13.2 Gestión de la Calidad

Como resultado del proceso participativo para la elaboración de la *diagnosis*, se pudo identificar las siguientes potencialidades:

- La infraestructura de las plantas de tratamiento presenta en algunos casos condiciones para ser mejoradas y rehabilitadas desde un punto de vista económico y ambiental.
- Se cuenta con un inventario de vertimientos que gestiona la Autoridad Nacional del Agua, que debe ser revisado y mejorado.
- Ejecución de monitoreo de calidad articulados, coordinados con el sector Salud y el Gobierno Local.
- Consolidación del Consejo como primera instancia local para la solución de conflictos y espacio de diálogo entre actores. Los Grupos Técnicos en los que se discuten temas concernientes a las cuencas del ámbito son: Grupo de Trabajo Multisectorial de la cuenca del río Chillón - GTM Chillón, GTT CAIN, GTT Cultura del Agua, GTM – Lurín, Comisión Multisectorial para la recuperación del Río Rímac.
- El Observatorio del Agua como una plataforma de actores públicos y privados que provee información sobre puntos críticos e Índice de Calidad del Agua de las tres cuencas utilizando imágenes SIG.
- La Autoridad Nacional del Agua través de sus organismos desconcentrados, tanto la AAA como la Autoridad Local del Agua posee personal

capacitado para realizar los monitoreos, supervisar, proveer la logística y ejecutar programas de capacitación en temas específicos de calidad de agua.

- Existencias de ordenanzas, infracciones y/o sanciones distritales que prohíben las descargas de aguas servidas excretas, aguas residuales, desechos industriales a los canales de regadío, acequias y/o a los cauces del río, arrojar o depositar residuos sólidos, materiales de construcción, así como por ocupar la faja marginal y áreas intangibles, entre otros.

En cuanto a oportunidades se pueden mencionar las siguientes:

- Monitorios de calidad realizados por el Ministerio de Salud a través y/o en coordinación con las DESAs y DIREAs en aguas destinadas a consumo humano.
- Los gobiernos locales pueden acceder a mecanismos de Asociación Público Privado - APP u Obras por Impuestos - OXI para la implementación de infraestructura en saneamiento básico.
- Existencia del DS-021-2009-VIVIENDA a través del cual se aprueban los Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario.
- Existencia de la policía ambiental y Fiscalía Especializada en Materia Ambiental – FEMA para seguimiento de denuncias ambientales.

13.3 Gestión de la Oportunidad

Como resultado del proceso participativo para la elaboración de la *diagnosis*, se pudo identificar las siguientes potencialidades:

- La normativa permite el establecimiento de acuerdo entre actores de la parte alta y baja para la recuperación de servicios ecosistémicos de regulación hídrica que favorecen la disponibilidad de agua en la temporada seca, lo cual mejora la oportunidad del recurso hídrico.
- La Dirección de Organizaciones de Usuarios de Agua a nivel local es una institución potencial para el trabajo de actualización de inventarios y derechos de agua.
- Autonomía presupuestaria de los gobiernos locales y regionales para el manejo de los recursos naturales de su jurisdicción.

En cuanto a oportunidades se pueden mencionar las siguientes:

- Existencia de Programas Presupuestales y Programas del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento con respecto a saneamiento urbano y rural.
- Existencia de lineamientos de trabajo con respecto a las actividades que potencialmente se podrían desarrollar en el ámbito del río Rímac, establecidos

en Plan Maestro del Proyecto de Restauración del río Rímac.

- Existencia de fondos concursables a los que pueden aplicar los actores que pertenecen al Consejo con aval de la Autoridad Nacional del Agua.
- Plantas de tratamiento de aguas residuales con fines de reúso, en operación, a nivel distrital y metropolitano. Estas plantas permiten el uso eficiente del recurso hídrico y son ejecutadas por mecanismos como Asociaciones Públicas Privadas y proyectos de inversión pública.
- Programas presupuestales en ejecución con articulación territorial para intervenciones en cuencas por ejemplo el PP0042, PP0058, PP0062.

13.4 Gestión de la Cultura del Agua

Como resultado del proceso participativo para la elaboración de la *diagnos*, se pudo identificar las siguientes potencialidades:

- Buena percepción de la problemática de la cuenca por parte de los actores, quienes son perfectamente conscientes de la realidad de la zona, lo que facilita la buena aproximación de las posibles soluciones (escenarios) y su futuro involucramiento en elaboración e implementación del Plan de Gestión.
- Existe una buena comunicación entre los actores, principalmente convocados por Autoridad Nacional del Agua.
- Actores de la cuenca con voluntad de participación y compromisos e integración en el proceso de formulación del Plan de Gestión.

- Ausencia de grandes conflictos sociales relacionados con los recursos hídricos.

En cuanto a oportunidades se pueden mencionar las siguientes:

- Implementación de proyectos bajo el programa presupuestal 0042 para el aprovechamiento eficiente de recursos hídricos en las cuencas.
- Presencia de instituciones públicas y privadas y de cooperación internacional que trabajan temas de recursos hídricos mediante proyectos financiados con sus fondos.
- Tesis de grado y postgrado de universidades nacionales y extranjeras.

13.5 Adaptación al cambio climático y eventos extremos

Como resultado del proceso participativo para la elaboración de la *diagnos*, se pudo identificar las siguientes potencialidades:

- Existencia de documentos de gestión relacionados a peligros climáticos como son:
- El Plan de Sequías, desarrollado por SEDAPAL y
- El Plan Climático elaborado por C40, desarrollado por la MML.
- La elaboración de ambos documentos involucra la participación e información proporcionada por el Consejo de Recursos Hídricos ChiRiLu. De esta manera, se garantiza la visibilidad de los desafíos con respecto a la gestión de los recursos hídricos y cambio climático.
- Medidas de adaptación al cambio climático con respecto a sequía y lluvias intensas e inundaciones priorizadas en los Planes de Adaptación al Cambio

Climático de las Municipalidades Distritales, Plan Climático de la Municipalidad Metropolitana de Lima y otros instrumentos de gestión distrital y metropolitano sobre el tema de agua.

En cuanto a oportunidades se pueden mencionar las siguientes:

- Implementación de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas en el Sector Agua en sus componentes, Agua multisectorial, Agua uso agrarios, agua uso energético, agua uso doméstico.
- Programa Lomas de la Municipalidad Metropolitana de Lima
- Programa MVCS para la implementación/desarrollo de plantas desalinizadoras.
- Plan de Ordenamiento Territorial de Lima Metropolitana.

14.1 Generalidades

- Este documento es el producto del esfuerzo concertado del CRHCI CHIRILU y el Observatorio del Agua, que además cuenta con el valioso aporte de los principales actores de la cuenca. La información sistematizada proporcionada por el Observatorio ha sido la fuente de información principal.
- En este Diagnóstico Inicial se presenta la caracterización de las cuencas y se describen los problemas centrales, así como las potencialidades y oportunidades para el aprovechamiento de recursos hídricos, la mejora de la calidad del agua, el fortalecimiento de la cultura del agua, institucionalidad y gobernanza, así como aspectos referidos al cambio climático, gestión de riesgos, y financiamiento.
- El objetivo principal del desarrollo de este documento es poner a disposición información concertada de acuerdo a los lineamientos de la Resolución Directoral N°006-2015-ANA-DCPRH y que además es la base para la elaboración del Plan de Gestión de Recursos Hídricos de Cuenca.

14.2 Caracterización físico-biótica

- El ámbito del CRHCI Chillón Rímac Luín comprende una superficie de 9 384,61 km² con niveles altitudinales que varían entre los 0 msnm hasta los 5 585 msnm, en 120 km de longitud, con un relieve accidentado y empinado con cauces estrechos y ríos no navegables, especialmente desde la cuenca media hasta la cuenca alta.
- Alberga una población aproximada de 10 329 042 habitantes, es decir el 30% de la población total del Perú.
- Se identifican cuatro cuencas principales en el ámbito del Consejo: Chillón, Rímac, Luín y Chilca, las mismas que abarcan una superficie de 7 713,80 km². Adicionalmente, se identifican 15 intercuenas, con un área aproximada de 1 670,81 km².
- Tomando en cuenta el ámbito del Consejo y la zona de influencia de Alto Mantaro y el tipo de uso del suelo, el 25,6% de la superficie lo constituye el Pajona Andino y el 23% el desierto costero, 6,5% de área urbana en la parte baja de Consejo, asimismo se identifican 320,4 km² de Lomas y 137,8 km² de bofedales (solo aproximadamente 18 km² en el ámbito del consejo, el resto en el área de influencia del Alto Mantaro).
- Las condiciones más cálidas predominan en la parte baja de las cuencas pudiendo a temperaturas medias de 28°C, mientras que las condiciones más frías se dan las zonas más altas de las cuencas llegando a temperaturas de -8°. Adicionalmente la Humedad Relativa promedio es de 86%.
- La precipitación varía según la altitud, registrándose valores entre 700 y 1 000 mm/año en la parte altas de la cuenca, siendo la temporada de fuertes lluvia la comprendida entre los meses de noviembre y

abril. La zona baja presenta precipitaciones mínimas entre 5 y 35 mm/año.

- Debido a los procesos de expansión urbana, cambio en el uso del suelo, contaminación y otros procesos antrópicos se ha modificado la caracterización biótica de las cuencas, ocasionando, a su vez, la variación de la Demanda Biológica de Oxígeno y la Demanda Química de Oxígeno, lo cual posibilitó la desaparición o migración de algunas especies típicas de las cuencas. Por ejemplo, la Oraúidea de Lima se encuentra en estado de desaparecida, mientras que la Flor de Amancaes y el Mito están en peligro de extinción. En cuanto a fauna se identifica que el Camarón de río se encuentra desaparecido, la Ranita y la Serpiente Venenosa se encuentran amenazadas, mientras que la Serpiente Ciega, el Gekko de las Huacas, el Sapo y el Perrito Cigüeñuela, están en peligro de extinción.
- La depredación de bofedales es otro factor que afecta las características bióticas, ya que como se sabe, juegan un rol fundamental en la mejora de la calidad del agua y en la regulación hídrica de la cuenca.

- Se identifican tres áreas naturales protegidas entre las que destacan los Pantanos de Villa, el Bosque de Zarate y las Lomas de Ancón.

14.3 Caracterización socioeconómica y cultural

- La dinámica y el proceso de desarrollo de las cuencas del Consejo han sido condicionados por el alto grado de centralismo de Lima Metropolitana en las últimas décadas. Un fenómeno común ha sido la migración del campo a la ciudad, así como, el desordenado crecimiento de urbanización. En las últimas siete décadas, aproximadamente el 70% de las tierras agrícolas han cambiado su uso, pasando de uso rural a uso urbano.
- La zona urbana con presencia de actividades industriales y de servicio, se asienta en la parte baja de las cuencas, mientras que en la zona media se identifica la existencia de actividad agrícola meno intensiva y más dispersa debido a las condiciones geomorfológicas sobre los 1 000 msnm. En la parte alta se identifica actividad minera y amplias áreas de pastos alto andinos utilizados para la actividad pecuaria. La mayoría de estas actividades desarrolladas en las cuencas generan problemas de contaminación, degradación de ecosistemas, compactación e impermeabilización del suelo por el tipo de uso y abandono de tierras.
- La población de las cuencas paso de 661 508 habitantes en 1940 a aproximadamente 10 millones actualmente y se prevé que para el 2035 se llegue a 13 millones de habitantes en la ciudad de Lima Metropolitana, lo cual nos da un escenario de alta demanda y presión sobre los recursos hídricos para seguridad hídrica en las cuencas del Consejo.
- Las cinco principales actividades económicas en las cuencas son servicios varios (financiera y de

seguros, servicios a empresas y servicios personales), manufactura, comercio, transporte y comunicaciones.

- Se identifican diez conflictos socio ambientales en el ámbito del Consejo, los cuales representan el 5% del total nacional al año 2018. La principal causa de estos conflictos son contaminación de fuentes de agua, incumplimientos de acuerdos, huelgas por demandas, disputas territoriales, construcción de hidroeléctricas y los impactos que se generan.
- No se ha identificado un Plan de Ordenamiento Territorial para las cuencas del Consejo en su totalidad, sin embargo, si se identifican trabajos e iniciativas sobre estos temas. Por ejemplo, desde el 2009 el GORE Callao cuenta con una ZEE, aprobada y actualizada en 2012. Lima Metropolitana se encuentra en la fase inicial de la elaboración de su ZEE, mientras que, el GORE Lima, trabajó con otras instituciones de las cuencas, y mediante un convenio con el IMP, una propuesta de ordenamiento territorial para la cuenca del Chillón.

14.4 Gestión de recursos hídricos

- La precipitación es la principal fuente de agua, tiene un comportamiento estacional definido y una estrecha relación con la altitud en las cuencas. La precipitación multianual en el ámbito del Consejo muestra que los meses con mayor lluvia son lo de enero, febrero y marzo, mientras que los meses más secos son lo de junio, julio y agosto.
- Considerando el SPI, las cuencas del Consejo presentan un índice que corresponder a un rango normal o aproximadamente normal. Mientras que en el análisis histórico de los últimos 35 años, se identificó una sequía extrema (1992), una sequía severa (1990) y dos periodos de humedad severa (1989 y 2017).
- En cuanto a fuentes de agua superficiales, se identifican, manantiales, lagunas, lagunas represadas, ríos, quebradas y bofedales, siendo los manantiales la fuente de agua superficial de mayor número 450 en la cuenca Rímac, 340 en la cuenca Chillón y 143 en la cuenca Lurín. Se identifican 23 lagunas represadas en la cuenca Chillón y 27 en la cuenca Rímac.
- La capacidad de almacenamiento en las cuencas del Consejo se define por las lagunas y lagunas reguladas que existen principalmente en las cuencas de los ríos Chillón y Rímac. En el caso de la cuenca del Chillón, se identifican 16 lagunas y un total de almacenamiento de 22,23 hm³. En la cuenca del Rímac se identifican 22 embalses, incluyendo el sistema proveniente de Alto Mantaro, con un volumen útil de 361 hm³ y el volumen de reservar 143 hm³. En la cuenca Lurín se identifican diez lagunas que constituyen en caudal base de la cuenca.
- Existen dos fuentes de agua subterránea el acuífero Chillón-Rímac y el acuífero Lurín con una reserva mínima de 330 hm³ y 103 hm³ respectivamente. El volumen de explotación calculado es de 252,3 hm³ para el acuífero Chillón-Rímac y de 34,7 hm³ para el

acuífero Lurín. El uso mayoritario de estas fuentes de agua es para fines industriales y poblacionales.

- En lo relacionado a la calidad de aguas superficiales, en la parte media y alta de la cuenca del Rímac se tiene una calidad regular con presencia de metales sobre todo en época de avenida y buena en la época de estiaje. En la parte baja de las cuencas de Chillón y Lurín la calidad de agua es regular en época de avenida y buena durante la época seca. Por otro lado, en la quebrada Huaycoloro la calidad de agua es pésima durante todo el año, debido a la presencia de coliformes termotolerantes, hierro, fósforo y arsénico.
- En cuanto a la calidad de agua subterránea, los acuíferos de Rímac y Lurín presentan, en la mayoría de los pozos una calidad excelente a buena, caso contrario con los acuíferos de Chillón y Chilca que muestran una calidad de agua regular a pésima, se observa además que la calidad de agua tiene una tendencia a empeorar por lo que se sugiere la identificación de las causas y puntos focales.

14.5 Riesgos de desastres por peligros naturales y cambio climático

- Se identificó la vulnerabilidad de las cuencas del Consejo considerando los factores hidro climáticos asociados al cambio climático y los sistemas social, productivo, económico y eventos extremos. Se observa una vulnerabilidad baja en el 83,9% de su territorio, y el restante 16,1% con vulnerabilidad media. En el caso de la cuenca de Rímac, la vulnerabilidad es baja en el 91% de su territorio y el restante 9% con vulnerabilidad media-alta, mientras que, en la cuenca de Lurín, la vulnerabilidad en 95% de su territorio es baja y alta en el 5% restante.
- Se identificó también los puntos críticos donde existen peligro de inundación, huaicos y erosión fluvial, en el caso de las inundaciones se identifican que la zona media y baja de las cuencas del Consejo son susceptible a estos fenómenos, siendo la cuenca del Chillón la que presenta mayor cantidad de puntos críticos, mientras que, con respecto a los flujos de detritos y huaicos, la parte media del Rímac principalmente es susceptible a huaicos y la erosión fluvial.
- Diez huaicos de gran magnitud ocurrieron entre los años 1978 y 2017, que ocasionaron grandes pérdidas materiales y humanas en las cuencas del Consejo. Si se compara con los datos del SPI, se observa que estos huaicos no necesariamente ocurrieron ante un evento extremo de lluvias intensas, sino también en años que se pueden considerar menos húmedos, lo cual indica el alto grado de vulnerabilidad y susceptibilidad en el que se encuentra las cuencas del Consejo y lo relevante de un trabajo enfocado en la Gestión de Riesgo de Desastres.
- Existen 20 puntos de riesgo en el cauce del río Rímac, asociado a inundaciones, debido, principalmente al estrangulamiento del cauce, invasión de la faja marginal y la colmatación del cauce del río.

- En cuanto a los riesgos de sequía en las cuencas del Consejo, en la cuenca alta del río Chillón y Rímac, donde se ubican las principales infraestructuras que abastecen de agua a Lima, presenta un riesgo a sequías muy alto. Además, en la cuenca del Luín existe una zona con riesgo muy alto de sequía en el distrito de Lahuaytambo. Adicionalmente se identifica una sequía extrema (1992) y una sequía severa (1990).

14.6 Conservación de agua e infraestructura natural

- La normativa nacional establece los MERESE como mecanismo para implementar proyectos de infraestructura natural para la conservación de las fuentes de agua y recuperación de los servicios ecosistémicos. Sin embargo, existen otras formas para la implementación de estos proyectos como las intervenciones de siembra y cosecha de agua desarrolladas por AGRORURAL, los proyectos de cochas desarrollados por sierra azul, y distintas formas de implementar acuerdos recíprocos por agua.
- En total existen 104 proyectos de infraestructura natural elaborados para el ámbito del Consejo, la mayoría de los cuales se ubica en la parte media y alta de la cuenca del río Rímac. Estos proyectos son de SEDAPAL (32 propuestas), AQUAFONDO (12 ejecutados y ocho potenciales), PACyD (tres ejecutados y dos propuestas) y ANA (42 propuestas de intervención).

14.7 Infraestructura Hidráulica

- La infraestructura de almacenamiento en la cuenca Chillón tiene un volumen de 25,5 hm³, la cuenca del río Rímac incluyendo el sistema del Alto Mantaro tiene una infraestructura de almacenamiento con un volumen útil de 361 hm³ y 143 hm³ de reserva, mientras que en el río Luín no se identifica sistema regulado.
- En la cuenca del río Chillón se identifican 14 subsectores hidráulicos con un volumen asignado de 93,8 hm³ para atender la demanda agrícola. En la cuenca del río Rímac se identifican 11 subsectores con un volumen asignado de 95 hm³, mientras que, en la cuenca del río Luín existen 12 subsectores y el volumen asignado para abastecer la demanda agrícola es de 44,5 hm³.
- La producción de agua potable en las cuencas del Consejo está compuesta por 81% de fuentes superficiales y 19% de agua subterránea. En el caso del agua superficial esta es captada y tratada en 3 plantas la Atarjea, Huachipa y la Planta Chillón, mientras que para el agua subterránea se aprovechan 397 pozos.
- La red de recolección de aguas residuales asciende a 12 309 km y existen un total de 23 PTAR que captan el 92% del agua residual producida por la ciudad, siendo las de mayor capacidad las de La Chira y Taboada.
- Se identifican un total de nueve centrales hidroeléctricas en el ámbito del Consejo, siendo la de construcción más reciente la de Huanza, construida el 2013. La de mayor potencia instalada

y mayor descarga de diseño es la de Huinco, con 267,8 MW y 24m³/s respectivamente, puesta en funcionamiento el 1960 y ubicada en la cuenca del Rímac.

14.8 Usos y demanda de agua

- La asignación de volúmenes de agua superficial, realizado por la ANA en el año 2018, en las cuencas del Consejo, asciende a 4 935,2 hm³, de los cuales 1 169,6 hm³ son destinados a uso consuntivo y 3 765,6 hm³ a uso no consuntivo.
- En el caso de la asignación de volúmenes de agua subterránea, al 2018 se han asignado volúmenes por un valor de 770,4 hm³. La evolución histórica del caudal de explotación, indica que los caudales totales, declarados a la ANA, se encuentran ligeramente por encima de lo recomendado, por lo que es necesario priorizar estudios a detalle de los acuíferos involucrados.
- La mayor demanda de agua superficial y subterránea, la genera el uso poblacional (777,7 hm³), principalmente en la cuenca del río Rímac, la siguen las demandas por el uso agrario (325,5 hm³) e industrial (98,3 hm³).

14.9 Balance Hídrico

- El balance hídrico natural indica que las cuencas con mayor producción de agua son Rímac y Alto Mantaro, ya que ambas poseen un factor de escorrentía de 0,5, mientras que las cuencas Chillón Luín y Chilca son menos productivas con coeficientes de 0,4, 0,3 y 0,1 respectivamente. El valor del caudal natural medio anual obtenido para las cuencas son: 8,04 m³/s, para Chillón; 22,80 m³/s para Rímac y; 4,65 m³/s para Luín; la cuenca Chilca solo posee flujo natural unos pocos meses en el año debido a que se trata de una cuenca relativamente seca.
- El balance hídrico con cuenca intervenida considera como oferta la extracción de agua subterránea, el trasvase y los caudales al 75% de persistencia, y como demanda (clases de uso poblacional y uso productivo), los volúmenes otorgados y registrados por la ANA y SEDAPAL. Los resultados indican que en la cuenca Chillón existe un déficit (promedio multianual) de 9,80 hm³ (ocurrido durante el estiaje) que puede ser compensado con el excedente propio de la cuenca equivalente a 60,15 hm³. En la cuenca regulada del Rímac existe un déficit anual de 5,61 hm³ (ocurrido durante el estiaje) que puede ser compensado con el excedente propio de la cuenca equivalente a 193,42 hm³. En la cuenca Luín existe un déficit anual de 32,72 hm³ (ocurrido durante el estiaje) que puede ser compensado con el excedente propio de la cuenca equivalente a 40 hm³.

14.10 Organización para la gestión de los recursos hídricos

- El CRHCI CHIRILU inició sus actividades en el año 2016 y participa en la planificación y la gestión de la cuenca y como elemento articulador tiene una componente ejecutiva (el propio consejo) y su

componente técnico (la Secretaría Técnica). Durante los últimos años ha habido mayor acercamiento entre la Secretaría del Consejo y los representantes distritales de la parte baja, media y alta de la cuenca, creando Grupos Técnicos de Trabajo de cada cuenca integrante del Consejo, que sirve como plataforma articuladora para poner en la mesa los problemas que están afectando a las cuencas y proponer soluciones. Adicionalmente se han creado Grupos Técnicos de Trabajo específicos por temas de relevancia como Cultura de Agua y Conservación del Agua e Infraestructura Natural.

- Se han identificado 11 mancomunidades municipales en el ámbito del Consejo, espacios que permiten ejecutar obras que promuevan el desarrollo local atendiendo problemas y necesidades territoriales, dentro de los cuales, los recursos hídricos deben de ser priorizados.
- Se han identificado algunas limitantes para la gestión integrada de los recursos hídricos en las cuencas del Consejo como, por ejemplo, la débil institucionalidad y conocimiento de la normativa e instrumentos de gestión, la limitada participación de las comunidades campesinas y organizaciones de riego, la débil vigilancia y fiscalización de los recursos hídricos y la débil conciencia ambiental y cultura del agua.

14.11 Aspectos financieros

- La retribución Económica por el uso del agua es fijada por la ANA y pueden ser sobre el uso del agua o sobre el vertimiento del uso de agua residual. Y debe ser destinada a la formulación del PGRHC, a la gestión y administración de los recursos hídricos y al financiamiento de las medidas de control y vigilancia de los recursos hídricos en calidad, cantidad y oportunidad.
- Se identifican hasta seis mecanismos de financiamiento a través de la inversión pública canalizada principalmente por el Sistema de Inversión Invierte. Pe. Adicionalmente, se identifica mecanismos de inversión privada y de Asociación Público-Privada.
- En total, la AAA Chillón Rímac Lurín reportó para el año 2017, una retribución económica de 31 938 882 soles.

14.12 Identificación de problemas y conflictos

- Se desarrolló un proceso participativo con el involucramiento de los actores de los Grupos Técnicos del Consejo y de la Secretaría Técnica, desarrollándose talleres con cada uno de los grupos técnicos. Se preparó dinámica de talleres para el trabajo de percepciones sobre problemática general de las cuencas del consejo y una encuesta para conocer y priorizar la problemática de cada cuenca considerando los ejes de la PENRH.
- Como resultado de este trabajo y de acuerdo al análisis realizado, el 29% de los actores opina que el Eje de Política que requiere más atención es el Eje 3: Gestión de la oportunidad, seguido por el Eje 5: Adaptación al cambio climático y eventos extremos, con un 21%.

Los principales temas identificados para trabajar son:

- Inversiones públicas y privadas en el desarrollo de micro embalses, irrigaciones pequeñas y medianas, así como microsistemas hidráulicos a nivel de parcelas para zonas de pobreza.
- Conservación de las fuentes naturales de recursos hídricos de la cuenca
- Calidad del agua en las fuentes naturales y bienes asociados.
- Inversiones públicas y privadas para el desarrollo de la infraestructura hidráulica.
- Inversiones públicas y privadas para el desarrollo de la infraestructura hidráulica.
- Investigación científica y aplicada, desarrollo de capacidades y la difusión del conocimiento para la adaptación al cambio climático y la gestión de riesgos de desastres en la gestión de recursos hídricos.
- Gestión del conocimiento y cultura del agua orientada al aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos.
- Gestión del conocimiento y cultura del agua orientada al aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos.

14.13 Potencialidades y oportunidades

- Se identifican potencialidades y oportunidades en la siembra y cosecha de agua haciendo uso de los MERESE, fortaleciendo la articulación entre actores y programas de los diversos sectores involucrados en la gestión del agua y posicionando al Observatorio del Agua como grupo técnico del Consejo para el soporte con información consistente para la toma de decisiones.
- El Certificado Azul es una buena oportunidad para fortalecer la cultura del agua en las cuencas y aportar con la conservación de fuentes, uso eficiente y reúso del agua.
- Es importante la consolidación del Consejo como una primera instancia para la solución de conflictos y espacio de dialogo entre actores. Adicionalmente, se identifica la existencia de ordenanza municipales que deben ser fortalecidas para mejorar el control y vigilancia principalmente de la calidad de los recursos hídricos.
- Los Programas Presupuestales y Programas del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento con respecto a saneamiento urbano y rural pueden ser aprovechados para fortalecer y mejorar la oportunidad de las poblaciones vulnerables.
- Se debe de aprovechar la buena voluntad de los actores de las cuencas para participar activamente en la elaboración del PGRHC, así como el gran interés y la presencia de las instituciones privadas y de sociedad civil para el trabajo coordinado en temas de GIRHC.

15 RECOMENDACIONES

- El presente documento recopila información relevante sobre el ámbito del Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca Interregional Chillón Rímac Luín, basado en información secundaria compilada y analizada principalmente en el marco del Observatorio del Agua, así como por otras instituciones públicas competentes. Por lo tanto se recomienda al CRHCI, que este documento sea considerado y aprobado como el diagnóstico inicial para las próximas etapas de la elaboración del PGRHC del Consejo de Recursos Hídrico de Cuenca Interregional Chillón Rímac Luín.
- Si bien es cierto, el ámbito del Consejo no incluye la zona de influencia del Alta Mantaro, para la gestión, elaboración de modelos, toma de decisiones para el aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos y recuperación de los servicios ecosistémicos, es fundamental considerar esta área y sus actores, como área de influencia del Consejo, toda vez que la mayor cantidad de agua que abastece a la ciudad de Lima es trasvasada de la cuenca del Mantaro.
- Es necesario difundir y transparentar mayor información sobre la explotación de la fuente de agua subterránea en el ámbito del Consejo, actualmente, al ser un recurso de uso de carácter generalmente privado, la fiscalización y control del aprovechamiento de este recurso se considera aún limitada, así como el conocimiento sobre su dinámica, por lo cual es necesario generar mayor conocimiento científico en esta temática.
- Se considera necesario, como parte de los trabajos relacionados a la gestión de los recursos hídricos, y en general de los recursos naturales, fortalecer y completar los estudios e iniciativas de ordenamiento territorial en las cuencas del Consejo. Asimismo, se recomienda fortalecer a las instituciones y/o direcciones competentes en esta actividad con la finalidad de desarrollar instrumentos que permitan la planificación del aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos y bienes asociados en las cuencas del Consejo.
- Como parte del trabajo previo a los planes de gestión, es necesario fortalecer las capacidades y sensibilizar a los actores en el ámbito del Consejo, con la finalidad de optimizar el uso de los recursos naturales, específicamente de los vinculados a los recursos hídricos, para lograr la sostenibilidad ambiental con máximos beneficios económicos, sociales y ambientales.
- Se identifica una amplia bibliografía relacionada a los recursos hídricos en el ámbito del Consejo, si bien es cierto mucha de ella se sistematiza en el trabajo del Observatorio del Agua Chillón Rímac Luín, existe la necesidad de registrar, procesar, revisar y analizar la consistencia de toda la información para facilitar el desarrollo de nuevos estudios y la toma de decisiones en el Consejo.
- Resulta fundamental la generación de conocimiento, manejo de la información y sistematización de datos y experiencias de trabajo de la cuenca Chilca. Como se puede observar en este documento, así como otros del ámbito de Consejo, en lo relacionado a los recursos hídricos, es poco o nula la información de esa cuenca.
- Es necesario fortalecer el trabajo conjunto de los miembros del Consejo y los organismos del estado encargados de procesar y analizar las estadísticas e identificar las brechas, principalmente de servicios e información relacionados a los recursos hídricos, para priorizar su atención en la elaboración del PGRHC del Consejo.
- Del trabajo con actores desarrollado como parte de la diagnosis, se identifica también la necesidad de generar o fomentar mayor información y difusión del SNGRH, SNIRH, cultura de agua, mecanismos de financiamiento, beneficios del Consejo, infraestructura natural, tanto para los miembros del Consejo como para los actores de las cuencas en general, favoreciendo el posicionamiento y la institucionalidad del Consejo.
- Fortalecer y posicionar el Observatorio del Agua Chillón Rímac Luín, como grupo técnico de trabajo del Consejo, bajo la dirección de DSNIRH para la generación, sistematización, consolidación y difusión de la información para la toma de decisiones del Consejo y la elaboración de su plan de gestión.
- El modelo WEAP resulta una herramienta valiosa para la toma de decisiones en la Gestión de Recursos Hídricos por lo que se recomienda su uso en las siguientes etapas del proceso de elaboración del PGRHC del Consejo.
- Por último y como eje transversal en el funcionamiento del Consejo, se recomienda la capacitación de los consejeros en temas relacionados a la gestión de RRHH y las características específicas de las cuencas del ámbito. De esta manera estaremos contribuyendo con la apropiación institucional del documento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Secretaría Técnica del Acuerdo Nacional. (2012). *Política de Estado sobre los Recursos Hídricos*. Lima, Perú.
- Autoridad Nacional del Agua. (2010). *Demarcación Hidrográfica AAA Cañete-Fortaleza*. Lima, Perú.
- Autoridad Nacional del Agua. (2010). *Evaluación de los recursos hídricos en la cuenca del río Rímac* (p.225). Lima, Perú.
- Autoridad Nacional del Agua. (2013). *Estudio de Tratamiento de Cauce del río Rímac para el Control de Inundaciones*. Lima, Perú.
- Autoridad Nacional del Agua. (2015). *Plan Nacional de Recursos Hídricos del Perú* (p.276). Lima, Perú.
- Autoridad Nacional del Agua. (2015). *Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos* (p.34). Lima, Perú.
- Canadian Environmental Quality Guidelines. (2001). *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life*. Canadá. Recuperado de: https://www.ccme.ca/en/resources/canadian_environmental_quality_guidelines/
- Cobbing, E., & Pitcher, W. (1979). *El batolito costero en la parte central del Perú*. Lima, Perú.
- Defensoría del Pueblo. (2019). *Reporte de Conflictos Sociales N° 179* (p. 112). Lima, Perú.
- Del Busto, J. (2004). *Enciclopedia Temática del Perú: Tomo II Conquista y Virreynato*. Lima, Perú.
- EFEN. (2017). *Informe Técnico Extraordinario N°001-2017: El Niño Costero 2017*. Lima, Perú.
- GEOCATMIN. (2019). *Mapa geológico 1:100 000 integrado*. Recuperado de: <http://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>
- Grupo Impulsor del Consejo de Recursos Hídricos de Cuenta Interregional Chillón Rímac Lurín. (2014). *Expediente para la Creación del Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca Chillón Rímac Lurín* (p.147). Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). *Compendio Estadístico Provincia de Lima 2017* (p.538). Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). *Perú-Encuesta Nacional de Hogares sobre condiciones de vida y pobreza* (p. 2142). Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). *Perú: Perfil Sociodemográfico*. Lima, Perú. Recuperado de: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/index.html
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2019). *Informe Técnico: Situación del Mercado Laboral en Lima Metropolitana* (p. 80). Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2015). *Primer reporte de zonas críticas por peligros geológicos en Lima Metropolitana* (p. 38) Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2015). *Peligros Geológicos en el Área de Lima Metropolitana y la Región Callao*. Lima, Perú. Recuperado de <http://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/ingemmet/309>
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. (1983). *Geología de los Cuadrángulos de Matucana y Huarochirí 24-k, 25-k*. Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Recursos Naturales. (1997). *Mapa de Suelos de Perú*. Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Recursos Naturales. (2003). *Estudio Integral de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Río Chillón*. Lima, Perú.
- Lima Cómo Vamos. (2017). *Evaluando la Gestión den Lima y Callao: Séptimo Informe de Resultados Sobre Calidad de Vida en Lima y Callao*. Lima, Perú.
- McKee, T., Doesquen, N., & Kleist, J. (1993). *The relationship of drought frequency and duration to times scales* (p.179-183). California, Estados Unidos.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2017). *Reglamento del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones*. Lima, Perú.
- Ministerio de Agricultura. (2009). *Reglamento de Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso Mayor*. Lima, Perú.
- Ministerio de Agricultura. (2015). *Plan Estratégico Sectorial Multianual 2015-2021*. Lima, Perú.
- Ministerio de Agricultura. (2016). *Decreto Supremo N°007-2016-MINAGRI que crea el Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca Interregional Chillón Rímac Lurín*. Lima, Perú.
- Ministerio de Agricultura. (2016). *Plan de Gestión de Riesgos y Adaptación al Cambio Climático en el Sector Agrario. Periodo 2012-2021*. Lima, Perú.
- Ministerio de Agricultura. (2016). *Política Nacional Agraria*. Lima, Perú.
- Ministerio del Ambiente. (2005). *Ley N° 28611: General del Ambiente*. Lima, Perú.
- Ministerio del Ambiente. (2009). *Política Nacional del Ambiente*. Lima, Perú.
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Estrategia Nacional ante el Cambio Climático*. Lima, Perú.
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Plan de Acción en Género y Cambio Climático*. Lima, Perú.
- Ministerio del Ambiente. (2017). *Estado de Avance de la Zonificación Ecológica y Económica*. Lima, Perú.

- Ministerio de Educación. (2015). *Lima Metropolitana: ¿Cómo vamos en educación?* Lima, Perú.
- Ministerio de Salud. (2019). *Esperanza de vida al nacer*. Recuperado de: <http://www.minsa.gob.pe/estadisticas/estadisticas/indicadoresSalud/demograficos/esperanza/ESPVIDMacros.asp?15>
- Ministerio de Salud. (2019). *Tasa de mortalidad infantil*. Recuperado de: <http://www.minsa.gob.pe/estadisticas/estadisticas/indicadoresSalud/mortalidad/tasaMortalidadInfantil/MinfMacros.asp?15>
- Ministerio de Salud. (2019). *Tasa de analfabetismo de la población de 15 y más años*. Recuperado de: <http://www.minsa.gob.pe/estadisticas/estadisticas/indicadoresSalud/socioeconomicos/analfabetismo/AnafMacros.asp?15>
- Municipalidad de Lima Metropolitana. (2015). *Plan Metropolitano de Desarrollo Urbano Lima y Callao 2035*. Lima, Perú.
- Municipalidad de Lima Metropolitana. (2015). *PLAM 2035: Plan Metropolitano de Desarrollo Urbano*. Lima, Perú.
- Municipalidad de Lima Metropolitana. (2016). *Plan de Desarrollo Local Concertado de Lima Metropolitana 2016-2021*. Lima, Perú.
- Municipalidad de Lima Metropolitana; GORE Lima; GORE Callao. (2014). *Resumen Ejecutivo del Proceso de Creación del CRHCI Chillón Rímac Lurín*. Lima, Perú.
- Instituto Metropolitano de Planificación. (2013). *Plan Integral de la Cuenca Chillón, Intercuencas la Pampilla, ventanilla, Santa Rosa y Ancón y la Zona Marítima costera Callao-Pasamayo*. Lima, Perú.
- Naciones Unidas. (1992). *Convenio Sobre la Diversidad Biológica*. Rio de Janeiro, Brasil.
- Naciones Unidas. (2016). *Evaluaciones del Desempeño Ambiental Perú 2016: Aspecto Destacados y Recomendaciones*. Santiago, Chile.
- Nippon Koei. (2014). *Manejo Integrado de los Recursos Hídricos para el Abastecimiento de Agua a Lima Metropolitana*. Lima, Perú.
- Observatorio de Conflictos Mineros en el Perú. (2018). *23º Observatorio de Conflictos Mineros en el Perú*. Lima, Perú.
- Observatorio del Agua Chillón Rímac Lurín. (2018). *Estado Situacional de los Recursos Hídricos en las Cuencas Chillón, Rímac y Lurín 2016/2017*. Lima, Perú.
- Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. (1976). *Mapa Ecológico del Perú, Guía Explicativa*. Lima, Perú.
- Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. (1980). *Mapa de Capacidad de Uso Mayor de Tierras*. Lima, Perú.
- Organización de las Naciones Unidas-Habitat. (2015). *Sistematización del Plan del Área Metropolitana de Lima-Callao-PLAM 2035*. Lima, Perú.
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. (2015). *Prestación del servicio público de electricidad en sistemas aislados*. Lima, Perú.
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. (2016). *La Industria Eléctrica en el Perú: 25 años de aportes al crecimiento económico del país*. Lima, Perú.
- PARA-Agua. (2017). *Identificación, Georreferenciación y Cuantificación de las Posibilidades de Intervención en IV en las cuencas CHIRILU*. Lima, Perú.
- PARA-Agua. (2017). *Resumen Ejecutivo. Documento Base para el Programa de Infraestructura verde del Plan de Gestión de Recursos Hídricos en las Cuencas de Chillón, Rímac y Lurín-Chilca del CRHCI CHIRILU*. Lima, Perú.
- Congreso de la República del Perú. (1997). *Ley N° 2682 para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales*. Lima, Perú.
- Congreso de la República del Perú. (2009). *Ley N° 29338 de Recursos Hídricos*. Lima, Perú.
- Congreso de la República del Perú. (2014). *Ley N° 30215 de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos*. Lima, Perú.
- Congreso de la República del Perú. (2018). *Ley N° 30754 Marco sobre Cambio Climático*. Lima, Perú.
- Consejo Nacional del Ambiente. (2005). *Perspectivas del Medio Ambiente Urbano: GEO Lima y Callao*. Lima, Perú.
- Quintero, M., & Pareja, P. (2015). *Estado de Avance y Cuellos de Botella de los Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos Hidrológicos en Perú*. Lima, Perú.
- Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima. (2013). *Modelo Matemático del Acuífero de Lurín (Actualizado al 2013)*. Lima, Perú.
- Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima. (2014). *Plan Maestro Optimizado 2015-2040*. Lima, Perú.
- Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima. (2014). *Plan Maestro de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado*. Lima, Perú.
- Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima. (2017). *Anuario Estadístico 2017*. Lima, Perú.
- Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima. (2017). *Informe de Sostenibilidad 2017*. Lima, Perú.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. (2005). *Mapa de Clasificación Climática del Perú*. Lima, Perú.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. (2007). *Boletín Meteorológico e Hidrológico del Perú*. Lima, Perú.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. (2009). *Escenarios Climáticos en el Perú para el Año 2030*. Lima, Perú.

- 🌍 Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. (2016). *Vulnerabilidad Climática de los Recursos Hídricos en las Cuencas de los ríos Chillón, Rímac, Lurín y la parte alta del Mantaro*. Lima, Perú.
- 🌍 Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. (2018). *PISCO*. Recuperado de <http://ons.snirh.gob.pe/SOURCES/.Peru/.SENAMHI/.PISCO/?Set-Language=es>
- 🌍 Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2019). *Áreas Naturales Protegidas*. Recuperado de <http://www.sernanp.gob.pe/>
- 🌍 Sistema Nacional de Evaluación, Acreditación y Certificación de la Calidad Educativa. (2018). *Caracterización de Lima Metropolitana*. Lima: *Sistema Nacional de Evaluación Acreditación y certificación de la Calidad Educativa*. Lima, Perú.
- 🌍 Superintendencia Nacional de Servicios y Saneamiento. (2010). *Estudio Tarifario. Determinación de la Formula tarifaria, estructura tarifaria y metas de gestión aplicables a la empresa de servicios de agua potable y alcantarillado - SEDAPAL S.A.* Lima, Perú.
- 🌍 Superintendencia Nacional de Servicios y Saneamiento. (2018). *Benchmarking regulatorio de las empresas prestadoras (EPS) 2018*. Lima, Perú.
- 🌍 World Business Council for Sustainable Development. (2015). *The Business case for Natural Infrastructure*. Suiza.
- 🌍 World Business Council for Sustainable Development. (2017). *Incentives for Natural Infrastructure*. Suiza.