

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y METALÚRGICA**



**ESTUDIO DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS  
DEL RÍO CHILLÓN**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS  
CON MENCIÓN EN MINERÍA Y MEDIO AMBIENTE**

**ELABORADO POR:**

**CARMEN MARTHA REYES CUBAS**

**ASESOR**

**M.Sc.GUILLERMO PÉREZ VERÁSTEGUI**

**LIMA – PERÚ**

**2012**

## **DEDICATORIA**

A Dios: Que con su gran amor esta a mi lado cada día de mi vida, ayudándome a alcanzar mis metas.

A mi padre: Humberto, que con su sabiduría me enseño y me guio por la senda del éxito y desde el cielo me protege, ilumina y siempre me cuida.

A mi madre: Isabel, que sin ser estrella alumbra desde el cielo mi sendero de vida.

A mi esposo: Juan, por su apoyo y comprensión en mi vida.

A mis hermanos: María, Flor, Haydeé, Julia y Oscar, como muestra de gratitud, por la invaluable ayuda en mi formación profesional y logro de mis aspiraciones.

A mis luceros: Miguelito, Sofía, Angelina, Helen Grace, Jesús, y Marielita, por darme cariño y alegrías en los momentos más difíciles de mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que de una u otra forma me han ayudado y apoyado durante la realización de esta tesis.

En primer lugar quiero dar las gracias a mis asesores de la maestría al Msc Ing. Guillermo Pérez, al Msc. Ing. José Vidalón, por su orientación y consejos en el desarrollo de esta tesis.

Al Ing. Oswaldo Cáceres, a la Arq. Sofía Hidalgo, quienes me brindaron su apoyo y ayuda con importante información de la ONG “Alternativa”

Asimismo, agradezco al Ing. Cristhian Sánchez, y a los Usuarios de Riego del río Chillón-Puente Piedra, quienes me dieron información relevante para el desarrollo de esta tesis.

A los Ingenieros. Rúben Camargo, César Chávez quienes me brindaron información y sugerencias en el desarrollo de esta tesis.

A la Ing. Noemí Quintana, por su apoyo y aliento en el desarrollo de esta tesis.

Finalmente deseo expresar mi agradecimiento a mis amigas Bilma, Soledad, Ferrer, Marcía, Gladys por estar siempre cerca y darme aliento.

A todos, muchas gracias por apoyarme a lo largo de este proceso que culmina con la presentación de la tesis.

## **RESUMEN**

En el Perú uno de los principales problemas ambientales, generalmente es ocasionado por contaminación de aguas y residuos sólidos. El estado y los gobiernos locales le han dado poca importancia a la calidad del agua y los esfuerzos por detener este problema aun siguen siendo incipientes. Las aguas del río Chillón han sufrido un incremento en la contaminación de sus aguas, la contaminación a lo largo de la Cuenca del río Chillón depende de una serie de factores entre los que se destacan: la intensidad de los flujos de circulación, la profundidad, configuración geográfica del área, procesos biológicos y actividades humanas e industriales, produciéndose la contaminación del recurso hídrico en forma agresiva sobre todo en la cuenca baja del río Chillón, en el trayecto de la cuenca baja, se han establecido estaciones de monitoreo en las zonas más críticas desde el distrito de Carabayllo hasta la desembocadura al mar, donde se evaluaron las aguas superficiales y las actividades económicas que se benefician de este recurso los resultados de los análisis físico químico y microbiológico de las aguas superficiales del río Chillón durante los años 2008, 2009, 2010 presento altos factores de riesgo para coliformes fecales o termotolerantes, con niveles de concentración superiores al ECA para agua, el único parámetro químico que se mantuvo estable fue el pH, evidenciándose en los análisis químicos altas concentraciones de metales en algunos casos, para las muestras de acumulación de metales en lodos se analizó plomo, fierro, cromo, cobre encontrándose niveles altos de concentración de metales en los distritos de Comas y Puente Piedra.

Los problemas de contaminación de las aguas del río Chillón se deben a las descargas de aguas residuales domésticas e industriales, residuos sólidos, actividades agropecuarias, criaderos de porcinos, fundiciones informales, papeleras, curtiembres. A lo largo de cuenca baja existe poca iniciativa por mejorar la calidad del agua así

como la necesidad de contar con un saneamiento básico, no existen tratamientos previos de mejorar la calidad del agua, el poblador ribereño incumple con las normas ambientales lo cual conduce a tener la ribera del río deteriorado, como se encuentra en la actualidad. Es necesario fortalecer los programas de gestión ambiental que involucren al recurso hídrico, calidad del agua, residuos sólidos, educación ambiental y sanitaria para la población, planes de desarrollo urbano, un ordenamiento territorial sobre todo en la cuenca alta y media del río Chillón donde el turista tome conciencia de la conservación del medio ambiente y del recurso hídrico, para lo cual es necesario hacer uso de los instrumentos de gestión ambiental. Finalmente se establecieron las medidas correctivas para remediar los impactos negativos y los tratamientos para mejorar la calidad del agua.

## **ABSTRACT**

In Peru one of the main environmental problems, is usually caused by water pollution and solid waste. The state and local governments have given little attention to water quality and efforts to stop this problem still remains nascent. Chillón river waters have suffered an increase in water contamination, pollution along the Chillón river basin depends on a number of factors among which are: the intensity of traffic flow, depth, geographical configuration of the area, and biological processes and industrial activities, leading to pollution of water resources in aggressively especially in the lower basin of the river Chillón, on the way from the lower basin were established monitoring stations in the most criticism from the district Carabayllo to the mouth of the sea, where surface water is assessed and the economic activities that benefit from this resource the results of the physical chemical and microbiological analysis of surface waters of the Chillón river during the years 2008, 2009 , 2010 present high risk factors for fecal coliforms or thermotolerant, with concentration levels above ECA to the water, the only chemical parameter that was stable pH, chemical analyzes evidenced high concentrations of metals in some cases, for signs of accumulation of metals in sludge was analyzed lead, iron, chromium, copper found high levels of metal concentration in the districts of Comas and Stone Bridge.

The problems of contamination of the river Chillon are due to discharges of domestic and industrial wastewater, solid waste, informal activities foundries, paper mills, tanneries, and pig farming. Along the lower reaches there is little initiative to improve water quality and the need for basic sanitation, there are no pre-treatment to improve water quality, the coastal resident fails to comply with environmental

standards which leads to having the river is impaired, as at present. It is necessary to strengthen the environmental management programs involving the water resources, water quality, solid waste, environmental and health education for the population, urban development plans, land use planning especially in the upper half of the Chillón river where the visitor awareness of conservation of the environment and water resources, for which it is necessary to use environmental management tools. They eventually settled corrective measures to remedy the negative impacts and treatments to improve water quality.

## ÍNDICE

	<u>PAGINA</u>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b>	22
1.1. Antecedentes	24
1.2. Objetivo	27
1.2.1. Objetivo Especifico	27
<b>CAPÍTULO II: DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DEL ÁREA DEESTUDIO</b>	29
2.1. Ubicación	29
2.2. Acceso	29
2.3. Comunidades	30
2.3.1. Organización Social	32
2.4. Uso mayor de la tierra en la cuenca	35
2.4.1. Uso del territorio urbano- rural	35
2.4.2. Uso Industrial	42
2.5. Flora y Fauna de la cuenca alta, media y baja del río Chillón	48
2.5.1. Flora en la cuenca alta del río Chillón	48
2.5.2. Fauna Silvestre	54
2.5.2.1. Fauna en la Cuenca del rio Chillón	54
<b>CAPÍTULO III ASPECTOS LEGALES</b>	57
3.1. A Nivel Nacional (Perú)	57
3.1.1. Normatividad General Ambiental en el Sector de Energía y Mina	58
3.1.2. A Nivel Mundial	59
3.1.2.1. Generalidades	59
3.1.2.2. Valores Guías de Calidad de Aguas (FAO)	61
3.1.2.3. Normas Internacionales de Control Ambiental	62
3.1.2.4. Decretos en el Sector Sub- Minero	64
3.1.2.5. Legislación en la Prevención de la Contaminación Minera	65



	<b><u>PAGINA</u></b>
3.1.2.6. Integración de Instrumentos Legales en una estrategia de prevención	67
3.1.3. Ley N° 29338 “Ley de Recursos Hídricos”	68
3.1.4. Vigencia de la Ley General de Aguas	68
3.1.5. Estándar de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisible (LMP)	69
3.1.6. Autoridad Sanitaria	71
<b>CAPÍTULO IV                      CLIMATOLOGÍA</b>	<b>77</b>
4.1.      Parámetros hidrológicos de los últimos 30 años en mm.	77
4.2.      Registros Pluviométricos	81
4.3.      Análisis de la Pluviometría	81
4.3.1.    Desviación Estándar	82
4.3.2.    Aplicación de la Ley de probabilidades en la Estación de Lachaqui	82
4.3.3.    Coeficiente de Variabilidad	83
4.3.4.    Interpretación de los Resultados	83
4.4.      Promedio de la temperatura en la Cuenca del río Chillón	86
4.5.      El valor promedio de la evapotranspiración en la cuenca húmeda	90
4.5.1.    Evaporación total anual	90
4.5.2.    Humedad relativa media mensual y anual	90
4.6.      El valor promedio de la evapotranspiración en la cuenca	92
4.6.1.    Cálculo de la evapotranspiración potencial	92
<b>CAPÍTULO V                      ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS</b>	<b>95</b>
5.1.      Procesos Morfogenéticos de la cuenca alta media y baja del río Chillón	95
5.1.1.    Factores Morfogenéticos	96
5.1.2.    Estructura Macromorfología	96
5.1.3.    Unidades Geomorfológicas	98

	<u>PAGINA</u>
<b>CAPÍTULO VI ASPECTOS GEOLÓGICOS DE LAS CUENCAS ALTA, MEDIA Y BAJA DEL RÍO CHILLÓN</b>	<b>116</b>
6.1. La Estratigrafía	116
6.2. Geología Estructural	121
<b>CAPÍTULO VII LA HIDROLOGÍA DE LAS CUENCAS ALTA, MEDIA Y BAJA DEL RÍO CHILLÓN</b>	<b>124</b>
7.1. Aguas Superficiales	124
7.1.1. Aforos de los últimos 20 años	127
7.1.2. Sub cuencas Tributarias	131
7.2. Las aguas Subterráneas, los acuíferos, su explotación	138
7.2.1. Los acuíferos y su explotación	138
7.2.2. Caracterización de la recarga del acuífero	138
7.2.3. Explotación del acuífero Chillón	139
7.2.4. Explotación del acuífero mediante pozos	140
7.2.4.1. Explotación en el 2005	140
7.2.5. Descripción de los manantiales	141
7.2.6. Explotación actual de las aguas subterráneas	142
7.3. La demanda del agua	143
7.3.1. Demanda de uso agrícola	143
7.3.2. Demanda de uso poblacional	149
7.3.3. Demanda de agua de uso no consuntivo	153
7.3.3.1. Demanda recreacional	153
7.3.3.2. La Demanda del agua para la Minería y la Industria	153
7.3.3.3. Planificación del Recurso Hídrico, oferta y demanda para los próximos 20 años	154
7.3.4. El balance Hidrológico de la Cuenca del río Chillón	154

	<u>PAGINA</u>
<b>CAPÍTULO VIII</b>	
<b>MONITOREO AMBIENTAL</b>	<b>159</b>
8.1. Parámetros de medición de la contaminación del agua	159
8.2. Protocolo de Monitoreo	160
8.2.1. Criterios y consideraciones para el monitoreo	160
8.2.2. Procedimientos en toma de muestra	161
8.2.3. Consideraciones Generales	161
8.2.4. Toma de muestra en ríos	162
8.2.5. Selección de parámetros de medición	163
8.2.5.1. Parámetros Biológicos	164
8.2.5.2. Parámetros No Biológicos	164
8.3. Descripción de las estaciones de muestreo	174
8.4. Ubicación de zonas críticas donde se realizó la toma de muestras de aguas y lodos	178
8.5. Medición del caudal del río Chillón	178
8.6. Monitoreo de aguas superficiales	178
<b>CAPÍTULO IX ANÁLISIS REALIZADOS EN AGUA, GRADO DE CONTAMINACIÓN EXISTENTE Y MEDIDAS DE REMEDIACIÓN Y TRATAMIENTO DEL MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA DEL RÍO CHILLÓN</b>	<b>181</b>
9.1. Parámetros Físicos- Químicos	181
9.1.1. Parámetros de medición de la Contaminación del agua	181
9.1.2. Fuente de Contaminación en aguas del río	182
9.1.2.1. Residuos Sólidos industriales	182
9.1.3. Análisis de Resultados en muestras de agua del río Chillón	184
9.2. Ubicación de zonas críticas donde se realizó la toma de muestras de aguas y lodos	216
9.3. Fuentes de contaminación más notorios en el agua del río Chillón debido al turismo en el pueblo de Obrajillo	220

**PAGINA**

9.4.	Contaminación del agua por presencia de mercurio debido a la Minería Artesanal	221
9.4.1.	Situación actual de la Minería Aurífera artesanal de Santa Rosa de Quives-Canta	221
9.4.2.	Ubicación de extracción de oro en Santa Rosa de Quives	222
9.4.3.	Transporte	223
9.4.4.	Procesamiento del oro en forma artesanal	223
9.4.5.	Presencia de mercurio en el agua del río Chillón	224
9.4.5.1.	Contaminación de muestras de agua por mercurio	224
9.5.	Mitigación de las aguas superficiales y su tratamiento	225
9.5.1.	Tratamiento de las aguas superficiales	228
9.5.1.1.	Los límites máximos permisibles (LMP) y estándares de calidad del agua (ECA)	231
9.5.1.2.	Obligatoriedad de tratar las aguas residuales	232
9.5.1.3	Nivel mínimo de tratamiento	233
9.5.1.4	Autorización sanitaria de los sistemas de tratamiento y disposición sanitaria de aguas residuales	234
9.6.	Evaluación del Riesgo en Aguas Superficiales de la cuenca baja del río Chillón	236
9.6.1	Actividades más frecuentes en la Cuenca del río Chillón	236
9.6.1.1.	Evaluación del Riesgo en Aguas Superficiales de la cuenca baja del río Chillón	239
9.6.2.	Peligros físicos naturales generados por fenómenos naturales ocurridos por procesos dinámicos en la superficie de la tierra y asentamientos urbanos vulnerables	240
9.7.	Educación Ambiental para el manejo sustentable del agua en la Cuenca del río Chillón	247
9.7.1.	Formación de escuelas para el desarrollo sostenible de la Cuenca del río Chillón	248
9.7.2.	Objetivos específicos	249

	<b><u>PAGINA</u></b>
9.7.3. Actividades de la Red de Escuelas para el Desarrollo Sostenible	250
9.7.3.1. Capacitación a Docentes	250
9.7.3.2. Curso y Talleres de Capacitación	250
9.8 Líneas de Investigación a Futuro en la Cuenca del río Chillón	251
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>252</b>
CONCLUSIONES	252
RECOMENDACIONES	258
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>260</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>264</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

	<u>PAGINA</u>
Cuadro N° 2.1: Organizaciones en la Cuenca del río Chillón	31
Cuadro N° 2.2: Organizaciones que manejan Recursos Naturales	33
Cuadro N° 2.3: Comisión de Regantes del río Chillón	34
Cuadro N° 2.4: Comunidades Campesinas y Parceleros de la Cuenca de acuerdo a la región Natural en que se encuentran ubicadas	35
Cuadro N° 2.5: Uso del Suelo en la Cuenca del río Chillón	36
Cuadro N° 2.6: Uso del Suelo en la Cuenca Baja del río Chillón	36
Cuadro N° 2.7: Usos del Suelo en la Cuenca Media y Alta del río Chillón (Prov. De Canta)	37
Cuadro N° 2.8: Estructura de los Suelos Urbanos Año 1990	38
Cuadro N° 2.9: Área de Riego y Usuarios de la Parte Media y Baja de la Cuenca del río Chillón	46
Cuadro N° 2.10: Últimas Área Ocupadas en la Cuenca Baja	48
Cuadro N° 3.1: Valores Guía para Calidad del agua para irrigación	62
Cuadro N° 3.2: Cronograma de priorización para la aprobación de los ECA y LMP ajustado a la creación del Ministerio del Ambiente (MINAM) ECA o LMP	72
Cuadro N° 3.3: Marco Legal	73
Cuadro N° 3.4: Estándares de Calidad Ambiental del Agua, ECA del Agua Categoría 3: Parámetros para riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto	74
Cuadro N° 3.5: Parámetros para riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto	75
Cuadro N° 3.6: Categoría 3: Parámetros para riego de vegetales y bebida de animales	75
Cuadro N° 4.1: Parámetros Hidrológicos de la Estación Puente Magdalena	77
Cuadro N° 4.2: Parámetros Hidrológicos de la Estación Pariacancha	79
Cuadro N° 4.3: Aplicación de la Ley de probabilidades en la Estación de Lachaqui	82
Cuadro N° 4.4: Registro del Caudal del río Chillón Puente Magdalena Yangas	84

	<u>PAGINA</u>
Cuadro N° 4.5: Registro del Caudal del río Chillón entre los años 1965- 1973	84
Cuadro N° 4.6: Ubicación de las Estaciones Meteorológicas	86
Cuadro N° 4.7: La Temperatura (°C) en la Cuenca del río Chillón (1964-1994)	89
Cuadro N° 4.8: Magnitudes del Rendimiento Hídrico	92
Cuadro N° 4.9: Evapotranspiración potencial calculada Estación Huarangal	93
Cuadro N° 4.10: Evapotranspiración potencial calculada Estación Canta	94
Cuadro N° 4.11: Evapotranspiración potencial del valle del río Chillón (partes baja y media)	94
Cuadro N° 7.1: Precipitación total anual Estaciones Pluviométricas-1964-2002 (mm)	128
Cuadro N° 7.2: Caudales aforados y caudales generados en la Estación de Obrajillo Años Hidrológico1955-2008 (l/seg)	130
Cuadro N° 7.3: Volumen explotado de agua subterránea según su uso Valle del Chillón 2005	140
Cuadro N° 7.4: Volumen explotado de aguas subterráneas por tipo de pozo valle del Chillón 2005	141
Cuadro N° 7.5: Volúmenes de explotación (m <sup>3</sup> ) mediante manantiales por zonas Valle del Chillón 2005	142
Cuadro N° 7.6 Volumen de explotación (m <sup>3</sup> ) mediante pozos y manantiales por zona valle del Chillón 2005	143
Cuadro N° 7.7: Demanda agrícola de la parte media y baja del valle del rio Chillón para el Corto Plazo (m <sup>3</sup> /s)	144
Cuadro N° 7.8: Volumen ofertado y demandado de subsector de riego	147
Cuadro N° 7.9: Sectores, subsectores y aéreas de bajo riego	149
Cuadro N° 7.10: Población de la Cuenca del río Chillón (Año-2002)	151
Cuadro N° 7.11: Cuadro poblacional por distritos	152
Cuadro N° 7.12: Proyección de la demanda hídrica anual del valle del río Chillón.	154
Cuadro N° 7.13: Hidrología de la Cuenca del río Chillón	157
Cuadro N° 7.14: Análisis Estadísticos de Consistencias	157

	<b><u>PAGINA</u></b>
Cuadro N° 7.15: Rendimiento Hídrico en la Cuenca del río Chillón	158
Cuadro N° 8.1: Parámetros a Monitorear en la Calidad del Agua	163
Cuadro N° 8.2: Estaciones de Monitoreo de la Cuenca Alta y Media del río Chillón	175
Cuadro N° 8.3: Estaciones de Monitoreo de la Cuenca Baja del río Chillón	177
Cuadro N° 8.4: Formato: C Registro de Campo	180
Cuadro N° 9.1: Resultados de Análisis Físico Químico y Microbiológico del río Chillón E-01, E-02, E-03, E-04, E-05, Año 2008, 2009, 2010	187
Cuadro N° 9.2: Resultados de Análisis Físico Químico y Microbiológico del río Chillón E-06, E-07, E-08, E-09, E-10, Año 2008, 2009, 2010	188
Cuadro N° 9.3: Resultados de Análisis Físico Químico y Microbiológico del río Chillón E-11, E-12, E-13, E-14, Año 2008, 2009, 2010	189
Cuadro N° 9.4: Estaciones de Monitoreo: L-3, L-5, L-7	216
Cuadro N° 9.5: Análisis de Parámetros Físicos y Químicos en Muestras de Agua del río Chillón en Obrajillo	221
Cuadro N° 9.6: Requerimientos de área por tipo de tecnología para Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de 500 l/s	236
Cuadro N° 9.7: Actividades más frecuentes en los distritos de la cuenca baja del río Chillón y que impactan sobre la calidad ambiental	236
Cuadro N° 9.8: Servicios de agua y desagüe evaluados en 26 poblados de 7 distritos en la cuenca baja del río Chillón	238
Cuadro N° 9.9: Cuenca baja-Enfermedades que afectan a la población de la zona ribereña 26 poblados encuestados	238
Cuadro N° 9.10: Evaluación de Riesgos Sanitarios y Ambientales por Parámetros	239
Cuadro N° 9.11: Medidas de mitigación ante la ocurrencia de peligros naturales de tipo físico natural	245
Cuadro N° 9.12: Instituciones Educativas de la red de Escuelas para el Desarrollo Sostenible	250



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	<u>PAGINA</u>
Gráfico N° 2.1: Variación de los Usos del Suelo en la Cuenca Baja del río Chillón	37
Gráfico N° 3.1: Estándares de calidad del agua y Autoridad Nacional del Agua	70
Gráfico N° 4.1: Parámetros Hidrológicos- Estación Pte. Magdalena	78
Gráfico N° 4.2: Parámetros Hidrológicos- Estación Pariacancha	80
Gráfico N° 4.3: Variación del Caudal del río Chillón entre los años 1952- 1973 aforado en el Puente de Magdalena Prov. de Canta	85
Gráfico N° 4.4: Temperatura Media Mensual Estación Mediamarca	89
Gráfico N° 4.5: Temperatura Media Mensual Estación Canta	89
Gráfico N° 6.1: Mapa Geológico de la Cuenca del río Chillón	123
Gráfico N° 7.1: Esquema de la red de distribución de agua para riego parte media y baja del Valle de la Cuenca del río Chillón	146
Gráfico N° 7.2: Esquema de los componentes de oferta y demanda hídrica por subsector de riego	148
Gráfico N° 8.1: Materiales usados en tomas de muestra en agua del río Chillón	162
Gráfico N° 9.1: Fuentes de Contaminación en la Cuenca del Río Chillón	183
Gráfico N° 9.2: Concentración de Oxígeno Disuelto en Estaciones, Año 2008	190
Gráfico N° 9.3: Concentración de Oxígeno Disuelto en Estaciones, Año 2008	190
Gráfico N° 9.4: Concentración de Demanda Bioquímica en Estaciones, Año 2008	191
Gráfico N° 9.5: Concentración de Demanda Bioquímica en Estaciones, Año 2008	191
Gráfico N° 9.6: Concentración de Coliformes Fecales en Estaciones, Año-2008	192
Gráfico N° 9.7: Concentración de Coliformes Totales en Estaciones, Año-2008	192
Gráfico N° 9.8: Concentración de Cobre en Estaciones, Año-2008	193
Gráfico N° 9.9: Concentración de Cobre en Estaciones, Año-2008	193
Gráfico N° 9.10: Concentración de Fierro en Estaciones, Año-2008	194
Gráfico N° 9.11: Concentración de Fierro en Estaciones, Año-2008	194
Gráfico N° 9.12: Concentración de Arsénico en Estaciones, Año-2008	195
Gráfico N° 9.13: Concentración de Arsénico en Estaciones, Año-2008	195

Gráfico N° 9.14: Concentración de Plomo en Estaciones, Año-2008	196
Gráfico N° 9.15: Concentración de Plomo en Estaciones, Año-2008	196
Gráfico N° 9.16: Concentración de Cadmio en Estaciones, Año-2008	197
Gráfico N° 9.17: Concentración de Cadmio en Estaciones, Año-2008	197
Gráfico N° 9.18: Concentración de Cromo en Estaciones, Año-2008	198
Gráfico N° 9.19: Concentración de Cromo en Estaciones, Año-2008	198
Gráfico N° 9.20: Concentración de Zinc en Estaciones, Año-2008	199
Gráfico N° 9.21: Concentración de Zinc en Estaciones, Año-2008	199
Gráfico N° 9.22: Concentración de Oxígeno Disuelto en Estaciones, Año-2009	200
Gráfico N° 9.23: Concentración de Demanda Bioquímica en Estaciones, Año-2009	201
Gráfico N° 9.24: Concentración de Demanda Bioquímica en Estaciones, Año-2009	201
Gráfico N° 9.25: Concentración de Coliformes Fecales en Estaciones, Año-2009	202
Gráfico N° 9.26: Concentración de Coliformes Totales en Estaciones, Año-2009	202
Gráfico N° 9.27: Concentración de Cobre en Estaciones, Año-2009	203
Gráfico N° 9.28: Concentración de Cadmio en Estaciones, Año-2009	203
Gráfico N° 9.29: Concentración de Fierro en Estaciones, Año-2009	204
Gráfico N° 9.30: Concentración de Fierro en Estaciones, Año-2009	204
Gráfico N° 9.31: Concentración de Plomo en Estaciones, Año-2009	205
Gráfico N° 9.32: Concentración de Plomo en Estaciones, Año-2009	205
Gráfico N° 9.33: Concentración de Cromo en Estaciones, Año-2009	206
Gráfico N° 9.34: Concentración de Cromo en Estaciones, Año-2009	206
Gráfico N° 9.35: Concentración de Zinc en Estaciones, Año-2009	207
Gráfico N° 9.36: Concentración de Zinc en Estaciones, Año-2009	207
Gráfico N° 9.37: Concentración de Oxígeno Disuelto en Estaciones, Año-2010	208
Gráfico N° 9.38: Concentración de Demanda Bioquímica en Estaciones, Año-2010	208
Gráfico N° 9.39: Concentración de Coliformes Fecales en Estaciones, Año-2010	209
Gráfico N° 9.40: Concentración de Coliformes Totales en Estaciones, Año-2010	209
Gráfico N° 9.41: Concentración de Coliformes Totales en Estaciones, Año-2010	210
Gráfico N° 9.42: Concentración de Cobre en Estaciones, Año-2010	210
Gráfico N° 9.43: Concentración de Fierro en Estaciones, Año-2010	211
Gráfico N° 9.44: Concentración de Fierro en Estaciones, Año-2010	211
Gráfico N° 9.45: Concentración de Arsénico en Estaciones, Año-2010	212

Gráfico N° 9.46: Concentración de Plomo en Estaciones, Año-2010	212
Gráfico N° 9.47: Concentración de Plomo en Estaciones, Año-2010	213
Gráfico N° 9.48: Concentración de Cromo en Estaciones, Año-2010	213
Gráfico N° 9.49: Concentración de Cromo en Estaciones, Año-2010	214
Gráfico N° 9.50: Concentración de Zinc en Estaciones, Año-2010	214
Gráfico N° 9.51: Concentración de Zinc en Estaciones, Año-2010	215
Gráfico N° 9.52: Concentración de Plomo en Estaciones de Monitoreo, Año 2010	217
Gráfico N° 9.53: Concentración de Cromo en Estaciones de Monitoreo, Año 2010	218
Gráfico N° 9.54: Concentración de Cadmio en Estaciones de Monitoreo	218
Gráfico N° 9.55: Concentración de Arsénico en Estaciones de Monitoreo, Año- 2010	219
Gráfico N° 9.56: Concentración de Fierro en Estaciones de Monitoreo, Año-2010	219
Gráfico N° 9.57: Tratamiento de remoción de materia orgánica Tanque Imhoff	233
Gráfico N° 9.58: Autorización sanitaria de los sistemas de tratamiento y Disposición sanitaria de aguas residuales	235

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	<u>PAGINA</u>
Fotografía N° 8.1 Materiales usados en tomas de muestra de agua del río Chillón	162
Fotografía N° 8.2 Toma de Muestras de agua superficial	179
Fotografía N° 9.1 Tratamiento de remoción de materia orgánica Laguna de sedimentación	234
Fotografía N° 9.2: Ocurrencia de peligros físicos naturales generados por fenómenos naturales cuenca baja del río Chillón	241
Fotografía N° 9.3: Asentamientos urbanos vulnerables localizados en la cuenca baja del río Chillón	244
Fotografía N° 01 Contaminación de las aguas del río Chillón debido al turismo Laguna de Chuchón-cuenca alta	269
Fotografía N° 02 Orillas de la Laguna de Chuchón se observan residuos sólidos	269
Fotografía N° 03 El turista que visita la laguna de Chuchón deja contaminantes no degradables	270
Fotografía N° 04 Contaminación en la cuenca media del río Chillón debido al turismo y a los habitantes del Pueblo de Obrajillo	270
Fotografía N° 05 Contaminación en la cuenca media del río Chillón debido a la gran cantidad de residuos sólidos dejados en sus aguas	271
Fotografía N° 06A la altura del puente en el pueblo de Obrajillo el poblador del valle no respeta el recurso hídrico-cuenca media	271
Fotografía N° 07 Crianza de ganado vacuno, aves-Puente Piedra	272
Fotografía N° 08 Criadero de cerdos y gran cantidad de residuos sólidos en la ribera de la cuenca baja del río Chillón-Ventanilla	272
Fotografía N° 09 Residuos sólidos son arrojados en la ribera del río Chillón Altura del Puente de Pro-Puente Piedra	273
Fotografía N°10: En la vista se aprecia que el agua cambia de color debido a los vertimientos de los efluentes domésticos e industriales del Canal de la Cachaza	273
Fotografía N° 8.Laguna de Chuchón	274
Fotografía N° 8.A Estación N° 01 Laguna de Chuchón Julio-2008-2009	274

**PAGINA**

Fotografía N° 8.B Estación N° 02 Altura del Puente de Huaros-2008	275
Fotografía N° 8.C Estación N° 03 A 100 m, antes del Puente-Obrajillo-2008	275
Fotografía N° 8.D Estación N° 04 Altura del Puente de Obrajillo-2008	276
Fotografía N° 8.E Estación N° 05 Altura de la estación Hidrométrica de SENAMHI Obrajillo-2008	276
Fotografía N° 8.F Estación N° 06 Altura del Pte. Magdalena –Yangas 2008	277
Fotografía N° 8.G Estación N° 07 Quebrada Caracol -Fundo Llipata Checta 2008	277
Fotografía N° 8.H Estación N° 08 El Olivar	278
Fotografía N° 8.I Estación N° 09 Punchauca-antes de SEDAPAL	278
Fotografía N° 8.J Estación N° 10 Puente Chillón altura de Pro-2008-2010	279
Fotografía N° 1 A Estación N° 01 Aguas arriba del botadero de residuos de la curtiembre	280
Fotografía N° 2 A Estación N° 02 Frente a los residuos de la curtiembre	280
Fotografía N° 3 A Estación N° 03 Aguas abajo del botadero de de residuos de la curtiembre entre Comas y Puente Piedra	281
Fotografía N° 4 A Estación N° 04 Frente a los residuos de la Planta de Fundición Comas-Puente Piedra	281
Fotografía N° 5 A Estación N° 05 Aguas debajo de la Planta de Fundición	282
Fotografía N° 6 A Estación N° 06 Canal de regadío la Cachaza	282
Fotografía N° 7 A Estación N° 07 Pte Chillón –Panamericana Norte (Los Olivos-Puente Piedra)	283
Fotografía N° 8 A Estación N° 08 Canal de regadío Chuquitanta (San Martín de Porres)	283
Fotografía N° 9 A Estación N° 09 Límite con San Diego-San Martín de Porres	284
Fotografía N° 10 A Estación N° 10 Zona de Diversidad Biológica (Ventanilla-San Martín de Porres)	284
Fotografía N° 11 A Estación N° 11 Puente dela Av. Néstor Gambeta-Callao	285
Fotografía N° 12 A Estación N° 12 Aguas abajo del Puente de la Av.Néstor Gambeta-Callao	285

**PAGINA**

Fotografía N° 13 A Estación N° 13 Asentamiento Humano (AA.HH) Márquez y Víctor Raúl Haya de la Torre	286
Fotografía N° 14 A Estación N° 14 Desembocadura al mar-Callao	286
Fotografía N° 1 B Ubicación de la Minería Informal en Sta Rosa de Quives	287
Fotografía N° 2 B Minero artesanal saliendo del socavón	287
Fotografía N° 3 B Técnica del plateado, uso de un plato denominado (puruña)	288
Fotografía N° 4 B Quimbaletes para la sedimentación del relave y amalgación del oro	288
Fotografía N° 5 B Mineros artesanales usando quimbaletes	289
Fotografía N° 6.1 A - 6.2B, Proceso de refogado se observa el vapor de mercurio y presencia de niños en la actividad de la extracción del oro en forma artesanal	289
Fotografía N° 9.1 A Desembalse del río Chillón-Urb San Diego Sector 2 Marzo del 2008	295
Fotografía N° 9.2 A Huellas de la erosión lateral del río Chillón, y residuos sólidos arrojados a la ribera del río –Puente Piedra y Pro-Los Olivos	295
Fotografía N° 9.3 A Peligros de construcción de viviendas ubicadas a la orilla del río Chillón-Carabayllo-Comas	296
Fotografía N° 10-1 Plantación de rosales el suelo se encuentra contaminado debido a que es regado con efluentes de la papelera Yesicar-Chuquitanta-San Martín de Porres	296

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

El agua es un recurso indispensable para nuestra economía y para el abastecimiento de la población. Se ha considerado el recurso hídrico por ser uno de los recursos naturales más importantes, y junto con el aire, la tierra y la energía constituyen los cuatros recursos básicos en que se apoya el desarrollo, de tal manera que se relaciona la situación ambiental, económica, cultural, política, tecnológica de la zona con la calidad de vida del poblador ribereño en su comunidad o distrito.

El río Chillón es una de las tres cuencas más importantes de la ciudad de Lima, donde el uso que se da a sus aguas es para consumo humano, agricultura e industrial, a la vez sirve como cuerpo receptor y medio de transporte de desechos domésticos, industriales y humanos, en su trayectoria se han asentado botaderos de residuos domésticos, actividad de minera formal e informal, botaderos de curtiembres, plantas de fundición informales, plantas papeleras y textil descargan sus efluentes domésticos, asimismo, la agricultura (plaguicidas y fertilizantes) y la crianza informal de cerdos que se encuentran en sus riberas, sobre todo en la cuenca baja los cerdos son alimentados con residuos domésticos provenientes de diferentes distritos del cono norte que son traídos por camiones municipales y particulares, esto ha generado una gran contaminación de las aguas del río Chillón y por ende existe un descontrol en el uso del suelo, sin considerarse la conservación de suelo agrícola para el equilibrio del ecosistema, considerando que las riberas son las zonas ecológicas del casco urbano

El presente estudio es el resultado de varios trabajos de campo y de análisis químicos realizados por la autora, durante el cual se evaluó las diferentes fuentes de

contaminación de las aguas del río Chillón y la calidad de las mismas. Se hizo el estudio de evaluación de las tres Cuencas del río Chillón, obteniéndose como resultado que la contaminación de las aguas del río Chillón se incrementa en la cuenca media y baja, sobre todo en la cuenca baja por los problemas sociales del poblador que habitan en las riberas de esta cuenca siendo la pobreza, el factor preponderante para que se agudice la contaminación en esta cuenca observándose la poca gestión e intervención del Estado, y de los gobiernos locales y regionales.

Existe poca iniciativa de las autoridades competentes, por mejorar la calidad ambiental, y la necesidad principal del saneamiento básico de agua y desagüe, siendo escaso el acceso a los servicios de limpieza y recojo de residuos sólidos, produciéndose una gran informalidad y un total desconocimiento e incumplimiento de las normas ambientales, lo cual conduce a tener las riberas del río deterioradas, tal como se muestra actualmente.

El estudio tiene como fin evaluar la calidad del agua del río Chillón habiéndose determinando que la cuenca baja es la que sufre mayor contaminación ambiental, debido a que las industrias asentadas en dicha cuenca. Así como el poblador ribereño, no respeta las riberas del río usándola como botadero de residuos sólidos, de todo tipo, y la industria informal, descarga todo tipo de efluentes en el lecho del río, por ello se demanda urgentemente la gestión del recurso hídrico, gestión de residuos sólidos, la necesidad de una cultura ambiental y sanitaria para la población; en el caso del valle Chillón el agua es mayormente utilizada con fines domésticos y en algunos casos para uso consuntivo (doméstico, agrícola e industrial).

Sin embargo, en las últimas décadas se vienen presentando las evidencias del efecto negativo que la humanidad viene aportando de manera creciente, al ambiente por la contaminación en todas sus formas; mayormente debido al aumento de la población. De ello nace la necesidad de establecer disposiciones relativas a manejar el agua y fomentar medidas para el uso racional y adecuado del recurso. Dada la importancia de conocer el estado situacional de los recursos hídricos del Valle del río Chillón.



## **1.1. ANTECEDENTES**

La Cuenca del río Chillón es una de las ocho cuencas del departamento de Lima y una de las tres de Lima Metropolitana, y en el Perú existen a nivel nacional 3 vertientes y 106 cuencas que sirven de desarrollo para las comunidades rurales y urbanas. En el presente estudio nos ocuparemos de la contaminación en la Cuenca del río Chillón, durante su desarrollo se ubican tres cuencas. La cuenca alta del río Chillón tiene su lugar de nacimiento en la laguna de Chonta a 4,600 msnm, en la Cordillera de la Viuda, dando origen al río Chillón, las aguas de este río son aprovechadas para consumo humano y recreacional, existen criaderos de truchas en la provincia de Huaros, Culhuay, Obrajillo, asimismo dichas aguas son usadas para la agricultura y ganadería de la zona, el río Chillón, recorre por una zona escarpada, por montañas y laderas, hasta llegar al poblado de Acochaca, donde se va abriendo el valle, pasa por el pueblito turístico de Obrajillo, para seguir su curso, llegando al distrito de Yangas, finalmente a Trapiche. Todo este recorrido pertenece a la cuenca media del río Chillón, que se ubica en la longitud  $76^{\circ} 38'$ , latitud  $11^{\circ} 27'$  y altitud de 2,440 msnm, donde sus aguas son aprovechadas para la siembra de productos de pan llevar como papa, maíz, en el valle de la cuenca media del río Chillón sus aguas son aprovechadas para consumo humano, y crianza de truchas así como para irrigación de hortalizas, frutas, legumbres y flores, y fines recreacionales, pero en la Zona de Santa Rosa de Quives, la actividad informal de la minería artesanal del oro provoca serios impactos en el ecosistema, llegando a Carabayllo se observa que las aguas del río Chillón comienzan a sufrir contaminación, ya sea por el uso de pesticidas y por los efluentes de la zona industrial que se ubica en la margen izquierda del río, llegando a esta zona nos ubicamos en la cuenca baja del río Chillón, la cual se encuentra a 800 msnm, hasta llegar a Oquendo y Ventanilla para luego descargar al Océano Pacífico, esta parte de la cuenca, se ve afectada por el desmedido crecimiento urbano, marginal, industrial, disminuyendo cada vez las zonas de terreno agrícola y generando un incontrolable manejo de residuos sólidos, contaminación del agua, contaminación del aire, contaminación de suelos y eliminación de la flora y fauna acuática.

Los asentamientos humanos instalados en estas zonas carecen de agua potable y sistemas de redes de desagüe y alcantarillado, existen botaderos de residuos sólidos y quema de residuos, la calidad del aire es cada vez más asfixiante por los humos y por la contaminación microbiológica que al descomponerse los residuos crean focos infecciosos que afectan la salud del poblador ribereño, las necesidades de apoyo técnico y gestión a nivel local, para recuperar la calidad de agua, aire, suelo, flora y fauna y paisaje de la zona ribereña del río Chillón, es primordial, por lo que esta cuenca es considerada como una de las cuencas más importantes de Lima junto con los ríos Rímac y Lurín, la cual es el último pulmón verde de Lima Norte y centro de producción de alimentos como hortalizas en más de 20 variedades, que abastece a la población de Lima y cada vez se deteriora por las actividades antropogénicas, crecimiento urbano marginal, desorden territorial.

La cuenca baja del río Chillón a través de los años se ha ido deteriorando, el poblador ribereño cada vez avanza a la transformación de lo agro a lo urbano y urbano marginal y la ausencia de planificación urbana hace que se degeneren los ecosistemas de su entorno.

La actividad formal e informal en la zona ribereña, con la presencia de plantas clandestinas de fundición, plantas papeleras, textil, botaderos de residuos peligrosos de curtiembres, criaderos de cerdos clandestinos, descargas de material de desmonte de construcción, botadero de residuos sólidos peligrosos, hace que se incrementen los niveles de contaminación en el recurso hídrico, se tenga áreas vulnerables, se incrementen las enfermedades respiratorias y gastrointestinales de la zona y cada vez disminuyan los indicadores de desarrollo humano, lo que conduce a la necesidad de trabajar sobre la preservación y conservación de la cuenca y en la calidad de los componentes que la integran.

En los últimos quince años se ha observado un crecimiento poblacional e industrial exponencial en la zona de Lima Metropolitana, por lo que se tiene como consecuencia la alta demanda del agua, lo que conduce a la necesidad de mejorar las condiciones y formas de captación del agua y la oferta de la misma, así como su

calidad. Se ha determinado que, a lo largo de la cuenca baja del río Chillón, se aprecia un deterioro ambiental, físico y biológico, lo que determina que la población se encuentre expuesta a un gran riesgo ambiental por contaminantes.

Esto ha generado un escenario de descontrol y de gran riesgo, así como de freno al desarrollo que tendrá en muchos casos un alto costo de recuperación a través de los años. Otro aspecto que reviste suma gravedad es la degradación de la vegetación en la cuenca de captación y el cambio de uso de suelo que está dando la Municipalidad de Lima Metropolitana a los suelos agrícolas de esta zona sin considerar el porcentaje de zona agrícola que se debe conservar para un equilibrio ecosistémico, considerando que las riberas son las zonas ecológicas del casco urbano.

Los recursos hídricos contaminados generalmente contienen minerales disueltos, desechos humanos y animales, compuestos químicos hechos por el hombre, además de materia suspendida y coloidal. Entre los contaminantes sólidos se incluyen materiales como arena, arcillas, tierra, cenizas, desechos sólidos, materia vegetal agrícola, grasa, brea, carbón, etc. Algunos de esos contaminantes físicos o sólidos tienen un origen natural, pero muchos otros son sustancias sintéticas artificiales que entran al agua como resultado de actividades humanas.

Los contaminantes químicos incluyen compuestos orgánicos e inorgánicos disueltos o dispersos. Los contaminantes inorgánicos provienen de descargas domésticas agrícolas e industriales que contienen diversas sustancias disueltas. Entre estos contaminantes están las sales metálicas solubles como cloruros, nitratos, fosfatos y carbonatos, etc. Los contaminantes orgánicos son compuestos que contienen carbono y provienen de desechos domésticos, agrícolas e industriales. Entre estos están los residuos del procesamiento de alimentos, mataderos, compuestos químicos industriales, solventes, aceites, insecticidas entre otros. Los contaminantes biológicos pueden incluir bacterias y virus.

Algunos contaminantes se descomponen debido a procesos químicos o biológicos que se efectúan en el agua y se conocen como contaminantes biodegradables, casi

todos los contaminantes orgánicos son biodegradables. No obstante algunos compuestos introducidos por el hombre como los detergentes o plaguicidas se descomponen con suma lentitud. Entre los contaminantes químicos no biodegradables están los iones nitrato, fosfatos, sulfatos y varios iones metálicos, siendo los menos deseables los iones mercurio, plomo, cadmio y arsénico. Como consecuencia de la contaminación del recurso hídrico, se observan áreas vulnerables, incrementándose las enfermedades gastrointestinales lo cual debe conducirnos a la necesidad de trabajar sobre prevención y conservación de la Cuenca del río Chillón y de los componentes que la integran.

## **1.2. OBJETIVO**

El presente estudio tiene como objetivo la identificación y caracterización de las actividades industriales, agrícolas, mineras, agropecuarias y domésticas, que generan contaminación en las aguas del río Chillón, a lo largo de todo su recorrido desde la laguna de Chonta hasta su desembocadura en el mar.

### **1.2.1. Objetivos Específicos:**

- a) Determinación de las actividades que se desarrollan en la cuenca.
- b) Identificación de las zonas críticas y sensibles de contaminación del agua del río Chillón.
- c) Identificación de los parámetros de contaminación que influyen en la calidad del agua del río Chillón.
- d) Diseñar y actualizar la metodología empleada en el monitoreo de la calidad del aguas, así como efectuar en algunos de ellos la identificación de descargas y otras probables fuentes de contaminación que pongan en riesgo al medio ambiente y las diversas actividades que hacen uso del agua.
- e) Realizar el monitoreo de calidad de aguas consistente en la recolección de datos en sitios específicos y en intervalos de tiempo predeterminados, para generar la información que pueda ser utilizada en la elaboración del diagnóstico de calidad de aguas
- f) Almacenar, procesar e interpretar los resultados estableciendo la aptitud y limitaciones para determinados usos en los cursos de agua o tramos de ellos en

función de indicadores como el Índice de Calidad del Agua, el ECA para agua Cat-.Subc:1-A2 y 3 y el estándar establecido en el D.S.Nº 002-2008-MINAM.

- g) Proponer plan de medidas preventivas y correctivas para el mejoramiento y conservación del recurso hídrico en la Cuenca del río Chillón con fines de desarrollo sostenible.

## **CAPÍTULO II**

### **DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DEL ÁREA DE ESTUDIO**

#### **2.1 UBICACIÓN**

La Cuenca del río Chillón se encuentra ubicada en las provincias de Lima y Canta, en el departamento de Lima, al norte de la capital. Geográficamente se encuentra entre las coordenadas 76° 20' y 77° 10' de longitud Oeste, y 11° 20' y 12° 00' de latitud Sur, limita por el Norte con las cuencas de Chancay-Huaral, por el Sur con la cuenca del Rímac, por el Este con la Cuenca del Mantaro y por el Oeste con el Océano Pacífico. En términos de demarcación política cubre la provincia de Canta y los distritos de Carabaylo, Puente Piedra, Ventanilla, parte de Comas, Los Olivos y San Martín de Porras, integrados a la provincia de Lima, Ver Plano N° 01 Localización General Escala 1:100.000.

La provincia que ocupa la cuenca alta y media del río Chillón, está conformada por los distritos de Canta (su capital), y los Distritos de Arahua, Huamantanga, Huaros, Lachaqui, San Buena Ventura, Sta. Rosa de Quives y Yangas.

La cuenca baja está conformada en su margen derecha, por los distritos de Ancón, Ventanilla, Puente Piedra y Carabaylo y por la margen Izquierda con los Distritos de los Olivos y Comas. La Cuenca del río Chillón es integrante de la Cuenca hidrográfica del Océano Pacífico, desciende desde 5,000 msnm, hasta el mar.

#### **2.2. ACCESO**

La principal vía de acceso es la carretera de Lima a Cerro de Pasco, que tiene su inicio en el distrito de Comas (Continuación de la Av. Túpac Amaru). Se sale de Lima por dos vías, una de ellas es la autopista Túpac Amaru que comienza en la

Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) que se encuentra ubicada en el distrito de San Martín de Porres también. Se puede tomar la Av. Universitaria, en dirección al norte, a la altura del kilómetro 22 en la que las dos avenidas se unen y dan paso a la carretera Lima-Canta, que recorre los distritos de Comas y Carabayllo, hasta llegar a la Provincia de Canta. Esta carretera se desplaza a lo largo de la margen Izquierda del río.

Se cuenta, además, con una vía afirmada que une la provincia de Canta con la Cordillera de la Viuda, interconectando a los pueblos de Huaros, y Culhuay, en un tramo de 44.5 Km, que se prevé será la base de la carretera que unirá Canta con Cerro de Pasco de tránsito ligero. Asimismo, hay 131.2 Km de trochas carrozables, que vinculan Canta con pueblos de su jurisdicción.

### **2.3. COMUNIDADES**

Existen en toda la Cuenca del valle del río Chillón comunidades campesinas, siendo estas organizaciones sociales ancestrales de la cuenca del Chillón, donde las comunidades campesinas son propietarias de las tierras y recursos naturales de sus territorios, tienen fondos económicos para invertir en algunas obras para mitigar fenómenos ambientales.

Las 22 Comunidades Campesinas de la cuenca alta son dueños del 80% de la provincia de Canta. Cinco de las comunidades Canteñas nacen después del año 1960. En el cuadro N° 2.1, se muestra la división de las comunidades campesinas, y parceleros de acuerdo a la región natural donde se localizan.

En el área rural los terrenos de los productores agropecuarios (comuneros y parceleros) se ubican en la cuenca en diferentes pisos ecológicos o regiones naturales, las que condicionan su actividad y la calidad de ésta. Así tenemos que las comunidades ubicadas en zonas de climas húmedos y lluviosos (suni y quechua) tienen mayor ventaja de desarrollar la actividad agrícola (sembrando papa, oca, olluco, maíz, habas, trigo, alfalfa, heno etc.) y ganadera (vacuno, ovino, auquénidos),

mientras los que se encuentran en la zonas medias y bajas dependen del riego (lagunas reguladas e infraestructura de canales).

La propiedad de la tierra en las comunidades campesinas ha sufrido cambios, pasando de una estructura comunal comunitaria, a propiedades comunales y particulares. Sin embargo aun existen tierras agrícolas comunales.

**Cuadro N° 2.1**  
**Comunidades Campesinas y Parceleros de la cuenca de acuerdo a la región**  
**Natural en que se encuentran ubicadas**

<b>GRUPOS POR REGIONES NATURALES</b>	<b>COMUNIDADES CAMPESINAS Y PARCELEROS (COMITÉS DE RIEGO)</b>	<b>GRUPOS POR RECURSOS</b>
SUNI Y PUNA (5,000 – 3,000msnm.) Clima muy húmedo y frio	C. Culhuay	Ganaderas
	C. Huaros	
	C. Huacos	Agrícolas y ganaderas
	C. Obrajillo (zona alta)	
	C. Canta (zona alta)	
	C. Paríamarca (zona alta)	
	C. Lachaqui (Zona alta)	
C. Copa Arahua (zona alta)	Agrícolas y ganaderas pobres	
C. Obrajillo (zona baja)		
C. Canta (zona baja)		
C. Paríamarca (zona baja)		
C. Lachaqui (zona baja)		
C. Copa Arahua (zona baja)	Agrícolas y ganaderas pobres	
C. Huamantanga		
C. Collana Arahua		
C. Collo		
C. Licahuasi		
C. San Miguel		
C. San Buenaventura		
C. San José		
C. Carhua		
C. Apio Viscas		
C. San Lorenzo		
C. Pampacocha Yaso	Ganaderas pobres	
C. Marco		
C. Quipan		
C. Puruchuco		
YUNGA (2,000-1,000 msnm.) Clima árido semi cálido, suelo aluvial	C. Marco	Agricoltura intensiva bajo riego
	Parceleros de Santa Rosa de Quives Yangas – Trapiche	
CHALA (1,000 – 0 msnm.) Clima árido- semi cálido, suelo arenoso	Parceleros Carabayllo, Puente Piedra, Comas, San Martín de Porres	Agricoltura intensiva bajo riego

Elaboración Propia: Fuente Alternativa



Otro recurso son las tierras comunales de pastoreo y ganados comunales, las que están administradas por los comités o empresas comunales, como por ejemplo la comunidad de Lachaqui quienes distribuyen sus ganancias a fines de cada año. Está comunidad es la que mejor aprovecha las tierras de pastoreo, ya que tiene más tierras, por tener mayor cantidad de cabezas de ganado. También existen empresas comunales administradoras de piscigranjas como Huaros, Obrajillo, hay varias asociaciones, entre ellas la SAIS Pachacutec de Junín, encontrándose parte de ella en la cuenca alta del río Chillón a la altura de la laguna de Chuchón, en el límite del departamento de Junín, la cual crían auquénidos y gran cantidad de ganado lanar.

### **2.3.1. Organización Social**

En la Cuenca del Chillón encontramos diversidad de organizaciones sociales, agrupadas en función de diversos temas, de las cuales enfatizaremos las ligadas al tema ambiental en sus diversos niveles de actuación: provincial, conal, interprovincial, distrital, zonal, incidiendo en las organizaciones de la cuenca baja.

Dentro de las principales organizaciones de la Cuenca del río Chillón tenemos: La Junta de Usuarios de la Cuenca del Chillón, 15 comisiones de riego, 22 comunidades campesinas, comités de productores, organizaciones vecinales, organizaciones femeninas, sindicato de pescadores, mesas de concertación para el desarrollo local en los distritos del Cono Norte; el Consejo de Desarrollo Económico del Cono Norte y las 2 mesas de concertación para la lucha contra la pobreza (Provincia de Canta y Cono Norte de Lima). La principal fortaleza de las organizaciones sociales es el capital humano, su capacidad para organizarse, gestionar y demandar a las autoridades competentes la solución de sus problemas. El reto es fortalecer las capacidades de este capital humano dentro de una cultura de la corresponsabilidad, la prevención y aperturar espacios de diálogo y concertación entre las entidades públicas y privadas. Dentro de un programa común se hará más viable y sostenible el enfrentamiento a los problemas ambientales que aqueja principalmente a los pobladores de menores recursos.

En términos generales, las organizaciones actualmente son débiles, dispersas y desarticuladas, los principales problemas ambientales que enfrentan las organizaciones en las zonas urbanas son las demandas por los servicios básicos y públicos. En el área productiva rural (agropecuaria), es la infraestructura de riego, mejores precios en el mercado y el financiamiento para la tecnificación productiva. El cuadro N° 2.2, nos muestra las diferentes organizaciones a lo largo de toda la Cuenca del río Chillón

**Cuadro N° 2.2**  
**Organizaciones en la Cuenca del río Chillón**

Ámbito de trabajo	Nombre de la organización	Descripción
<b>Organizaciones de nivel Provincial Conal o Interprovincial</b>		
Provincial Cuenca Alta	Comunidades Campesinas Canta	Tiene propiedades comunales, son propietarios de las tierras y recursos naturales de sus territorios
Provincial Cuenca Alta	APROMUC- Canta	El fin principal es promover a las mujeres en su ámbito social y emprender actividades que redunden en las mejoras de la familia y el medio ambiente
Interprovincial Cuenca Media y Baja del Chillón	Asociación Junta de Riego de Agua del Distrito de Riego Chillón	Se encarga de la administración del agua para la actividad productiva en la cuenca media y baja
Cono Norte Cuenca Baja	Asociación Red de Organizaciones Promotoras de Salud Lima Norte	Tienen como finalidad el apoyar a la población con Asistencia médica primaria a los casos de Salud dentro del barrio.
Cono Norte Cuenca Baja	Mesa de Lucha contra la Pobreza del Cono Norte	Estrategias y políticas para la Lucha contra la Pobreza
Provincial Cuenca Alta	Mesa de Lucha contra la Pobreza de Canta	Estrategias y políticas para la Lucha contra la Pobreza
<b>Organizaciones de nivel distrital Cuenca Baja</b>		
Ventanilla	1.- MECAUVE- Ventanilla 2.-Amigos de la Naturaleza Ventanilla 3.-ADECOHVE- Ventanilla	Organizaciones ambientales que trabajan temas como: recursos naturales: Humedal, áreas verdes, residuos sólidos, educación y vigilancia ciudadana.
San Martin de Porres	Central Distrital de Comedores populares Autogestionarios CEDICOPA	Organización de mujeres que está ampliando su trabajo de solo alimentación a temas ambientales como residuos sólidos y áreas verdes
Independencia	Mesa de Salud de Independencia	Trabajan diversos temas ambientales como salud, educación, contaminación, ecología, comunidades saludables, forestación, etc.
Carabayllo	Mesa de Concertación para el Desarrollo de Carabayllo	Trabajan el tema de saneamiento ambiental, residuos sólidos, salud, vigilancia ciudadana.
Comas	Comité de Vigilancia Ciudadana de Comas	Organización ambiental trabaja la vigilancia ciudadana los temas: contaminación de industrias, residuos sólidos, etc.

Elaboración Propia: Fuente alternativa

Las organizaciones que manejan los recursos naturales como, la Junta de Regantes del Chillón, las comunidades campesinas y Sindicatos de pescadores enfrentan problemas de vulnerar la sostenibilidad de los recursos, como se muestra en el cuadro N° 2.3

**Cuadro N° 2.3**  
**Organizaciones que manejan Recursos Naturales**

ORGANIZACIÓN	RECURSO	PROBLEMA
Junta de Regantes	Suelo agrícola	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de suelo agrícola por expansión urbana.</li> <li>• Empobrecimiento de suelos por excesivo uso de agroquímicos</li> </ul>
	Agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conflicto del manejo del agua ante la demanda de SEDAPAL para que se priorice el consumo humano.</li> <li>• Consumo Industrial de agua debido a la explotación de pozos</li> </ul>
	Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destrucción de canales de riego por empresas inmobiliarias.</li> <li>• Canales de riego contaminados por desagües y desechos urbanos.</li> </ul>
Comunidades Campesinas	Suelo agrícolas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de suelo agrícola por denuncias mineras</li> <li>• Disminución de capacidad productiva de suelos por expansión de gramínea Kicuyo</li> <li>• Mayor infraestructura de riego (represas y canales de riego) ante la disminución del potencial hídrico.</li> </ul>
	Suelo de pastoreo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perdida de zonas de pastoreo por denuncias mineras</li> <li>• Deforestación por mal manejo de suelos</li> </ul>
	Caseríos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicios básicos y sociales de calidad</li> </ul>
Sindicato de Pescadores	Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Área de servicios para reparación de embarcaciones</li> </ul>
	Recurso ictiológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de los recursos ictiológicos por contaminación de agua marina (desechos urbanos, desagües urbanos e industriales)</li> <li>• Disminución de áreas de pesca por ocupación de áreas militares.</li> <li>• Pesca ilegal y depredación de los recursos por grandes embarcaciones en zonas destinadas para pesca artesanal.</li> <li>• Pesca ilegal con dinamita.</li> </ul>

Elaboración Propia: Fuente Alternativa

La Junta de Usuarios de Riego del Chillón, administra el recurso más importante para la sobrevivencia del área agrícola, el agua. Para ello realizan acciones de gestión institucional, obras necesarias para el manejo, operación, limpieza y mantenimiento de las bocatomas y canales de riego. Para dinamizar los Comités de riego de la Junta, éstos se han inscrito en registros públicos para tener personería jurídica para poder gestionar proyectos y manejar recursos para la inversión. La junta de Usuarios del Riego del Chillón, está dividida por sectores como se muestra en el cuadro siguiente

Nº 2.4

**Cuadro Nº 2.4**  
**Comisión de Regantes del río Chillón**

Nº	COMISION DE REGANTES	RESOLUCION ADMINISTRATIVA
1	YANGAS	326-00-AG/UADLCATDROHRL
2	MACAS	299-00AG/UADLCATDROHRL
3	SAN ANTONIO	321-00-AG/UADLCATDROHRL
4	HATOCAY HUARANGAL	320-00-AG/UADLCATDROHRL
5	ZAPAN	318-00-AG/UADLCATDROHRL
5	CHOCAS.CABALLERO	325-00-AG/UADLCATDROHRL
7	CAUDIVILLA, PUNCHAUCA	324-00-AG/UADLCATDROHRL
8	CHACRA CERRO ALTO	300-00-AG/UADLCATDROHRL
9	CHACRA CERRO PUQUIO	301-00-AG/UADLCATDROHRL
10	CARABAYLLO	298-00-AG/UADLCATDROHRL
11	SAN LORENZO	323-00-AG/UADLCATDROHRL
12	LA ISLETA	329-00-AG/UADLCATDROHRL
13	LA CACHAZA	330-00-AG/UADLCATDROHRL
14	CHUQUITANTA	322-00-AG/UADLCATDROHRL
15	OQUENDO	328-00-AG/UADLCATDROHRL

Elaboración Propia: Fuente Alternativa

## 2.4. USO MAYOR DE LA TIERRA EN LA CUENCA

La capacidad de uso del suelo es definida como la aptitud natural del suelo para producir en forma constante, y bajo tratamiento continuo para usos específicos.

### 2.4.1. Usos del territorio urbano- rural

Actualmente, la Cuenca del Chillón tiene la mayor parte de su territorio libre de uso (86%), comprendiendo entre áreas aptas y no aptas para diversos usos, es decir comprende áreas naturales, áreas para expansión urbana y áreas que por su topografía tienen un uso limitado. El territorio ocupado de la cuenca significa solo un 14% de su

área total, predominando dentro de estas áreas ocupadas el uso urbano de la parte baja de la cuenca.

**Cuadro N° 2.5**  
**Usos del Suelo en la Cuenca del río Chillón**

	Uso	Superficie Has	%
Área ocupada	Uso urbano	20529.4	8.4
	Ocupación rural	639.5	0.3
	Uso agropecuario	13040.3	5.3
Área No ocupada	Áreas naturales de protección	53588.7	22.0
	Áreas de expansión	10922.6	4.5
	Área libre	145279.5	59.5
	<b>TOTAL</b>	<b>244000</b>	<b>100.0</b>

Elaboración Propia: Fuente: ONG-Alternativa

**Usos del suelo en la zona baja de la cuenca.** En las últimas décadas, las áreas ocupadas se han incrementado fuertemente, de 17,584 hectáreas ocupadas en 1972, se pasó a ocupar 21,240 hectáreas en 1993, y hoy se ocupan 26,939 Ha. Es decir la ciudad crece sobre esta cuenca a un ritmo acelerado y considerando que esta área norte de la ciudad tiene reservada las mayores áreas para el crecimiento de la población pobre que significan más de 10,000 Ha, tendremos un crecimiento en el mediano plazo acelerado de la ciudad sobre la Cuenca del Chillón.

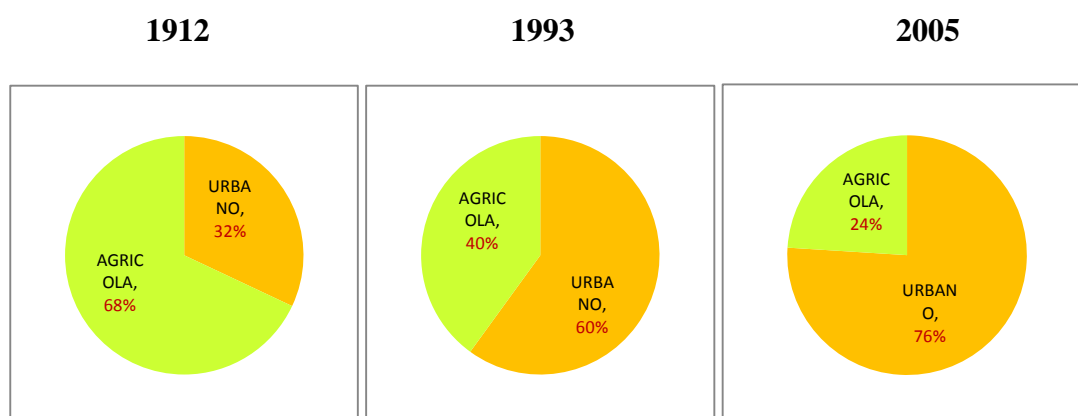
**Cuadro N° 2.6**  
**Usos del suelo en la Cuenca Baja del río Chillón**

			Superficie Ha	%
<b>Area total</b>			<b>93,019</b>	
2005	Area ocupada	Total	26,939.0	100
		Urbano	20,529.4	76
		Agropecuaria	6,409.6	24
1993	Area ocupada	Total	21,274.0	100
		Urbano	12,727.0	60
		Agropecuaria	8,547.0	40
1972	Area ocupada	Total	17,584.0	100
		Urbano	5,544.0	32
		Agropecuaria	12,040.0	68

Fuente: INEI, Tendencias urbanas, II y III Censo agropecuario, IGN, medrado en planos SIG

Dentro de las áreas ocupadas podemos considerar dos grandes usos: el agrícola y el urbano, observando cómo ha variado su perfil, en 1972 predominaba el área agropecuaria (68% del área ocupada), en 1993, predomina ya el uso urbano (60% del área ocupada). Y hoy este predominio urbano ya significa el 76% de las áreas ocupadas de la cuenca en su zona baja. Este crecimiento urbano se ha hecho principalmente a costa de terrenos de uso agropecuario.

**Gráfico N° 2.1**  
**Variación de los Usos del Suelo en la Cuenca Baja del río Chillón**



Fuente: Elaboración Propia

Actualmente, la cuenca media y alta del Chillón tiene la mayor parte de su territorio ocupado, reservado para áreas naturales y de protección, es decir las zonas de pastos, lagos, nevados, bofedales, etc. de la cuenca.

Respecto a las tierras con pastos naturales, montes y bosques, generalmente, son tierras de uso comunal y dedicado para la ganadería, siendo su productor la propia comunidad.

**Cuadro N° 2.7**  
**Usos del Suelo en la Cuenca Media y Alta del río Chillón**  
**(Prov.de.Canta)**

Usos	Superficie Ha	%
Residencial	16,540.7	80,6
Uso Agrícola	5,691.5	4,4
Areas naturales de protección	53,588.7	35,5
Area libre	90,1221	59,7
Total	150,981.0	100.0

Elaboración propia-Fuente: ONG-Alternativa

## A. Uso Urbano

Dentro de los usos urbanos consideramos fundamentalmente: el residencial, el industrial, el comercial y el recreacional, predominando el uso residencial, que ocupa el 80.6% del suelo urbanizado.

**Cuadro N° 2.8**  
**Estructura de los suelo Urbanos Año 1990**

Usos	Superficie Ha	%
Residencial	16,540.7	80.6
Industrial	1,399.3	6.8
Recreacional	287.1	1.4
Comercio	93.3	0.5
Otros Usos	2,209.0	10.8
Area Urbana	20,529.4	100.0

Fuente: INEI, Tendencias urbanas, Censo agropecuario, IGN

### A.1 Uso residencial

El uso residencial se desarrolla con un patrón de crecimiento extensivo de baja densidad (119 habitantes por hectárea), con viviendas unifamiliares.

De acuerdo al tipo de acceso al suelo, las zonas urbanizadas cuentan ó no con adecuada planificación de sus servicios, áreas libres y parques. Es la zona baja de la cuenca, la perteneciente al cono norte de Lima Metropolitana, donde el mercado del suelo e inmobiliario es más impactante y donde sus distorsiones afectan profundamente a la población, agravando los problemas en el futuro para el conjunto de la cuenca como territorio subsidiario de Lima Metropolitana.

Mientras los sectores sociales precarios se hacinan y/o invaden suelo pre urbano, ante la ausencia de una oferta subsidiaria, los sectores medios y altos están cambiando sus estándares de vida reduciendo profundamente el tamaño de lote. Esta Metrópoli ocupa el 68% de las áreas agrícolas de su zona baja, sin embargo, continúa ofertando el valle más grande y de mejor calidad cercano a ella. La ocupación de esta cuenca se desarrolló principalmente sobre suelo plano y sobre quebradas y laderas de cerros, por diferentes niveles socioeconómicos de la población, lo que determinó distintas

formas de ocupación residencial; uno de ellos es la ocupación formal que se desarrolla sobresuelo habilitado para que se desarrolle una urbanización de manera regular y la otra, una ocupación residencial informal, o invasión lo que se da ocupando y/o desarrollando suelo que no utilizan las normas establecidas dentro de un proyecto regular de habilitación. En este último caso la ocupación se da sobre una lotización distribuida a cada uno de los invasores, inicialmente edifican viviendas precarias, cuyo proceso de consolidación es muy lento. Las carencias de los servicios básicos de agua y desagüe, la falta de recojo de basura y su localización en pendiente o lecho de huayco son los factores predominantes de insalubridad, inhabilitabilidad e infeccioso, constituyéndose en zonas de alta vulnerabilidad.

Este proceso de mejora de la urbanización de los asentamientos les permite dejar el calificativo de asentamiento humano u asociaciones, para constituirse en urbanizaciones populares.

En general, el uso residencial en la cuenca baja está creciendo sin considerar las áreas que han previstos los planes de la ciudad y se desarrollan sin considerar las áreas de reserva para otro tipo de usos (equipamientos y áreas verdes) y ocupando las zonas destinadas a uso agrícola como la predominante. Los instrumentos del planeamiento y las normas urbanísticas establecidos y vigentes distan de la realidad y o de los procesos que están en curso en la urbanización, construyéndose en lugares no apropiados, edificándose sin control de las medidas mínimas de construcción, la reserva de suelo para otros usos, sin provisiones para el saneamiento y salubridad públicas, etc., que están debilitando la atmósfera contaminando el río y alterando la salud de los pobladores en la periferia. En este territorio, de la cuenca baja, encontramos ciertas áreas donde se focalizan actividades no compatibles, ambientalmente críticas, que han sido calificadas como áreas mixtas de densidad medio baja, tal es el caso de las zonas de la Cucaracha, Pampa de los Perros y otras áreas de Puente Piedra donde se desarrollan actividades económicas de crianza clandestina de porcinos y animales menores, conjuntamente con las actividades residenciales mostrándose un ambiente de intensa precariedad. Otras áreas muestran actividades de alta informalidad en la forma y organización de los asentamientos



presentado, como es el caso de los anexos 11 de la Comunidad de Jicamarca del distrito de Carabaylo muchas quebradas han sido urbanizadas sin servicio básicos, pero incorporando a las actividades residenciales la crianza de cabras, ovejas y porcinos.

Los distritos del Callao, San Martín de Porres, Los Olivos, Comas, Puente Piedra y Carabaylo son territorios cuyo desarrollo urbanístico, residencial, hábitat y actividades productivas los califican de calidad moderada con tendencia y/o existencia de grandes áreas deprimidas o precarias, en permanente expansión, sean en riberas peligrosas del río, como en pendientes pronunciadas de quebradas y cerros aledaños.

En algunos distritos que mantienen un nivel de consolidación regular, existen áreas urbanas con atención de servicios y accesos a los equipamientos, como es el caso de los distritos de Los Olivos y San Martín de Porres.

Sin embargo, existe en estos distritos alta presencia de zonas urbanas, de borde de río y/o ubicadas en laderas de los cerros, con urbanizaciones e inmuebles incompletos, falta de servicios y alta precariedad socioeconómica que colocan a la población en grave riesgo ambiental y social.

Sus potencialidades de desarrollo son débiles en términos territoriales. Si bien existen zonas bien ubicadas en suelo plano urbanizable, cuya tendencia es a mejorar su posicionamiento y nivel de consolidación urbana lograda; se hace necesario rehabilitar, revitalizar e introducir mejoras en el territorio urbano precario para permitir el acceso a los servicios básicos y reducir los riesgos ambientales y sanitarios etc. y con ello califican a estos territorios para la introducción de actividades productivas, recreativas y sociales.

Los distritos comprendidos en la cuenca baja crecen a un ritmo muy intenso. Los distritos de Carabaylo y Puente Piedra son lo que tienen la mayor cantidad de tierras agrícolas, pero crecen a tasas muy aceleradas. Pueden considerarse como distritos sub urbanos, pre urbanos o urbano rurales. Asimismo, puede considerárseles como

distritos populosos y clasificados como de muy bajo nivel socioeconómico, predominante, aunque en su interior su composición es muy diferenciada.

Los sectores cuyas condiciones socioeconómicas son predominantemente medias bajas, están ubicados predominantemente en urbanizaciones populares, asociaciones de vivienda ubicados sobre suelo plano en proceso de consolidación. Por último, existen poblaciones que muestran serias limitaciones económicas, y dada esta precariedad, generalmente se ubican o se alojan en zonas de invasiones no regularizadas, asentamientos humanos no saneados, ubicados en laderas de los cerros, quebradas y márgenes del río, sobre todo en los distritos de Ventanilla (Pampa de los Perros), Puente Piedra, Comas, Carabayllo. Sus ingresos son muy bajos que condicionan el estado de bienestar de la familia para atender su ya afectada educación, servicios y esencialmente la alimentación. Estos generalmente se encuentran expulsados del mercado laboral, desarrollando toda una diversidad de actividades, residiendo en viviendas muy precarias sin servicios básicos dentro del hogar y en usos, calificándolos como no aptos para la residencia por ser vulnerables.

Ante estas limitaciones se hace necesario tomar medidas de planeamiento y control de la urbanización, rehabilitación y mejoras de las características de habilitación, de áreas verdes y servicios urbanos, implementación de acciones de regulación y monitoreo de los procesos de ocupación informal y regular del suelo urbano y la edificación es fundamental; así como de programas y acciones de desarrollo socioeconómico para el mejoramiento de las condiciones de vida de la población.

Finalmente, se debe desplegar esfuerzos para erradicar las zonas de botaderos de basura, la crianza informal de porcinos en las riberas del río y la reubicación de la población que se ubica en áreas vulnerables como son los márgenes de los ríos y áreas críticas de laderas del río. Para lo último se requiere no solo de obras de reforzamiento y prevención de derrumbes y deslizamientos, sino también de ambientación paisajística y forestación de laderas, lechos de los ríos y avenidas principales.

### **2.4.2. Uso Industrial**

Las grandes instalaciones y superficies industriales de la cuenca baja, se encuentran principalmente ubicadas en el entorno inmediato a la Av. Néstor Gambeta y Panamericana Norte.

Se puede decir, de manera general, que estos espacios productivos se encuentran localizados de manera concentrada en las Avenidas Néstor Gambeta (Callao), Panamericana Norte y Túpac Amaru. Este último en acelerado proceso de cambio de uso, y receptor de actividades de comercio y servicios. En la zona de Gambeta predominan plantas industriales, mientras que en la Av. Panamericana Norte se logra consolidar la industria liviana, la que está aceleradamente cambiando de uso.

La industria en el Callao, sobre la avenida Néstor Gambeta, ocupa un suelo de borde marítimo sin ningún control en forma superficial, donde cruzan colectores de aguas servidas que se vierten al mar sin ningún tratamiento. En este caso se asocian a los basurales informales existentes. La industria pesada, las grandes y medianas instalaciones industriales producen gases tóxicos altamente contaminantes y otros factores de riesgo que debilitan el medio natural, en ese sentido, siempre se consideró la necesidad de ubicar a dichos usos en zonas alejadas de la ciudad. Sin embargo, este territorio está recibiendo la presión sobre su suelo, por usos terciarios, el desborde de la población por vivienda y atención de necesidades básicas. La industria de la zona norte, sobre la Panamericana Norte se encuentra en un acelerado proceso de cambio de uso y el caso de la Av. Túpac Amaru, se presenta de manera dispersa. En general se puede decir que las actividades industriales y sus territorios se encuentran estrechamente vinculados y relacionados con el patrón urbano residencial, comercial y de servicios.

La mayor concentración industrial en la cuenca la encontramos entre la Panamericana Norte y la Av. Túpac Amaru, donde se identifican muchas industrias que están progresivamente perdiendo su esencia, otras que están aceleradamente cambiando de uso, dando pase a las actividades residenciales, recreacionales, mercados de abastos, tiendas para servicios varios.

Los ambientes industriales ocupan suelo plano, habilitados con todos sus servicios de agua, energía, comunicaciones, integrados al territorio metropolitano y con el territorio nacional hacia el norte con grandes vías. La presión por el cambio de uso, se debe a muchos factores, siendo algunos de ellos:

- La reducción de las escalas de producción, los que ya no requieren tanta área.
- La relocalización de las actividades industriales y/o la quiebra de muchos de ellos liberando inmuebles para usos complementarios y/o alternativos.
- El tamaño demográfico de la población en la zona y áreas de influencia y por último las expectativas por empleo e ingresos de los propietarios de los inmuebles.

En ese sentido, estos territorios son de atracción de mucha actividad; unos que requieren de mucho suelo, como son las viviendas, talleres; mercados de abastos de nivel intermedio (al mayoreo y menudeo), tiendas de autoservicios, y centros comerciales, hipermercados, centro de servicios automotrices, metalmecánicas y grifos que les permiten funcionar como centro de servicios integrados al sistema de servicios metropolitanos.

Sin embargo, a pesar de estas potencialidades, estos territorios presentan algunas limitaciones, tales como la persistencia de:

- Emanaciones de gases y/o polvos contaminando el aire y consecuentemente a la población.
- Eliminación de residuos sin una adecuada disposición final, contaminando río, playas y mar.
- Riesgo por explosión y/o emanación de actividades industriales peligrosas.

Ante esta situación se hace necesario realizar programas de monitoreo y adecuación de instalaciones para evitar problemas de contaminación, mediante control de emanaciones filtros y tratamiento de residuos.

### **A.3. Uso comercial**

En la cuenca baja del río Chillón predominan las actividades de comercio y servicios. En este territorio se han logrado identificar áreas nucleadas y su asociación continua, han logrado conformar ejes comerciales. Tal es el caso de los mercados de Huamantanga (Puente Piedra), Unicachi, Comas, sobre la Av. Panamericana Norte. Su mayor potencialidad está definida por su excelente ubicación, acceso a vías regionales y/o principales y la fuerte presencia de demandas no cubiertas en amplios territorios urbanizados del norte.

El comercio lineal se desarrolla en avenidas importantes tales como la Panamericana Norte y la Av. Túpac Amaru. Estas vías, localizadas en distritos populosos de los Olivos, San Martín de Porres, Comas y Carabayllo, tienen una fuerte demanda y atracción que ha logrado tener reconocimiento de la población de la zona al encontrar una gran diversidad de servicios y productos alternativos respecto a otras zonas, asimismo, brindan un servicio comercial directo para la población de la zona norte de Lima. Dado el crecimiento poblacional de la zona norte metropolitana (cuenca baja del río Chillón) y fuerte déficit por servicios de comercialización, en los últimos años se ha ido consolidando en el centro alternativo a los brindados por el Área Central Metropolitana, presentándose hoy como un centro de servicios extra metropolitanos, dosificándose aceleradamente y vinculándose rápidamente con las provincias de Canta y Huaral, fortaleciéndose el eje.

#### **A.4. Uso recreacional**

La cuenca baja del río Chillón, ofrece para la metrópoli diversas alternativas para uso recreacional. Están las alternativas de recreación de verano, especialmente en los distritos costeros de Ancón, Santa Rosa y Ventanilla, que brindan servicios públicos y privados. Por otro lado, se encuentran los centros recreacionales privados de Carabayllo y Puente Piedra, los cuales, aprovechando el buen clima de la zona, ofrecen servicios todo el año; éstos se encuentran principalmente en dos ejes: uno, en Carabayllo, camino a Canta, otro, por la Panamericana Norte, a la altura de Puente Piedra.

#### **B. Uso Agropecuario**

En la parte baja la agricultura que se practica es intensiva y bajo riego permanente. Las áreas de cultivo, se encuentran en los sectores de relieve más suaves y a lo largo de las laderas montañosas que circundan el río, aquí tenemos cultivos rotativos. Predominan los cultivos intensivos (hortalizas), los que se siembran hasta en tres campañas al año. Los principales cultivos que se desarrollan son: tomate, maíz, papa, camote, algodón, habas, oca, frejol, alverja, col, etc.

Sus mayores limitaciones están dadas por el proceso acelerado de urbanización, que amenaza su desaparición; la fuerte presencia de botaderos de residuos sólidos, riesgos latentes ante inundaciones, deslizamientos u otros fenómenos que descapitalizan la tierra y el patrimonio familiar; reducción progresiva de su superficie agrícola cultivable y de mecanismos de comercialización; reducción progresiva del abastecimiento de agua, aunada a la poca productividad, al bajo apoyo en la producción, financiación y comercialización, que hacen de esta actividad la menos rentable y beneficiosa para propietarios o conductores agropecuarios.

Cabe destacar que uno de los factores negativos del porqué se viene perdiendo suelo agrícola, es el factor de rentabilidad que representa la agricultura, su baja productividad y reducida promoción, versus su conversión al uso urbano, residencial con mayor especulación y expectativas ante un mercado inmobiliario residencial contenido y desbordante por el lado de la demanda, factores determinantes que no miden ni se detienen para buscar el equilibrio ecológico metropolitano y consecuentemente la búsqueda de estándares de calidad urbana y de salud y educación para nuestra población. Sus ventajas de ubicación y la gran demanda por productos de primera necesidad, para el mercado metropolitano, nacional e internacional, pone a esta zona en una situación expectante hacia la línea agro industrial, de valor agregado para la exportación.

Para resolver esta situación es necesario tomar medidas relacionadas con el apoyo técnico y financiero a los agricultores y la implementación y/o adopción de normas para la formación y protección de las tierras agrícolas, así como la dotación de

infraestructuras, equipamientos y energía para la mejora de la producción y bienestar de su población.

El riego de las áreas agrícolas es restringido, sobre todo en las épocas de estiaje, por ello existen zonas agrícolas que se riegan con aguas servidas (Chacra Cerro Alto, La Ensenada, Shangrilá, etc.). La infraestructura de riego está formada por canales, cuyas aguas son administradas por la Junta de Usuarios del Subdistrito de Riego Chillón, que actualmente cuenta con 1,605 usuarios en la parte media del Valle y 434 usuarios en la zona baja. Debe anotarse que, con el crecimiento urbano se han anulado varios canales de riego, proceso que no ha generado mucho conflicto, debido a que las zonas que han sido afectadas correspondían a terminales de riego.

**Cuadro N° 2.9**  
**Área de Riego y Usuarios de la Parte Media y**  
**Baja de la Cuenca del Chillón**

Sector	Área de Riego Ha	Usuários
<b>Medio</b>	<b>4,900.09</b>	<b>1,605</b>
Comisión de Regantes Caudiville	1,008.55	366
Comisión de Ch. Regantes Cerro Alto	453.13	222
Comisión de Ch. Regantes Cerro Puquio	300.78	173
Comisión de Regantes Carabaylo	1,181.85	264
Comisión de Regantes San Lorenzo	986.82	185
Comisión de Regantes Isleta	3,874.41	114
Comisión de Regantes La Cachaza	594.54	281
<b>Baja</b>	<b>1,297.44</b>	<b>434</b>
Comisión de Regantes Naranjal	379.72	146
Comisión de Regantes Chuquitanta	488.13	153
Comisión de Regantes Oquendo	429.59	135
<b>TOTAL</b>	<b>6,197.53</b>	<b>2,039</b>

Fuente: Inrena, Inventario de la Infraestructura de riego y drenaje del valle de Chillón marzo de 2006

Actualmente se utiliza las aguas de canales no solo para el riego de áreas agrícolas, sino también para áreas de recreo, mantenimiento de parques, cementerios, etc. Haciéndose excesivamente caro el riego de las áreas verdes urbanas, un reto importante es habilitar un tipo de infraestructura de riego de canales que permita su aprovechamiento.

### **Área dedicada exclusivamente a actividades Pecuarias**

El área ocupada en actividades exclusivamente pecuarias ha disminuido: de 2,311 hectáreas registradas en 1992 a 1,843 hectáreas en 2005. Sobresale en cambio Ventanilla que, con el parque porcino, representa el 66% de los terrenos pecuarios del cuenca baja la mayor población pecuaria en la zona baja son las granjas de pollos. Su crianza se realiza generalmente en galpones dispuestos en la falda de los cerros eriazos. En ganadería vacuna sobresalen Carabayllo y Puente Piedra, actividad que generalmente se realiza en el área agrícola. En la ganadería porcina es importante la presencia de Ventanilla con el Parque porcino “Pampa de los Perros”, y la producción de San Martín de Porres y Carabayllo, la misma que se lleva a cabo en la ribera del río Chillón, en muy malas condiciones. En Carabayllo, existe también población porcina en la zona de las Lomas de Carabayllo y a la entrada del relleno sanitario.

Finalmente podemos decir que en la actualidad las últimas áreas ocupadas se encuentran en los distritos de Carabayllo, Comas, Independencia, Los Olivos, Puente Piedra, San Martín de Porras, Santa Rosa, y Ventanilla, sobre todo en este último distrito donde se ubican los asentamientos humanos de Ciudad Pachacutec, como se muestra en el cuadro Cuadro N° 2.10.



**Cuadro N° 2.10**  
**Ultimas Áreas Ocupadas en la Cuenca Baja**

	Ocupación de Áreas Eriazas	Ocupación de Áreas Agrícolas	Relleno y/ó Desertificación
Ancón	Km.39 y la salida del balneario		
Carabayllo	Lomas de Carabayllo y ocupando Zonas más altas de la quebrada el Progreso	Entre la Zona Urbana Actual y el río, en el límite con Puente Piedra	
Comas		Chacra Cerro, Puquio Alto	Las Partes bajas del distrito
Independencia			Las Partes bajas del distrito
Los Olivos		Ex Hacienda Naranjal(Cerca al empalme de la Vía Canta, Callao y Trapiche)	
Puente Piedra	Zona Norte cercano al límite con Ventanilla	El límite con Carabayllo (Copacabana, Gallinazos )	
S.M.de Porres		Ex Hacienda Naranjal (Entre la Hacienda Chuquitanta el cerro candela y el cerro la Regla)	Las Zonas más antiguas de la Avenida.( Habich, Av. Perú y Caquetá)
Santa Rosa	Salida a la carretera Panamericana		
Ventanilla	Ciudad Pachacutec, alrededores de Mi Perú		

Fuente: Entrevistas a funcionarios y dirigentes del Cono Norte y visitas de a campo ONG-Alternativa Enero 2008

## **2.5 FLORA Y FAUNA DE LAS CUENCAS ALTA, MEDIA Y BAJA DEL RÍO CHILLÓN**

Dentro de la Cuenca del río Chillón existen elementos fisiográficos y atmosféricos que con la influencia de los componentes macrorregionales (Cordillera de los Andes, Corriente Peruana de Humboldt, y la Corriente de Aguas Cálidas o Fenómeno "El Niño"), dan lugar a la formación de diversos ámbitos con características bioclimáticas bien definidas, las mismas que han sido definidas como Formaciones Ecológicas o Zonas de Vida.

### **2.5.1. Flora en la Cuenca alta del río Chillón**

En la flora de la cuenca alta del río Chillón, encontramos:

Entre los 3,800 y 4,400 metros de altitud encontramos los pajonales, que son asociaciones vegetales compuestas principalmente de gramíneas que predominan en estas regiones; a su vez este ecosistema está formado por dos tipos de formaciones vegetales asociadas: uno es el pajonal de “ichu”, el cual es relativamente alto y dispuesto en manojos aislados y un pajonal bajo de aspecto uniforme, el Ichu, son plantas forrajeras para ganado y camélidos, pertenecen a la familia poaceae.

- Chocho o Tarwi (*Lupinus mutabilis*, L. spp), es una planta de porte arbóreo o algunas veces arbustiva, su flor tiene la corola azul, y los verticilos amarillos o rojos. La semilla contiene glucósidos tipo jabón, usados como repelentes y biocidas de insectos chupadores, también se consume como menestra
- Yorac yorac, (*Senecio nivalis*), es una planta pequeña con pubescencia blanca, con tallos que sirven como raíces (rizomas), pertenece a la familia asteraceae, todas las plantas de este género contienen alcaloides senecionina, senifilina. Sus hojas son usadas en infusión para tratar procesos bronquiales.
- Alchemilla pinnata. Chaca o Humanpinta (Chuquiraga espinosa), es un arbusto espinoso, con flores rojas o amarillas agrupadas, esta especie es propia de esta zona de Puna, se usa toda la planta en infusión para tratar males de los riñones, aparato urinario, prostatitis, y también es diurético.
- Oreja de venado o wira wira (*Senecio canescens*), es una hierba lanosa con hojas pubescentes, empieza a aparecer entre los 3,900 a 4,000 metros. Sus raíces son tipo rizomas, es decir salen del tallo, la planta se usa en infusión para tratar afecciones a los bronquios y gripe común.

En esta altitud también se encuentran los bofedales y zonas pantanosas, que son campos húmedos los cuales se caracterizan por la presencia de gramínea, ciperáceas y junco, estas formaciones se sitúan junto a los arroyos o lagunas, pudiendo también ubicarse en partes de laderas por la presencia de un ojo de agua que la sustenta. La importancia de los bofedales es que son fuente de pastos para llamas y alpacas. El humedal presenta una asociación de especies vegetales tipo almohadilla para lo cual las especies de los camélidos sudamericanos están adaptados; en un humedal pueden pastar entre 40 a 100 alpacas, llamas y vicuñas.

### **Flora en la cuenca media del río Chillón**

Se ubica entre los 2,500 y 3,000 metros sobre el nivel del mar, encontrándose en esta zona a los bosques, presentando una comunidad vegetal conformada por árboles, arbustos y plantas trepadoras que conforman el bosque ralo perennifolio. Estos bosques se sitúan en las quebradas y pendiente muy inclinada, esto obedece a su función ecológica de ser filtros de agua que cae en las lluvias en épocas de descarga, de diciembre a marzo, actualmente han desaparecido una gran cantidad de estos bosques por la acción del hombre.

### **Desierto pedregoso árido**

En este sistema, que comprende una parte importante de la cuenca media (zona de estrechamiento) se pueden ver desiertos típicos de montaña, pie de monte y una zona agrícola de régimen mixto (de secado una y tecnificado otra).

Para las asociaciones vegetales, no se mencionan los cultivos, ni las especies introducidas (como eucaliptos).

Siendo así las especies más características de esta zona:

- Gigantón (*Cereus macrostibas*)
- Candelabro (*Cereus candelaris*), pertenece a la familia cactaceae, y a diferencia de *C. Macrostibas*, esta especie es típica de zonas rocosas secas y pie de monte.
- Huancoy, (*Orthopterygium huacui*)
- Suncho (*Viguiera* sp)
- Huarango (*Acacia macracantha*)
- Molle (*Schinus molle*), este árbol pertenece a la familia anacardiácea, de 10-12 m de altura de ancha copa y ramaje colgante, de aspecto "llorón", muy ornamental.

La corteza que se desprende en placas, y exuda resinas muy aromáticas. Es de crecimiento rápido, y tolera la falta de agua. Su fruto se ha utilizado para falsificar la pimienta, y también como repelente junto a sus hojas.

En la parte urbana se utiliza como árbol de parques y en jardines.

- Carrizo (*Arundo donax*)

- Sauce (*Salix* spp), pertenece a la familia salicaceae, es un árbol caducifolio de 8-12 m de altura con ramas delgadas, flexibles, largas y colgantes casi hasta el suelo. Tronco con la corteza fisurada. Su inflorescencia consiste de amentos cilíndricos de 2.5-5 cm de longitud, con flores de color amarillo pálido, florece de abril a mayo; y se usa la madera para pasta de papel y embalajes. Los sauces se aprovechan para la producción de mimbre.

Algunas cortezas tienen propiedades medicinales y en las zonas urbanas tienen grandes valores ornamentales, siendo cultivadas con mucha frecuencia.

- Chilco (*Bacharis laceolata*)
- Tara (*Caesacelpinea tinctoria*)

### **Bosque de monte ribereño**

Las especies más representativas son:

- Gigantón (*Cereus macrostibas*)
- Candelabro (*Cereus candelaris*)
- Huanarpo (*Jatropha macracantha* y *Jatropha curcus*), son arbustos que pertenecen a la familia cactaceae, se encuentran entre los 1500 y 2500 m, por lo que puede considerarse un indicador de la región, crece bien en ambientes xerofíticos, y se usa dentro de la industria farmacéutica. Su uso nativo es para cicatrizar heridas y sarnas.
- Achupallas (*Puya* sp) bromeliacea
- Ágave (*Ágave americana*), pertenece a la familia ágaveraceae, son plantas suculentas con raíces profundas de tipo pivotante, las hojas tiene una espina en el ápice y algunas se usan como cerco. El tallo acaule, contiene azúcar en la savia que se puede extraer hirviendo
- Tara (*Caesacelpinea tinctoria*), son arbustos de porte arbóreo, pertenecen a la familia Fabaceae. El fruto concentra taninos y pigmentos, que se usan para tintas, teñir telas, algodón y curtir cueros. También tiene usos como biocida y conservante de alimentos (ácido gálico)
- Espina y tuna (*Opuntia* spp), es una cactacea de amplia distribución, muchas especies emparentadas se usan como alimento por sus frutos.

- Huariruma (*Mutisia viciaefolia*)
- Altamisa (*Ambrosia peruviana*), pertenece a la familia asteraceae, es un arbusto de alcanza hasta 2 metros de altura, sus hojas contienen aceites esenciales, se usan para reumatismo, en infusión es vermífugo, y también tiene algunas propiedades biocidas.
- Suncho o Yuca (*Viguiera* sp) Es una planta herbácea de hasta de 2 m de altura, usada para curar diversas, heridas, infecciones de la piel. También se usa la raíz en infusión para curar dolores estomacales y gases.
- Ilauli (*Barnadesia dombeyana*)
- Peine (*Erodium cicutarum*)
- Chilco (*Bacharis laceolata*)
- Cadillo (*Bidens pilosa*), es una asteraceae, que además es invasiva. Esta hierva a pesar de estar presente desde casi el nivel del mar (en algunas lomas), recién se hace persistente en esta zona. Las hojas y flores se usan en infusión para tratar síntomas de amigdalitis, bronquitis y algunas infecciones bucales.
- Picahua (*Bidens andicola*) es similar a la anterior, con los mismo usos.
- Alfalfa carretilla (*Medicago hispida*)
- Zapatillo (*Calceolaria* spp)
- Tabaco silvestre (*Nicotina* spp), esta planta que pertenece a las sonalacea, abunda en lomas, pero solo cuando se presenta el fenómeno El Niño, o cuando la humedad es muy alta.
- Chamico (*Datura stramonium*), otra Solanaceae, su flor es tubular. Se usan sus hojas y flores que tienen propiedades sedativas, antieméticas, antiespasmódicas (para el asma) y para tratar desordenes gástricos, preparadas en infusiones o macerando las hojas. La sobredosis puede causar taquicardia, alucinaciones y vómito.
- Ortiga (*Urtica* sp) una Urticácea, cuyo uso está muy difundido como carminativo estomacal y para los efectos del mal de altura.
- Mito (*Carica candicans*), es una hierba de porte alto, emparentada con la papaya, pertenece a la familia Caricaceae, contiene látex en toda la planta, y su fruto es comestible cuando está maduro.

- Sauco (*Sambucus peruvianus*) pertenece a la familia *caprifoliaceae*, es un árbol de follaje tardíamente caduco, de 4 a 10 m, de altura de flores hermafroditas, pequeñas, blancas, dispuestas en cimas terminales muy ramificadas. Florece de primavera a otoño, dando luego frutos bayas. Posee propiedades medicinales en calidad de purgantes y sudoríficos. También es usado para preparar licores y mermeladas. El Sauco varía de olor al contacto, ahuyentando a algunos insectos. Estudios realizados recientemente determinarían que las sustancias del Sauco podrían utilizarse para fabricar insecticidas.
- Aliso (*Alnus jorullensis*), pertenece a la familia *betulaceae*, este árbol llega medir más de 20 metros, tiene varios usos. De forma artesanal con la madera se hacen máscaras, trompos, diapasones de guitarras, collares, pulseras, gargantillas, cucharas, maracas y molinillos. En la parte urbana, se usa como planta de sombra y ornato por las calles, parques y jardines, pues además mejora la fertilidad del suelo.

### **Cuenca baja del río Chillón**

El área marina tiene una temperatura fría, por el fenómeno de afloramiento que mantiene además alta concentración de nutrientes: silicatos, fosfatos, nitrato y nitritos, que permite el desarrollo de flora bacteriana, principalmente *Thioploca* spp; bacteriófago; hongos cuya importancia es destruir estructuras de madera sumergidas directa o en asociación de organismos perforadores; algas inferiores; algas superiores, y zooplancton.

A continuación describimos algunas especies características de la zona de estudio:

Achupalla (*Tillandsia chartacea*), pertenece taxonómicamente a la familia Bromeliácea, esta planta puede almacenar entre sus hojas agua de las neblinas, y por la disposición especial que tiene, además retiene materia orgánica, especialmente en sus hojas, formando un ecosistema rico en nutrientes para otras especies. Para captar la escasa humedad ambiental, las hojas están cubiertas de numerosos pelos que absorben la humedad. En la base de cada pelo tienen células especiales que almacenan el agua. En estado de sequedad estas células están encogidas, y cuando han absorbido agua están hinchadas o turgentes. El Gigantón (*Cereus macrostibas*)

esta planta típica de los desiertos pedregosos, pertenece a la familia Cactácea, es de porte muy alto que crece tanto en la Costa como en los valles interandinos; su fruto es carnoso y se puede usar como alimento para los seres humanos, según mencionan algunos estudios Grama salada (*Distichlis spicata*) pertenece a la familia Poaceae (gramíneas) que crece en suelos con alto contenido de sal y puede cubrir extensas áreas cerca de orillas marinas. Algunas partes del gramadal pueden estar inundadas con aguas salobres. Totorá (*Typha angustifolia* *Typha domingensis*), pertenecen a la familia Typhaceae, son hidrófitas con múltiples usos, así por ejemplo sus hojas son utilizadas en la fabricación artesanal de sillas y sillones, canastos, etc.

## **2.5.2. Fauna Silvestre**

### **2.5.2.1 Fauna en la cuenca del río Chillón**

Se tiene diversos Ecosistemas de acuerdo a su altitud, entre ellos tenemos:

#### **Ecosistemas del río Chillón entre los 1,000 y los 1,600 msnm.**

##### **Medio acuático**

Los peces han sido muy poco estudiados, se conoce la presencia de la “Trucha” *Oncorhynchus mykiss*. Entre las aves, tenemos al “Pato de los torrentes” *Merganetta armata* y al “Mirlo acuático” *Cinclus leucocephalus*

##### **Bosque ribereño**

En él habitan aves como el “Colibrí ventrifuga”, *Amazilia amazilia*, la “Paloma rabiblanca” *Zenaidura macroura*, la “Tortolita peruana” *Columbiga cruziana*, la “Corbatita pico de oro” *Catamenia analis*, el “Mielerito gris” *Conirostrum cinereum*, el “Chisco” *Mimus longicaudatus*, el “Cucarachero” *Troglodytes aedon* y la “Moscareta de los torrentes” *Serpophaga cinerea*.

#### **Entre los 1,600 y los 3,000 msnm.**

##### **Medio acuático**

Se sabe de la presencia de la “Guavina” *Labisia bimaculata* y especies del género *Orestias*, el cual también es característico de la puna. La “Trucha” *Oncorhynchus mykiss* es una especie introducida que ha medrado en estas aguas. En cuanto a aves,

al igual que el nivel anterior, se sabe de la presencia del “Pato de los torrentes” *Merganetta armata* y del “Mirlo acuático” *Cinclus leucocephalus*.

### **Bosque ribereño**

Aquí podemos notar la aparición, entre otras; del “Colibrí ventriazul” *Colibrí coruscans*, el “Picaflor gigante” *Patagona gigas*, el “Mielerito gris” *Conirostrum cinereum*, la “Golondrina ventripardo” *Notiochelidon murina*, el “Zorzal chiguanco” *Turdus chiguanco*, el “Carpintero cuallinegro” *Colaptes atricollis*, la “Cotorra frentiescarlata” *Aratinga wagleri* y el “Búho Magallánico” *Bubo magellanicus*; así como otras especies del nivel inferior que persisten aquí, como el “Colibrí ventrifuga” *Amazilia amazilia*, el “Mielerito gris” *Conirostrum cinereum*, el “Cucarachero” *Troglodytes aedon* y la “Moscareta de los torrentes” *Serpophaga cinerea*.

### **Entre los 3,000 y los 3,800 msnm.**

#### **Medio acuático**

El “Pato de los torrentes” *Merganetta armata* y el “Mirlo acuático” *Cinclus leucocephalus* son las aves cuya presencia, si bien se conoce desde las partes bajas, es más frecuente, por la poca presencia humana y la poca alteración de este ecosistema.

La población de aves es muy parecida a la del nivel inferior, así podemos encontrar al “Colibrí ventriazul” *Colibrí coruscans*, el “Picaflor gigante” *Patagona gigas*, el “Mielerito gris” *Conirostrum cinereum*, el “Cucarachero” *Troglodytes aedon*, el “Zorzal chiguanco” *Turdus chiguanco*, el “Carpintero cuallinegro” *Colaptes atricollis*, la “Cotorra frentiescarlata” *Aratinga wagleri* y el “Búho Magallánico” *Búho magellanicus*, entre otras.

#### **Barrancos de tierra y piedras**

Las aves son escasas, pero se le ha visto aquí al “Pampero común” *Geositta cunicularia* y a la “Bandurrita de jelskii”.

#### **Praderas pantanosas**



Son comunes: el “Churrete cordillerano” *Cinclodes fuscus*, el “Lique lique” *Vanellus resplendens*, la “Chinalinda” *Phalcoboenus megalopterus*, el “Zorzal, chiguanco” *Turdus chiguanco* y el “Gorrión americano” *Zonotrichia capensis*.

### **Monte de arroyada**

Allí se ha encontrado a: el “Gorrión americano” *Zonotrichia capensis*, el “Colibrí ventriazul” *Colibrí coruscans*, el “Saltador piquidorado” *Saltador aurantirostris*, el “Zorzal chiguanco” *Turdus chiguanco*, el “Mielerito gris” *Conirostrum cinereum*, y otras.

### **Ecosistemas del río arriba de los 3,800 msnm.**

#### **Lagunas alto andinas**

Las aves presentes son: “Pato crestón” *Anas specuparioides*, “Pato cordillerano” *Anas puna*, “Pato sutro” *Anas flavirostris*, “Gallareta andina” *Fulicaardesiaca*, “Gallareta gigante” *Fulica gigantea*, “Zambullidor pimpollo” *Rollandia rolland*, “Huallata” *Chloephaga melanoptera* y “Gaviota andina” *Larus serranus*. En aguas poco profundas es común ver “Huaco” *Nycticorax nycticorax*, “Yanavico” *Plegadis ridgwayi*, “Pata amarilla menor” *Tringa flavipes*, “Pata amarilla mayor” *Tringa melanoleuca* y “Cigüeñuela dorsiblanco” *Himantopus melanurus*.

Los peces más frecuentes son los del género *Orestias*, y el “Suche” *Trichomycterus rivulatu*, además de la “Trucha” *Oncorhynchus mykiss* como especie foránea.

## **CAPÍTULO III**

### **ASPECTOS LEGALES**

#### **3.1. A NIVEL NACIONAL (PERÚ)**

Constitución Política del Perú – Título III, Capítulo II: Del Ambiente y los Recursos Naturales.

- Ley del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (Decreto Legislativo N° 613)
- Ley del Consejo Nacional del Ambiente (CONAM Ley N° 26410)
- Reglamento de Organización y Funciones del CONAM, Decreto Supremo N° 022-2001-PCM
- Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, Ley N° 27446.
- Ley que regula los Pasivos Ambientales de la Actividad Minera: Ley N° 28271.  
Título XIII del Código Penal- Delitos Contra la Ecología
- Formalización de denuncias por los delitos tipificados en el Código Penal (Ley N° 26631)
- Ley de Áreas Naturales Protegidas (Ley N° 26834)
- Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades (ley N° 26786)
- Ley del Fondo Nacional del Ambiente (FONAM Ley N° 26793)
- Ley del Recurso Hídrico (Ley N° 29388)
- Ley General de Salud (ley N° 26842)
- Ley Orgánica para el Aprovechamiento de los Recursos Naturales (Ley N° 26821)
- Ley Sobre la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica Ley N° 26839)
- Ley Forestal y de Fauna Silvestre (Ley N° 27308)
- Ley General de Residuos Sólidos (Ley N° 27314)
- Decreto Supremo N° 056-97-PCM y 061-97-PCM- Casos en que aprobación de EIA o PAMA requieren opinión técnica del INRENA.

- Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada (1991)
- Ley de Tierras (195)
- Se regularon las actividades de exploración minera (D.S. N° 038-98-EM) (1998)
- Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación (2004)
- El año 2003, se establecen compromisos relacionados con el Desarrollo Sostenible (D.S. N° 042-2003-EM)

### **3.1.1. Normatividad General Ambiental en el Sector de Energía y Minas**

- Uniformizan procedimiento Administrativo ante la Dirección General de Asuntos Ambientales, aprobado por Decreto Supremo N° 053-99-EM.
- Reglamento de Participación Ciudadana en el Procedimiento de aprobación de los Estudios de Impacto Ambiental, a través de Audiencias Públicas aprobado a través de la Resolución Ministerial N° 728-99-EM/VMM.
- Exoneración del procedimiento de Audiencias Públicas a los Estudios de Impacto Ambiental, Resolución Ministerial N° 391-96-EM/SG.
- Aprobación de los Programas Especiales de Manejo Ambiental-PEMA, aprobado por Decreto Supremo N° 041-2001-EM.
- Resolución Directoral N° 032-97-EM/DGAA, aprueban ficha de declaración jurada para actualización de datos de empresa o entidades autorizadas a realizar EIA en el sector.
- Resolución Ministerial N° 580-98-EM/VMM, Registro de Entidades Autorizadas a realizar Estudios de Impacto Ambiental.
- Resolución Directoral N° 036-97-EM/DGAA, Presentación del Cronograma de acciones e inversiones y el porcentaje de avance físico mensualizado del PAMA.
- Reglamento de Consulta y Participación Ciudadana en el Procedimiento de Aprobación de los Estudios Ambientales en el Sector Energía y Minas (RM 596-2002-EM/DM)

Con respecto a la participación ciudadana:

- En 1996, Reglamento de Participación ciudadana en el procedimiento de aprobación de los estudios ambientales (R.M. N° 335-96-EM/VMM)

- En 1999, Reglamento de Participación Ciudadana en el Procedimiento de Aprobación de Estudios Ambientales (R.M. N° 728-99-EM/VMM)
- En el 2002, Reglamento de Consulta y Participación Ciudadana en el Procedimiento de Aprobación de los Estudios Ambientales (R.M. N° 596-2002-EM/DM)

### **3.1.2. A Nivel Mundial**

#### **3.1.2.1 Generalidades**

El impacto ambiental de la minería puede ser muy adverso si se carece de una adecuada tecnología preventiva y un marco regulador que funcione de manera apropiada.

La prevención de la contaminación, adoptada como principio en la gestión estratégica, ofrece la oportunidad de evitar o minimizar los efectos ambientales negativos de la actividad minera, a la vez que promueve la eficiencia económica en el diseño y ejecución de las operaciones.

A nivel interamericano, existen razones poderosas para que los países colaboren en el desarrollo de un marco hemisférico para la prevención de la contaminación como consecuencia de la minería metálica.

El comercio y la inversión en el sector se expanden cada vez más y muchos de los recursos naturales potencialmente amenazados por la actividad minera en la región, tienen características comunes o son incluso compartidos por los diferentes países. Asimismo, las empresas mineras operan como multinacionales.

Un enfoque interamericano de la regulación ambiental de la minería ayudaría a establecer reglas de juego comunes y evitaría la complejidad de tener estándares diferentes en las diferentes áreas de la región.

Para atender esta necesidad, el Environmental Law Institute, condujo un estudio de las legislaciones nacionales para la prevención de la contaminación en el sector minero.

Esta conducción se dio en colaboración con la Fundación Ambiente y Recursos Naturales (Argentina), Centro Especializado de Derecho y Política (Bolivia), Instituto Socio ambiental (Brasil), Canadian Institute for Environmental Law and Policy (Canadá), Comité Nacional Pro Defensa de la Fauna y Flora (Chile), Centro Mexicano de Derecho Ambiental (México) y Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (Perú).

El estudio analiza instrumentos legales tradicionales, tales como permisos, evaluaciones de impacto ambiental y fijación de estándares regulatorios, además de opciones de política como son la participación pública o el uso de incentivos económicos.

La Conferencia de Estocolmo realizada del 5 al 16 de junio de 1972, incluyó la participación de 113 países y docenas de observadores, pero la Unión Soviética y algunos pocos países de Europa del Este boicotearon la conferencia en protesta ante estipulaciones que excluyeron algunos países de su región de participar en la conferencia en iguales términos que otros países.

Por resoluciones especiales, la Conferencia de Estocolmo designó el 5 de junio como el Día Mundial del Ambiente, declaró 26 principios para la conservación de la naturaleza, la protección de las especies y los derechos humanos; ampliamente estimuló una mejor integración de las políticas de desarrollo y ambiente para fomentar más formas sostenibles de desarrollo; y estableció el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Representantes a la primera conferencia del PNUMA al año siguiente, unánimemente acordaron que a los temas de ambiente y desarrollo se les debía asignar la prioridad más alta, exigiendo la integración central de consideraciones ambientales en todas las agendas.

La Estrategia Mundial para la Conservación (WCS), emitida por el Foro Mundial de Conservación (UICN) en 1980, contenía un enfoque sistemático hacia el desarrollo enfocado en el manejo ecológico de los recursos vivos, para asegurar la continuidad

de la vida y biodiversidad para la satisfacción de las necesidades humanas del presente y futuro.

El reporte de la WCED (Nuestro Futuro Común-Brundtland Report), formó la fundación para la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo (UNCED), también conocida como la Cumbre de la Tierra, realizada en Río de Janeiro del 3 al 14 de Junio de 1992.

El WSSD (Cumbre Mundial Sobre el Desarrollo Sostenible) trató de evaluar cuanto han avanzado las naciones en el camino del desarrollo sostenible para identificar los límites que hemos afrontado y formular los próximos pasos que debemos tomar para afrontar la situación mundial actual.

Adicionalmente, el propósito de la WSSD fue renovar los compromisos hechos por los líderes mundiales en Rio diez años atrás y determinar prioridades de acción futura relacionadas con los temas tratados en reuniones anteriores, así como también temas que han surgido recientemente.

### **3.1.2.2. Valores Guía de Calidad de Aguas (FAO)**

Las guías de calidad de aguas enfatizan la influencia de la calidad del agua en el corto plazo sobre los cultivos, condiciones del suelo. Comúnmente, no se experimentan o reconocen problemas cuando se emplea agua con valores menores a los que se presentan como “sin restricción”. Con restricciones en el rango de leve a moderado, se incrementa gradualmente el cuidado en la selección del cultivo y en las estrategias para alcanzar un total potencial de la producción. Del otro lado, si se emplea el agua que contiene valores iguales o mayores de mostrados como “restricción severa”, el usuario del agua experimentará problemas con los cultivos, pero aunque se diseñen estrategias para hacer frente a esa deficiente calidad del agua, se requiere un alto grado de manejo para obtener una producción aceptable. Si los valores de calidad de agua se acercan o exceden a los considerados en la categoría de severa restricción, es recomendable que antes de empezar a emplear esa agua en un proyecto grande, se desarrollen una serie de estudios para determinar los costos de

las técnicas de cultivo a emplearse

**Cuadro N° 3.1**  
**Valores Guía para Calidad del Agua para Irrigación**

PARÁMETROS	ABREVIATURAS	RESTRICCIÓN		
		NINGUNA	LIGERA A MODERADA	SEVERA
Boro (ppm)	B	< 0,7	0,7 – 3,00	> 3,00
Cloruros (meq/l)	Cl	<4,0	4,0 – 10,00	>10,00

Fuente: Palacios y Aceves. 1972

### **Concentraciones máximas recomendadas en Aguas de Riego**

Las Concentraciones presentadas han sido establecidas considerando la acumulación en el tiempo de las trazas de elementos en el suelo y para proteger el suelo agrícola de daños irreversibles. Bajo prácticas de irrigación normales, los valores sugeridos previenen la acumulación que puede limitar la futura producción de cultivos o el uso del producto. Las Concentraciones que se presentan en el Cuadro N° 3.1, han sido adaptados de la Academia Nacional de Ciencias de U.S.A. (1972) y de Pratt (1972), y fueron presentados en “Calidad de Aguas para Agricultura” de la FAO (1989).

#### **3.1.2.3 Normas Internacionales de Control Ambiental**

##### **a) ISO 14001**

La ISO 14000 es una serie de normas internacionales para la gestión medio ambiental. Es la primera serie de normas que permite a las organizaciones de todo el mundo realizar esfuerzos medio ambientales y medir la actualización de acuerdo a los criterios aceptado internacionalmente.

La ISO 14001 es una norma voluntaria y fue desarrollada por la Organización Internacional de Estandarización (ISO) en Ginebra. La ISO 14001 puede ser aplicable a organizaciones de todo tipo y dimensiones, además de albergar diversas condiciones geográficas, culturales y sociales.

El objetivo general de la ISO 14001 así como todas las normas de la serie ISO 14000 es apoyar la protección medio ambiental y la prevención de la

contaminación en armonía con las necesidades socioeconómicas. La ISO 14001 se aplica a cualquier organización que desee mejorar y demostrar a otros su actuación medio ambiental, mediante un sistema medioambiental certificado.

Las Normas ISO 14000, son básicamente de dos tipos: lineamientos y especificaciones; de las cuales solo la ISO 14001 es una norma de especificación que es un modelo de Sistema de Gestión Ambiental.

Al implementar la norma ISO 14001 se consigue lo siguiente:

- Definir los aspectos e impactos ambientales significativos para la organización.
- Plantear objetivos y metas para demostrar desempeño ambiental.
- Establecer programas de administración ambiental.
- Definir la política ambiental de la organización.

Ventajas de la Certificación:

- Implementar, mantener y mejorar un Sistema de Administración Ambiental.
- Es la evidencia para la comunidad, o cualquier parte interesada, de un sano desempeño ambiental que respalda la imagen de la empresa.
- Actualmente, se ejerce presión y estímulo proveniente de las autoridades ambientales y otras comunidades, para lograr un desempeño ambiental sano y la conservación de los pocos recursos naturales que poseemos.

#### **b) ISO 26000 (Responsabilidad Social)**

Hasta hace una década atrás, el énfasis estaba centrado en los estándares de calidad de productos. Sin embargo, a partir de la ISO 4000 se incorpora la variable ambiental dentro de la categoría de estandarización. Con la ISO 26000 sobre Responsabilidad Social, cuyo objetivo integral es económico, ambiental y social, se entra a la tercera generación de estándares internacionales.



La Responsabilidad Social ha sido impulsada con mucha fuerza fundamentalmente por organismos multinacionales, en base a criterios desarrollados en Europa y Norteamérica, y se ha ido consolidando a partir de la difusión durante la década pasada del concepto de desarrollo sostenible.

Esta norma aun se encuentra en proceso de formulación. El desarrollo de esta norma es una decisión tomada y ya ha sido lanzada; cuando se adoptó esta determinación, la ISO estableció un marco de referencia para su formulación, el cual en su mayor parte fue ratificado en la primera reunión plenaria efectuada en Brasil en marzo del 2005.

## **DECRETOS ESPECÍFICOS**

### **3.1.2.4. Decretos en el Sector Sub- Minero**

- Resolución Directoral N° 440-2004-MEM/AAM: Aprobación de Formatos de Declaración de Impacto Ambiental.
- Reglamento de Protección Ambiental para las Actividades Mineras, aprobado a través del D.S. 016-93-EM modificado por D.S. 059-93-EM.
- Modelo de Contrato de Estabilidad Administrativa en base al PAMA de las Actividades Minero Metalúrgicas (Resolución Ministerial N° 292-97-EM/VMM).
- Reglamento Ambiental para las Actividades de Exploración Minera (Decreto Supremo N° 038-98-EM)
- Modificación del Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades Minero Metalúrgicas aprobado por Decreto Supremo N° 058-99-EM.
- Ley de Fiscalización Minera aprobada a través de la Ley N° 27474.
- Resolución Ministerial N° 315-96-EM/VMM, aprueba los Niveles Máximos Permisibles de Emisiones de gases y partículas para las Actividades Minero Metalúrgico.
- Resolución Directoral N° 016-95-EM/DGAA Formulario de la Declaración Jurada PAMA, para Pequeños Productores Mineros.
- Resolución Ministerial N° 353-2000-EM/VMM, Escala de Multas y Penalidades por incumplimiento del TUO de la Ley General de Minería y Normas Reglamentarias.

- 1993, 2003, Planes de Cierre para las operaciones de minado subterráneo y a cielo abierto (Ley N° 28098)

Con respecto a las empresas consultoras:

- 1992, Registro de Entidades Autorizadas a realizar EIA (R.M. N° 143-92-EM/VMM)
- 1998, Registro de Entidades Autorizadas a realizar EIA (R.M. N° 580-98-EM/VMM)
- 2003, Registro de Entidades Autorizadas a realizar Planes de Cierre (R.M. N° 627-2003-MEM/DM)

### **3.1.2.5. Legislación en la Prevención de la Contaminación Minera**

Las leyes, políticas y técnicas de gestión son fundamentales para hacer de la prevención un componente clave en las operaciones mineras sostenibles.

En ese sentido, muchas de las aproximaciones legales y de política existentes pueden requerir la identificación e integración de la prevención de la contaminación en las operaciones de minería metálica.

En esta parte del estudio, se identifica el universo de instrumentos y políticas a utilizar para fomentar dicha prevención. Asimismo, se explica las diversas funciones que cada tipo de instrumento legal, de diseñarse de manera apropiada puede desempeñar como soporte de un programa de prevención de la contaminación.

Se tienen los siguientes Instrumentos Legales y Políticas:

#### **a) Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**

Se adoptó a partir de 1993. Comienza con el estudio de la línea base que permite identificar las posibles fuentes de contaminación en un proyecto e implementar los procesos de mitigación de dichas fuentes contaminantes.

El propósito de llevar a cabo un EIA es establecer las condiciones ambientales existentes, dentro y en el ámbito de influencia del proyecto para evaluar posibles impactos que pueden ser ocasionados por el proyecto e identificar las medidas de

mitigación necesarias que serán necesarias para eliminar o minimizar los impactos a niveles aceptables.

Un proceso de EIA se compone básicamente de los 5 pasos siguientes:

- Establecer las condiciones ambientales existentes.
- Identificar anticipadamente los tipos de impacto, utilizando las metodologías más apropiadas al tipo de proyecto y a su naturaleza.
- Estimar la extensión y magnitud de los impactos previstos.
- Interpretar el significado de los impactos.
- Comunicar los resultados a la autoridad pertinente.

Las categorías ambientales de análisis y evaluación que pueden ser afectadas por las operaciones de beneficio y minería son:

- Ambiente Físico: aire, agua, tierra y recursos.
- Ambiente Biológico: ecosistemas terrestres y acuáticos
- Ambiente Socio – Económicos
- Ambiente de Interés Humano

#### **b) Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA)**

Se adoptó a partir de 1993. El propósito del PAMA es mitigar y prevenir el deterioro ambiental futuro causado por las operaciones mineras y de beneficio existentes. La mitigación incluye el logro de la reducción en la concentración de los contaminantes liberados por las operaciones de minería y beneficio en el ambiente a niveles iguales o menores a los límites máximos permisibles (LMPs) ordenados y establecidos legalmente por el MEM (La Autoridad Competente).

Los PAMA deben desarrollarse en cinco años, con la excepción de algunas operaciones como las de fundición, para las que el plazo de adecuación es de diez años. Las empresas mineras deben realizar una inversión anual mínima del 1% de los ingresos del año respectivo para llevar a cabo el programa.

Las autoridades tienen un plazo de cuatro meses para aprobar un PAMA y su silencio se interpreta como aprobatorio. El proceso no ofrece al público posibilidades de participar ni en la elaboración ni en la aprobación.

Los planes de cierre de mina son requeridos en Perú como parte del EIA o el PAMA. Sin embargo, las recomendaciones en las guías de gestión ambiental para dichos planes se concentran en el tratamiento y disposición de residuos y no exigen ninguna medida preventiva.

### **3.1.2.6. Integración de Instrumentos Legales en una estrategia de prevención**

#### **a) En la Fase de Exploración**

Los Instrumentos Legales, de Política y de Gestión son los siguientes:

- Evaluación de Impacto Ambiental para identificar los impactos potenciales de un proyecto antes de que se lleve a cabo.
- Estándares para prevenir el drenaje ácido y la clasificación de residuos.
- Estándares para regular la construcción de las instalaciones y la operación de las mismas, así como las unidades de manejo de residuos.
- Estándares regulatorios para la prevención.
- Sistemas de gestión ambiental que dispongan sobre la manipulación de sustancias tóxicas.
- Incentivos económicos y seguridades financieras que garanticen una completa restauración.
- Planificación para las etapas de explotación, cierre y post- cierre.
- Exigir monitoreo e información sobre los derrames.
- Restricciones en el uso de suelos, en base a la naturaleza y uso preexistente del terreno.

#### **b) En la Fase de Explotación y de Cierre**

- Uso de EIAs y requisitos de planificación y autorización para evitar la creación de problemas ambientales en el largo plazo.

- Incorporación de estándares para el cierre en el diseño del proyecto para establecer un tope clave en base al cual evaluar la conducta e imponer responsabilidades ante los incumplimientos.

### **3.1.3 Ley N° 29338 “Ley de Recursos Hídricos”**

De acuerdo a la primera disposición Complementaria Transitoria entra en vigencia a partir del 01 de abril del 2009

**Decreto Supremo N° 023-2009 –MINAM**, del 19 de diciembre del 2009 aprueban Disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de la Calidad Ambiental (ECA) para Agua.

#### **Clasificación de los cursos de agua según sus usos**

La Resolución Jefatural N° 002-2010-ANA-Anexo N° 1, contiene la clasificación de los cuerpos de agua superficiales y marino-costeros, en el caso del río Chillón se definen por tramos de la manera siguiente:

- a) Tramo naciente hasta la planta de tratamiento SEDAPAL  
 \***Categoría 1:** “Poblacional y Recreacional” \***Subcategoría A2** “Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional
- b) Aguas abajo de la planta de tratamiento SEDAPAL hasta su desembocadura  
 \***Categoría 3:** “Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto”

### **3.1.4. Vigencia de la Ley General de Aguas**

La norma más importante de la legislación peruana en materia de recursos hídricos hasta el 2009 fue la Ley General de Aguas. Decreto Ley N° 17752, promulgada en Julio del 1969, en los inicios del Gobierno Militar que llevó adelante un importante proceso de reformas en la economía y la sociedad peruana, esta Ley General de Aguas estableció como norma fundamental que todas las aguas, sin excepción y cualquiera fuera su estado físico y ubicación, pertenecen al Estado, tomando clara distancia del hasta entonces vigente Código de Aguas de 1902.

La Ley General de Aguas sufrió algunos cambios durante sus casi 40 años de vigencia. Los principales estaban contenidos en el Decreto Legislativo N° 653, promulgado en 1991, durante el Gobierno de Alberto Fujimori. Con este Decreto Legislativo se crearon las Autoridades Autónomas de Cuenca Hidrográfica (alterando la organización estatal establecida en 1969) y se rompió la lógica de la Ley, particularmente afectando el principio de aleatoriedad en el uso del agua.

Los cambios más importantes, sin embargo, se produjeron en la reglamentación de la Ley General de Aguas, la que se dio por partes, haciendo en total 9 reglamentos, los cuales han sufrido numerosos cambios en estos años. Entre los aspectos más alterados estaban los relativos a las organizaciones de usuarios, a las cuales se les transfirió paulatinamente mayores funciones y responsabilidades. Como parte de ese proceso de modificación paulatina de la legislación de aguas se trató de impulsar desde el Gobierno, entre 1993 y 1997, la aprobación de la nueva Ley de Aguas.

La vigencia de una nueva Constitución en 1993 y la aprobación de la Ley Orgánica de Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales, en 1997, llevaron a la necesidad de una revisión y modificación de la Ley General de Aguas. Superados los intentos de Fujimori por aprobar una nueva Ley de claro corte liberal a partir del 2002 se retomó los intentos oficiales por su modificación. Recién en el 2004 el Congreso asumió esta responsabilidad, pero sin mayor compromiso, en el año 2008 el gobierno de Alan García aprobó varios decretos legislativos (entre ellos el 1081 y el 1083) que modificaban el marco legislativo relativo al agua. Finalmente, en marzo del 2009 el Congreso aprobó la Ley de Recursos Hídricos Ley N° 29338, derogando la Ley General de Aguas.

### **3.1.5. Estándar de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisible**

#### **(LMP):**

El Estándar de Calidad Ambiental (ECA) y el Límite Máximo Permisible (LMP), son instrumentos de gestión que consisten en parámetros y obligaciones que buscan regular y proteger la salud pública y la calidad ambiental en que vivimos, permitiéndose a la autoridad ambiental desarrollar acciones de control, seguimiento y fiscalización de los efectos causados por las actividades humanas

**A.-Límite Máximo Permisible (LMP).**- Mide la concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida puede causar daños a la salud, bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente, y es establecido por las autoridades sectoriales competentes.

### **B.- Estándares de calidad del agua**

**Estándar de Calidad Ambiental (ECA).**- Son indicadores de calidad ambiental, miden la concentración de elementos, sustancias o parámetros, físicos, químicos y biológicos presentes en el aire, agua, o suelo en su calidad de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni del ambiente

Una de las diferencias es que la medición de un ECA se realiza directamente en los cuerpos receptores, mientras que un LMP se hace en los puntos de emisión y vertimiento. Sin embargo, ambos instrumentos son indicadores que permiten a través del análisis de sus resultados, establecer políticas ambientales (ECA) y correcciones el accionar de alguna actividad específica (LMP).

**Gráfico N° 3.1**

### **Estándares de calidad del agua y Autoridad Nacional del Agua**



### **3.1.7. Autoridad Sanitaria**

La Autoridad Sanitaria, por su parte, es el Ministerio de Salud a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), a quien mediante DS N° 023-2005-SA de 2006, le fuera encargada la responsabilidad de velar por la preservación de la calidad del recurso hídrico, vía la formulación de políticas nacionales de salud ambiental, el establecimiento de normas técnicas sanitarias para el manejo, reuso y vertimiento de aguas residuales domésticas, la vigilancia de la calidad sanitaria de los sistemas de agua potable, así como del agua como recurso, controlar a los agentes contaminantes, registrar y controlar los vertimientos y evaluar los riesgos ambientales, para lo cual se vale de instrumentos tales como los Límites Máximos Permisibles (LMP) y los Estándares de Calidad Ambiental (ECA).

Sobre esta base, la DIGESA evalúa y otorga la Autorización Sanitaria para el reuso o vertimiento de las aguas residuales en los cuerpos de agua, responsabilidad que comparte con los sectores, quienes son los responsables de aprobar los Estudios de Impacto Ambiental (EIA), para proyectos nuevos, o Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA), para proyectos en operación, como requisito previo a la entrega de la citada autorización.

En este escenario, en mayo de 2008 mediante Decreto Legislativo N° 1013 se crea el Ministerio del Ambiente (MINAM) como ente rector de la política ambiental nacional, cuyo objeto es la conservación y uso sostenible de los recursos naturales, prevenir y revertir su degradación y la del ambiente, supervisar, fiscalizar y sancionar el incumplimiento de la normatividad ambiental. Para ejercer estas funciones, el Concejo Nacional del Ambiente (CONAM) se fusiona con el Ministerio del Ambiente y la DIGESA transfiere sus funciones ambientales preservando aquellas en materia sanitaria, dicha transferencia se hizo efectiva a fines del 2008.

Si bien la Ley General de Aguas de 1969 desarrolló algunos puntos relacionados con el tema ambiental, es con la aprobación de la Ley General del Ambiente mediante Ley N° 28611 de 2005 que se ordena el marco legal para la gestión ambiental en el



Perú, así como los roles de cada uno de los actores y desarrolla integralmente los lineamientos e instrumentos para su implementación.

Esta Ley es la norma fundamental para la protección de la calidad del agua como recurso a través de la definición de instrumentos para regular el vertimiento, tratamiento y reutilización de las aguas residuales, declarándose al Estado como promotor del uso de las mismas con fines productivos.

Asimismo, la Ley establece que el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento es responsable de la vigilancia y sanción por el incumplimiento de los LMP en los residuos líquidos domésticos que se vierten al sistema de alcantarillado, en coordinación con las autoridades sectoriales, y que el tratamiento de las aguas residuales o servidas de origen industrial puede ser efectuado directamente por el generador, a través de terceros debidamente autorizados o a través de las entidades responsables de los servicios de saneamiento, con sujeción al marco legal vigente sobre la materia, es decir, a los LMP cuyos valores se encuentran en Reglamento de Desagües Industriales aprobado por Decreto Ley N° 28-60-SAPL de 1960, vigente hasta la fecha.

### Cuadro N° 3.2

#### Cronograma de priorización para la aprobación de los ECA y LMP Ajustado a la creación del Ministerio del Ambiente (MINAM) ECA o LMP

ECA o LMP	Responsable			Plazo	Norma que reemplaza	Situación
	Elaboración	Opinión	Aprobación			
ECA para el agua, con alrededor de 80 parámetros agrupados por uso en cuatro categorías	MINAM	INRENA y DIGESA	MINAM	Noviembre de 2006	Art. 81° y 82° del Reglamento de la LGA	Aprobado por D.S. N° 002-2008-MINAM
LMP de plantas de tratamiento de efluentes líquidos de fuentes domésticas	MINAM	VIVIENDA	MINAM	Enero de 2008	No existe	Pendiente
LMP de fuentes industriales en las redes colectoras de aguas residuales				Julio de 2007	Reglamento de Desagües Industriales	Presentado el 6 de setiembre de 2007

Fuente: Resolución 029-2006-CONAM/CD, D.S. 002-2008-MINAM

**Cuadro N° 3.3****Marco Legal**

<b>Normatividad General</b>		
<b>Normatividad Legal</b>	<b>Fecha</b>	<b>Descripción</b>
Constitución Política del Perú	1993	Constitución Política de 1993, Título III, Capítulo II “Del Ambiente y los recursos Naturales”
Ley N° 26842	20/07/97	Ley General de Salud
Ley N° 28611	13/09/05	Ley General del Ambiente
Dec. Leg. N° 1055	27/06/08	Modificación de la Ley General del Ambiente
Ley N° 29263	01/10/08	Modificación de la Ley General del Ambiente
D.S. N° 016-93-EM	28/04/93	Reglamento de Protección Ambiental en la Actividad Minero – Metalúrgico
<b>Normatividad General</b>		
<b>Normatividad Legal</b>	<b>Fecha</b>	<b>Descripción</b>
D.S. N° 059-93-EM	10/04/93	Modificación del Reglamento de Protección Ambiental en la actividad minero Metalúrgica
D.S. N° 020-2008-EM	02/04/08	Reglamento Ambiental para las Actividades de Exploración Minera
D.S. N° 028-2008-EM	27/05/08	Reglamento de Consulta y Participación Ciudadana en el Subsector minero
R.M. N° 304-2008-EM/DM	26/06/08	Norma Complementaria al D.S. N° 028-2008-EM que detalla los mecanismos de participación ciudadana en el subsector minero
Ley N° 29338	31/03/09	Ley de Recursos Hídricos
D.S. N° 002-2008-MINAM	31/07/08	Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua
R.M. N° 011-96-EM/VMM (derogada en partes)	13/01/96	Niveles Máximos Permisibles para Efluentes Líquidos de las Actividades Minero- Metalúrgicas
R.M. N° 010-2010-MINAM	20/08/10	Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes líquidos de Actividades Minero- Metalúrgicas
R.M. N° 030-2011-MINAM	19/01/11	Términos de referencia conforme a los cuales se elaborará el Plan de Implementación para el Cumplimiento de los Límites Máximos (LMP), para la descarga de efluentes líquidos de Actividades Minero- Metalúrgicas.

**Cuadro N°3.4**  
**Estándares de calidad Ambiental del Agua, ECA- Agua- Categoría 3:**  
**Parámetros para riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto**

Parámetros	Unidad	Valor
<b>Fisicoquímicos</b>		
Bicarbonatos	mg/l	370
Calcio	mg/l	200
Carbonatos	mg/l	5
Cloruros	mg/l	100-700
Conductividad	uS/cm	<2000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	15
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	40
Fluoruros	mg/l	1
Fosfatos- P	mg/l	1
Nitratos (NO <sub>3</sub> -N)	mg/l	10
Nitratos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/l	0.06
Oxígeno disuelto	mg/l	<=4
pH	u.e.	6.5 – 8.5
Sodio	mg/l	200
Sulfatos	mg/l	300
Sulfuros	mg/l	0.05
<b>Inorgánicos</b>		
Aluminio	mg/l	-
Arsénico	mg/l	0.05
Barrio total	mg/l	0.7
Boro	mg/l	0.5-6
Cadmio	mg/l	0.005
Cianuro Wad	mg/l	0.1
Cobalto	mg/l	0.05
Cobre	mg/l	0.2
Cromo (6+)	mg/l	0.1
Hierro	mg/l	1
Litio	mg/l	2.5
Magnesio	mg/l	150
Manganeso	mg/l	0.2
Mercurio	mg/l	0.001
Níquel	mg/l	0.2
Plata	mg/l	0.05
Plomo	mg/l	0.05
Selenio	mg/l	0.05
Zinc	mg/l	2
<b>Orgánicos</b>		
Aceites y grasas	mg/l	1
Fenoles	mg/l	0.001
S.A.A.M. (detergentes)	mg/l	1
<b>PLAGUICIDAS</b>		
Aldicarb	ug/l	1
Aldrin (CAS 309-00-2)	ug/l	0.004
Clordano (CAS 57-74-9)	ug/l	0.3
DDT	ug/l	0.001
Dieldrin (N° CAS 72-20-8)	ug/l	0.7
Endrin	ug/l	0.004

**Cuadro N°3.5**  
**Parámetros para riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto**

Parámetros	Unidad	Valor
Endosulfán	ug/l	0.02
Heptacloro (N° CAS 76-44-8) y Heptacloripoxido	ug/l	0.1
Lindano	ug/l	4
Paration	ug/l	7.5

**Cuadro N°3.6**  
**Categoría 3: Parámetros para riego de vegetales y bebidas de animales**

Parámetros para Riego de Vegetales			
Parámetros	Unidad	Vegetales Tallo bajo	Vegetales Tallo alto
		Valor	Valor
<b>Biológicos</b>			
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	1000	2000
Coliformes totales	NMP/100 ml	5000	5000
Enterococos	NMP/100 ml	20	100
Escherichiacoli	NMP/100 ml	100	100
Huevos de helmintos	Huevos/ litro	<1	<1
Salmonella sp.		Ausente	Ausente
Vibriocholerae		Ausente	Ausente
<b>Parámetros para bebidas de Animales</b>			
Parámetros	Unidad	Valor	
<b>Fisicoquímicos</b>			
Conductividad	uS/cm	<= 500	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	<= 15	
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	40	
Fluoruros	mg/l	2	
Nitratos (NO <sub>3</sub> -N)	mg/l	50	
Nitratos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/l	1	
Oxígeno disuelto	mg/l	>5	
pH		6.5 – 8.4	
Sulfatos	mg/l	500	
Sulfuros	mg/l	0.05	
<b>Inorgánicos</b>			
Aluminio	mg/l	5	
Arsénico	mg/l	0.1	
Berilio	mg/l	0.1	
Boro	mg/l	5	
Cadmio	mg/l	0.01	
Cianuro WAD	mg/l	0.1	
Cobalto	mg/l	1	
Cobre	mg/l	0.5	
Cromo (6+)	mg/l	0.5	
Hierro	mg/l	1	
Litio	mg/l	2.5	
Magnesio	mg/l	150	

Manganeso	mg/l	0.2
Mercurio	mg/l	0.001
Níquel	mg/l	0.2
Plata	mg/l	0.05
Plomo	mg/l	0.05
Selenio	mg/l	0.05
Zinc	mg/l	24
<b>Orgánicos</b>		
Aceites y grasas	mg/l	1
Fenoles	mg/l	0.001
S.A.A.M. (detergentes)	mg/l	1
<b>Plaguicidas</b>		
Aldicarb	ug/l	1
Aldrin (CAS 309-00-2)	ug/l	0.03
Clordano (CAS 57-74-9)	ug/l	0.3
DDT	ug/l	1
Dieldrin (N° CAS 72-20-8)	ug/l	0.7
Endrin	ug/l	0.004
Endosulfán	ug/l	0.02
Heptacloro (N° CAS 76-44-8) y	ug/l	0.1
Lindano	ug/l	4
Paration	ug/l	7.5
<b>Biológicos</b>		
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	1,000
Coliformes totales	NMP/100 ml	5,000
Enterococos	NMP/100 ml	20
Escheriachioli	NMP/100 ml	100
Huevos de Helminthos	Huevos/litro	<1
Salmonella sp.	Ausente	
Vibriocholerae	Ausente	

**Nota:**

**NMP/100:** Números más probable en 100 MI

**Vegetales de Tallo Alto:** Son plantas Cultivadas o no, de portye arbustico o arbóreo y tiene una buena longitud de tallo, las especies leñosas y forestales tiene un sistema radicular pivotante profundo (1 a 20metros).Ejemplo Forestales, árboles frutales, etc.

**Vegetales de Tallo bajo:** Son plantas cultivables o no porte herbáceo, debido a su poca longitud de tallo alcanzan poca altura. Usualmente, las especies herbaceas de porte bajo tienen un sistema radicular difuso o fibroso, poco profundo (10 a50 cm).Ejemplo: Hortalizas y verduras de tallo corto, como ajo, lechuga, fresas, col, repollo, apio y alverja, etc.

**Animales mayores:** Entiéndase como animales mayores a vacunos, ovinos, porcinos, camélidos y equinos, etc.

**Animales menores:** Entiéndase como animales menores a caprinos, cuyes, aves y conejos

**SAAM:** Sustancias activas de azul de metilo

## CAPÍTULO IV

### CLIMATOLOGÍA

#### 4.1. PARÁMETROS HIDROLÓGICOS DE LOS ÚLTIMOS 30 AÑOS EN (mm)

**Cuadro N° 4.1**

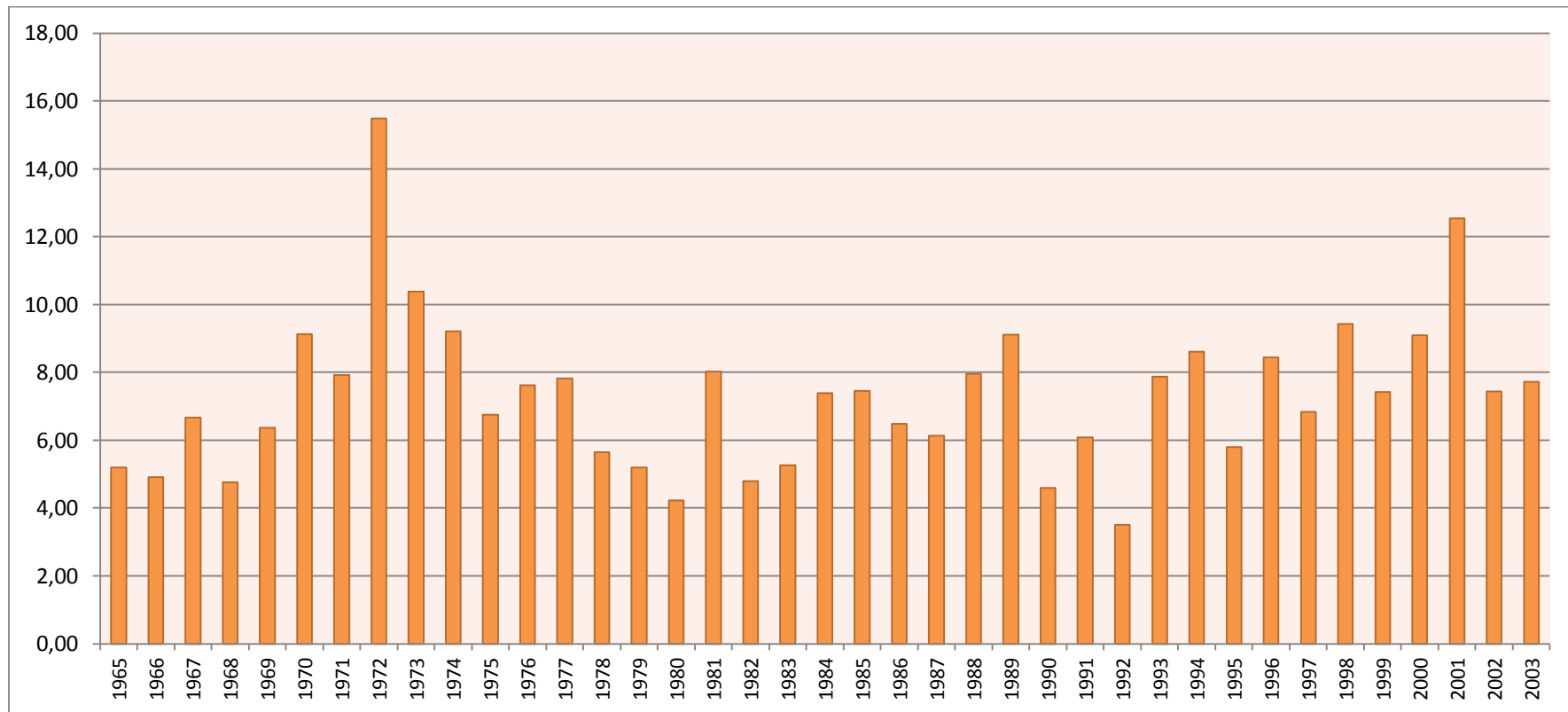
**Parámetros Hidrológicos de la Estación Puente Magdalena**

ESTACIÓN PTE.MAGDALENA	LATITUD 11 42 Sur
CUENCA CHILLON	LONGITUD 76 51 Oeste
RIO CHILLON	ELEVACION 950 m.s.n.m
AREA CUENCA 1241 Km. <sup>2</sup>	FUENTE SENAMHI
5.8951 lps/Km <sup>2</sup>	

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media
1965	3.27	14.33	14.53	6.84	3.86	2.57	1.95	1.80	1.88	2.54	3.18	5.59	5.20
1966	8.02	7.44	9.65	8.92	3.41	2.35	1.46	1.35	1.67	2.64	3.93	8.04	4.91
1967	6.06	16.31	23.84	9.02	5.22	2.94	2.86	1.71	2.08	2.82	2.60	4.57	6.67
1968	7.57	9.27	14.17	9.85	1.66	1.25	1.20	1.24	2.15	2.54	2.57	3.59	4.76
1969	3.74	9.14	21.65	14.72	2.02	0.72	1.03	0.95	1.32	3.38	2.65	15.01	6.36
1970	41.05	13.95	13.05	10.91	8.73	4.80	1.54	1.19	2.49	3.03	2.61	7.11	9.13
1971	25.98	17.50	19.53	11.23	3.30	1.59	0.97	0.89	0.91	2.65	2.36	8.30	7.93
1972	26.58	25.46	84.91	17.91	4.74	4.02	2.65	2.39	2.15	3.05	2.77	9.21	15.49
1973	28.44	19.89	29.93	13.63	6.01	2.73	2.27	1.63	1.70	4.07	4.26	10.09	10.39
1974	16.36	16.81	39.27	8.87	5.76	5.32	2.95	1.91	3.42	3.85	2.59	3.40	9.21
1975	6.31	7.97	35.03	9.85	4.62	1.98	1.71	1.64	1.87	2.06	3.47	4.53	6.75
1976	13.19	23.69	21.04	8.52	4.25	4.27	2.26	2.67	2.34	2.19	2.37	4.59	7.62
1977	4.58	30.63	26.44	10.21	2.78	2.14	1.52	1.52	2.09	2.45	5.30	4.15	7.82
1978	6.47	18.59	13.59	7.70	2.48	1.43	2.09	2.75	1.59	2.84	2.70	5.44	5.64
1979	2.65	9.18	23.31	7.53	3.23	2.12	1.93	1.52	0.95	2.46	3.86	3.66	5.20
1980	4.67	4.85	10.75	10.67	2.91	1.81	1.22	1.58	2.08	3.01	3.56	3.58	4.22
1981	7.50	28.67	22.26	8.72	5.47	3.48	2.50	1.80	3.15	2.80	3.60	6.30	8.02
1982	5.71	12.28	9.03	9.48	4.86	1.61	1.30	1.14	1.92	2.94	3.30	4.01	4.80
1983	6.85	5.21	12.20	13.92	5.03	2.62	1.81	1.44	1.37	2.36	3.20	7.26	5.27
1984	9.30	21.71	15.32	10.45	4.87	2.83	1.77	0.94	2.59	3.35	4.06	11.51	7.39
1985	4.74	10.68	21.78	15.14	8.04	5.81	4.89	4.17	4.57	3.07	2.80	3.85	7.46
1986	10.44	14.66	11.75	11.13	6.38	3.78	3.05	2.63	2.86	3.61	2.77	4.87	6.49
1987	16.37	18.48	10.52	4.37	3.07	2.39	1.99	1.11	2.62	2.70	2.79	7.30	6.14
1988	13.47	24.36	11.04	14.61	9.64	6.70	3.12	1.87	2.98	2.67	1.86	3.06	7.95
1989	11.65	36.21	23.61	11.73	5.80	3.28	2.30	1.57	1.95	3.28	4.70	3.27	9.11
1990	4.21	6.18	5.15	2.19	2.35	1.17	0.91	1.65	1.96	2.96	15.50	11.00	4.60
1991	8.29	11.45	22.05	7.49	3.75	3.05	1.88	2.58	2.61	3.19	2.79	3.84	6.08
1992	2.66	5.00	7.50	4.89	4.19	2.30	0.84	0.82	1.11	2.90	3.90	6.00	3.51
1993	4.08	16.69	15.73	18.35	5.00	3.30	3.34	2.58	3.55	4.42	4.04	13.45	7.88
1994	13.04	20.43	20.63	11.04	6.73	5.96	4.71	3.66	3.19	4.38	3.36	6.13	8.61
1995	8.47	10.34	10.74	12.49	3.89	2.61	3.05	2.17	3.28	2.75	3.13	6.66	5.80
1996	12.40	24.60	24.23	15.46	4.41	2.63	2.28	1.96	1.99	2.97	3.49	4.95	8.45
1997	6.28	17.10	13.65	7.23	4.69	3.30	3.30	2.27	3.12	3.08	3.17	14.82	6.83
1998	20.56	20.86	29.69	14.79	5.36	3.37	2.62	2.04	2.90	2.71	3.86	4.45	9.43
1999	7.33	18.56	17.72	13.76	6.09	3.35	2.09	1.74	2.40	2.78	2.96	10.24	7.42
2000	13.75	16.81	31.61	16.40	6.81	3.50	2.25	1.49	1.92	2.27	2.73	9.52	9.09
2001	43.53	20.12	41.26	13.73	5.84	3.56	2.88	2.10	5.70	2.65	2.97	6.13	12.54
2002	6.91	16.67	17.74	14.02	6.34	3.61	2.70	1.70	2.45	2.80	3.85	10.32	7.43
2003	12.12	19.09	20.91	11.74	5.21	4.08	2.48	2.43	2.19	3.15	2.63	6.73	7.73
Media	11.66	16.42	20.94	11.01	4.84	3.09	2.25	1.86	2.39	2.96	3.54	6.83	7.32

Fuente: SENAMHI

**Gráfico N° 4.1**  
**Parámetros Hidrológicos - Estación Pte.Magdalena (mm)**



Fuente:Elaboración propia

### Cuadro N° 4.2 Parámetros Hidrológicos de la Estación Pariacancha en (mm)

DESCARGAS MEDIAS MENSUALES CUENCA ALTA DEL RIO CHILLON

ESTACIÓN: PARIACANCHA

LATITUD: 11°23' Sur

CUENCA: CHILLON

LONGITUD: 76°31' Oeste

RIO: CHILLON

ELEVACION: 3800m.s.n.m

AREA CUENCA

152Km<sup>2</sup>15.768 lps/Km<sup>2</sup>

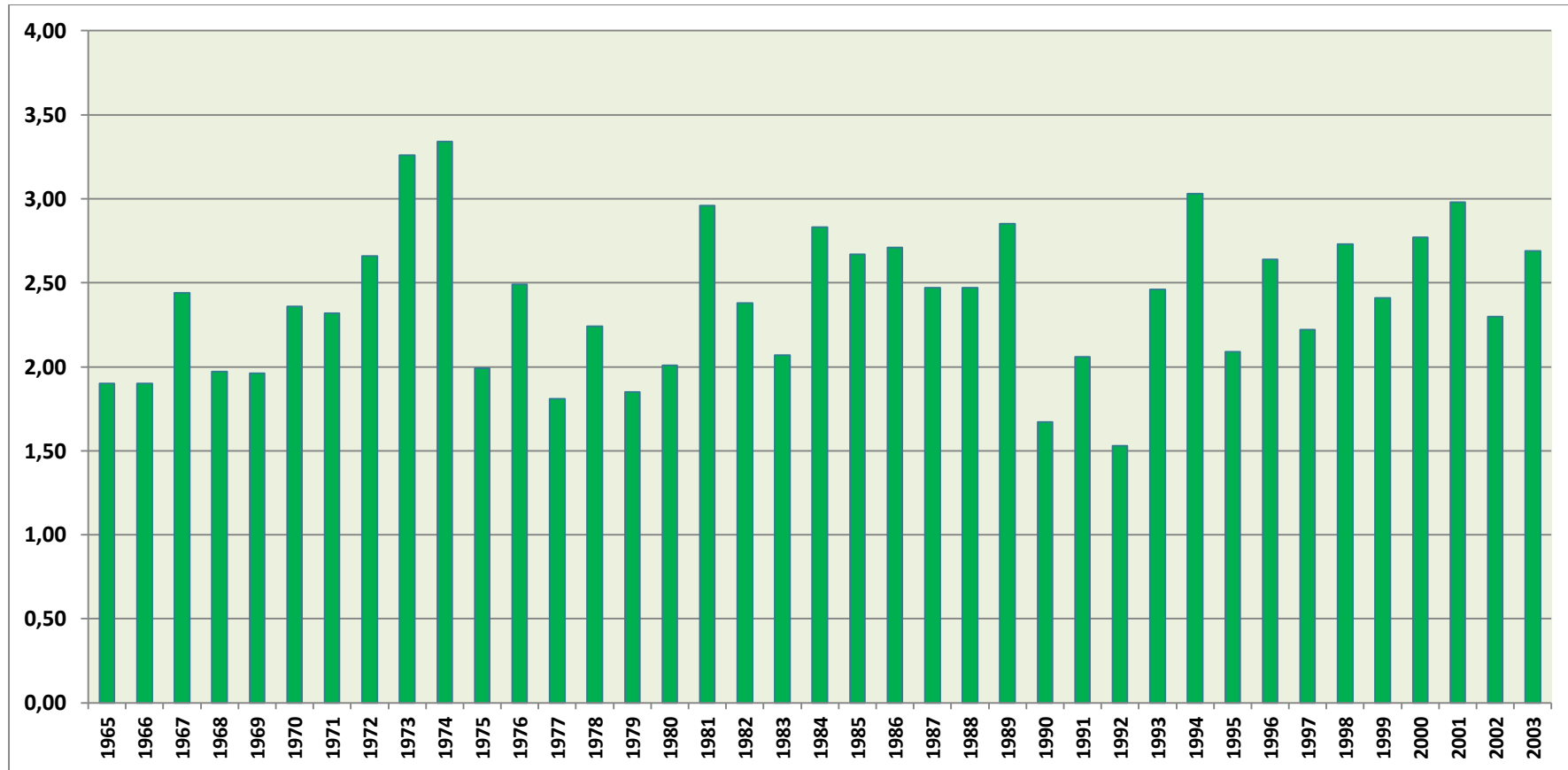
FUENTE: SENAMHI

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media
1965	1.68	3.31	3.47	2.36	1.14	0.79	0.75	0.87	1.38	2.35	2.23	2.5	1.9
1966	2.85	3.26	2.96	2.07	1.12	0.68	0.62	0.68	1.37	2.24	2.11	2.84	1.9
1967	2.39	5.62	6.37	3.06	1.53	0.76	0.69	0.63	1.27	2.67	1.95	2.31	2.44
1968	3.14	2.44	4.3	1.98	0.87	0.64	0.72	0.61	2.15	1.99	2.13	2.67	1.97
1969	2.56	3.19	3.01	2.87	0.96	0.61	0.44	0.4	1.32	1.88	1.62	4.7	1.96
1970	7.04	3.3	2.38	2.3	1.78	0.89	0.72	0.68	1.21	2.99	1.98	3.07	2.36
1971	3.63	4.52	6.07	2.51	1	0.63	0.5	0.47	0.65	2.65	1.72	3.51	2.32
1972	4.02	4.45	7.2	4.23	1.52	0.84	0.66	0.62	0.74	2.76	2.2	2.73	2.66
1973	5.26	6.75	5.64	5.27	1.98	0.99	0.81	0.65	0.94	3.33	2.91	4.57	3.26
1974	5.31	7.64	6.8	4.25	1.98	1.38	1.04	0.94	3.42	2.7	2.56	2.1	3.34
1975	2.24	2.11	5.15	2.33	1.51	0.93	0.75	0.69	1.43	1.95	2.26	2.56	1.99
1976	4.82	6.18	4.81	2.15	0.98	0.88	0.78	1.47	1.85	1.71	1.73	2.54	2.49
1977	1.64	3.81	2.59	1.46	1.14	0.64	0.91	1.31	1.21	2.45	2.15	2.44	1.81
1978	2.43	5.85	3.4	1.77	0.88	0.71	1.67	2.12	1.12	2.58	2.04	2.25	2.24
1979	1.5	3.72	4.39	2.18	1.05	0.67	0.74	0.69	0.84	2	2.39	2.04	1.85
1980	2.38	3.24	1.92	2.07	1.24	0.8	0.76	1.43	2.08	3.01	2.13	3.03	2.01
1981	3.55	8.43	6.99	2.67	1.6	0.84	0.81	0.52	3.15	2.15	1.64	3.13	2.96
1982	3.24	7.03	3.36	1.93	1.25	0.76	0.62	0.82	1.04	2.94	2.57	2.99	2.38
1983	3.73	3.12	3.35	3.32	1.22	0.75	0.77	0.76	0.8	2.05	1.94	3.06	2.07
1984	4.29	6.04	4.87	4.35	1.65	0.93	0.65	0.65	1.02	3.35	2.47	3.64	2.83
1985	3.4	3.85	4.33	3.13	1.89	1.21	1.9	2.9	1.3	3.07	2.17	2.87	2.67
1986	3.93	3.9	5.31	4.46	1.71	1.04	0.91	1.18	1.66	2.22	1.99	3.15	2.71
1987	4.91	5.42	3.64	2.67	1.09	0.72	0.94	0.79	1.18	2.7	2.42	3.14	2.47
1988	3.84	6.11	3.64	2.04	2.13	1.03	1.52	1.61	1.79	1.72	1.68	2.48	2.47
1989	3.95	6.59	5.98	4.8	1.82	0.88	0.74	0.97	1.95	2.46	2.04	1.99	2.85
1990	1.58	2.51	1.51	1.74	0.82	0.57	0.53	1.54	0.63	2.66	2.53	3.41	1.67
1991	3.7	4.17	3.88	1.67	1.12	0.84	0.64	0.85	1.51	2.18	2.01	2.14	2.06
1992	1.88	2.04	2.54	1.82	1.04	0.7	0.71	0.49	0.89	1.99	1.98	2.37	1.53
1993	1.98	4.59	4.57	4.54	1.44	0.87	0.71	0.87	1.5	2.34	2.29	3.78	2.46
1994	4.42	6.82	5.22	3.08	2.06	1.51	1.73	1.51	1.45	3.15	2.35	3.01	3.03
1995	3.53	3.07	3.22	2.73	1.33	0.77	0.88	1.09	1.36	2.09	1.92	3.08	2.09
1996	4.07	6.9	5.4	2.46	1.37	0.87	0.86	1.26	1.42	2.35	2.23	2.51	2.64
1997	2.73	3.95	3.41	2.16	1.5	0.92	0.79	1.06	1.34	2.64	2.2	3.9	2.22
1998	5.29	5.63	5.67	3.48	1.37	0.87	0.66	0.95	1.2	2.63	2.41	2.55	2.73
1999	3.13	5.01	4.63	2.81	1.56	0.95	0.79	0.97	1.08	2.77	2.1	3.17	2.41
2000	3.8	5.17	7.13	3.08	1.75	0.89	0.84	0.97	1.28	2.27	2.12	3.94	2.77
2001	5.7	5.51	6	4.05	1.68	1.16	0.95	1.29	1.39	2.65	2.25	2.98	2.98
2002	3.18	3.9	4.62	2.9	1.54	0.87	0.76	0.69	1.33	2.26	2.02	3.53	2.3
2003	4.16	5.44	5.02	3.81	1.58	0.9	0.93	1.12	2.19	2.19	1.85	3.09	2.69
Media	3.51	4.76	4.48	2.89	1.42	0.86	0.85	1.00	1.42	2.46	2.14	2.97	2.4

Fuente: SENAMHI



**Gráfico N° 4.2**  
**Parámetros Hidrológicos-Estación Pariancancha (mm)**



Fuente:Elaboración propia

## **4.2. REGISTROS PLUVIOMÉTRICOS**

Los registros efectuados en las tres estaciones pluviométricas que se mencionan a continuación nos muestran una distribución irregular de las precipitaciones pluviales.

La estación de Pariacancha en seis años de controles (1969 - 1974) muestra una precipitación máxima de 1072 mm (1974) y una mínima de 618 mm (1974), observando un promedio de 817 mm por año. Esta columna se encuentra de acuerdo a la altitud de la estación (3,800 msnm)

La estación de Lachaqui se ubica en el borde izquierdo del valle y la de Huamantanga en el derecho. Aunque la diferencia de altura entre estas dos estaciones es de solo 276 m, ocurre una marcada diferencia en los valores de la columna pluviométrica; el promedio de las precipitaciones en Huamantanga es de 324 mm por año y en Lachaqui es de 545 mm. Estas diferencias de valores se traducen en el desarrollo de mayores áreas verdes y una prospera ganadería en Lachaqui.

## **4.3. ANÁLISIS DE LA PLUVIOMETRÍA**

El estudio estadístico de la pluviometría de 15 años o más permite aplicar la ley de probabilidades de los módulos anuales. El grado de confiabilidad en los resultados del cálculo indicado se encuentra en razón directa del mayor número de observaciones, siendo así que 30 años de control pluviométrico permite obtener resultados más confiables que en 15 años de control. Lamentablemente, en la Cuenca del río Chillón el control de las lluvias alcanza como máximo solo 10 años, correspondiendo estas observaciones a las estaciones de Huamantanga y Lachaqui.

Con el objeto de tener un mejor conocimiento del área de influencia de la estación de Lachaqui, se determina la ley de probabilidades, para lo cual debemos previamente conocer:

- a) El módulo pluviométrico anual promedio "X". Que es el promedio general de las precipitaciones registradas en una estación durante X años.
- b) El rango "R". Que es la diferencia entre los valores extremos de un conjunto de observaciones.

### 4.3.1. Desviación Estándar

Se define como la raíz cuadrada del promedio de las diferencias de cada uno de los datos observados con respecto al promedio de estos datos. La fórmula es:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}{n - 1}}$$

Donde:

- $\sigma$  = Desviación Estándar de los valores observados
- $x$  = Valor promedio de las observaciones
- $X$  = Cada uno de los valores observados
- $n$  = Número de observaciones
- $\Sigma$  = Suma

### 4.3.2. Aplicación de la Ley de probabilidades en la Estación de Lachaqui

**Cuadro N° 4.3**  
**Aplicación de la Ley de probabilidades en la Estación de Lachaqui**

AÑOS	Módulo pluviométrico anual X (en mm)	X <sup>2</sup>
1964	574.9	330,510
1965	512.0	262,144
1966	910.5	829,010
1968	124.6	15,525
1969	266.5	71,022
1970	5213.9	274,471
1971	448.1	200,794
1972	838.6	703,250
1973	777.1	603,884
1974	475.4	226,005

$$\sum X = 5,451.6 \qquad x^2 = 3'516,615$$

$$(\sum x)^2 = 29'719,943$$

En diez años no consecutivos, la serie es homogénea:

$$x = 545$$

$$x^2 = 3'516,615$$

$$(\sum x)^2 = 29'719,943$$

$$n = 10$$

Luego:

$$\sigma = \sqrt{\frac{3'516,615 - \frac{29'719,943}{10}}{9}}$$

$$\sigma = 246$$

#### 4.3.3. Coeficiente de Variabilidad

El coeficiente de variabilidad se define como la relación entre la desviación estándar y el valor promedio de las observaciones, expresado en porcentaje.

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100$$

$$V = \frac{246}{545} \cdot 100 = 45\%$$

#### 4.3.4. Interpretación de los Resultados.

El conjunto de observaciones (10 años) en la estación de Lachaqui se considera como una población normal, por consiguiente, debe seguir la curva de distribución de acuerdo a la ley de Gauss.

- a. El 50% de la población se encuentra comprendida entre  $\bar{x} \pm \frac{2}{3}\sigma$  lo que indica que existe 50% de probabilidades que en la zona de influencia de la estación de Lachaqui se produzca precipitaciones pluviales cuyos valores se encuentran comprendidos entre:

$$545 \pm \left(\frac{2}{3}\right) 246, \text{ es decir entre } 381 \text{ y } 709 \text{ mm por año}$$

- b. El 68% de probabilidades de tener una precipitación anual comprendida entre  $545 \pm 246$ , es decir, entre 299 y 791 mm por año.

**Cuadro N° 4.4****Registro del Caudal del Rio Chillón Puente de Magdalena – Yangas**

<b>AÑO</b>	<b>VOLUMEN ANUAL m<sup>3</sup></b>
1953	420'545,951
1954	398'837,433
1955	353'691,012
1956	261'085,506
1957	180'137,086
1958	169'942,407
1959	314'457,896
1960	175'522,550
1961	169'770,038
1962	299'170,021
1963	282'159,765
1964	229'149,822

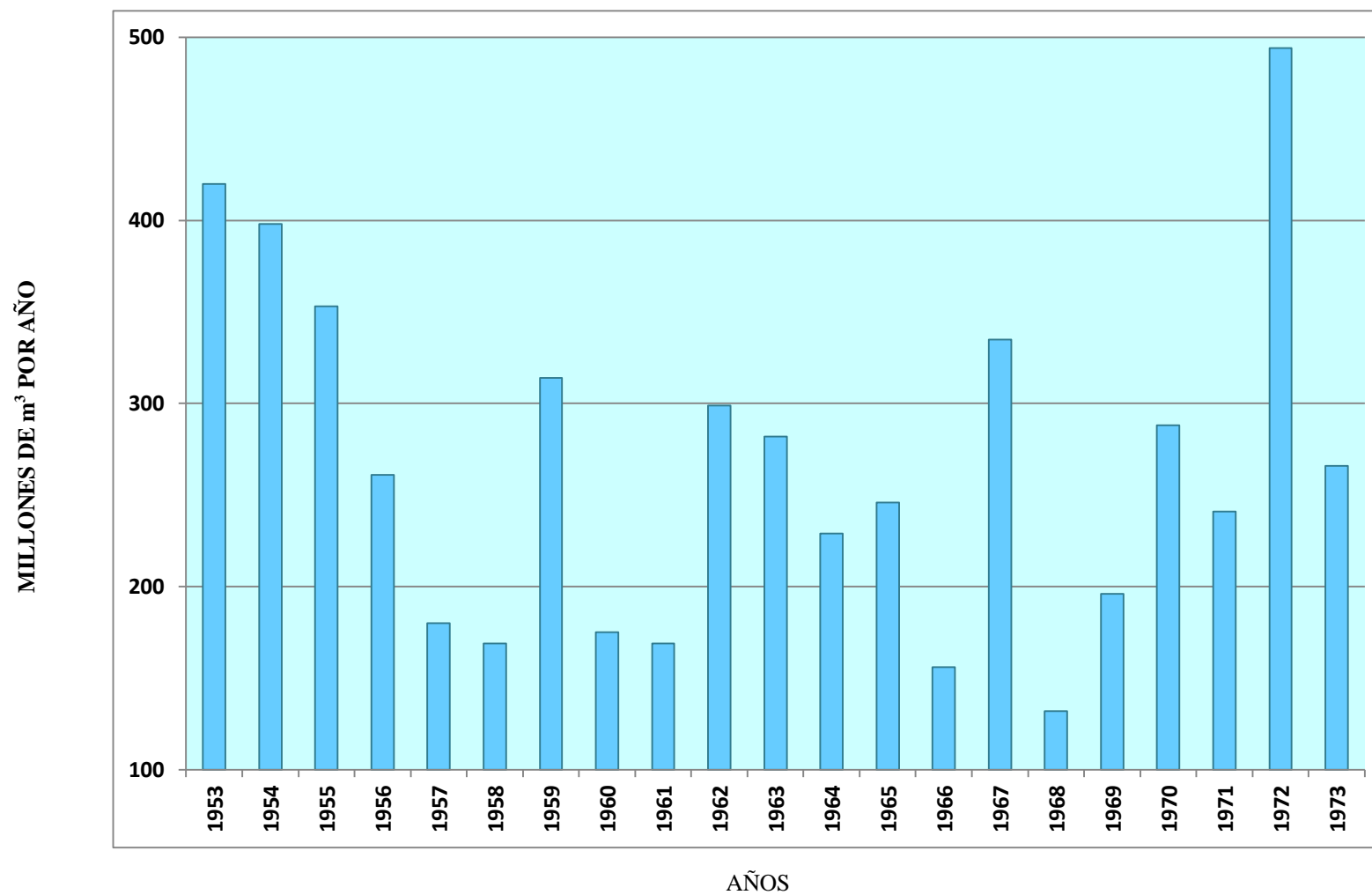
Entre los años 1953 – 1964 (Datos proporcionados por la Oficina de Irrigación- ex Ministerio de Fomento y O. Públicas)

**Cuadro N° 4.5****Registro del Caudal del Rio Chillón entre los años 1965 – 1973  
(datos proporcionados por SENAMHI)**

<b>AÑO</b>	<b>VOLUMEN ANUAL m<sup>3</sup></b>
1965	246'169,070
1966	156'947,157
1967	335'033,626
1968	132'817,991
1969	196'726,061
1970	288'266,516
1971	241'953,176
1972	494'722,339
1973	266'484,344

**PROMEDIO:** 265'409,107 m<sup>3</sup>/año

**Gráfico N° 4.3**  
**Variación del Caudal del Rio Chillón entre los años**  
**1952 - 1973 aforado en el Puente Magdalena Prov. de Canta**



#### 4.4. PROMEDIO DE LA TEMPERATURA EN LA CUENCA DEL RÍO CHILLÓN

La información meteorológica, principalmente referida a la temperatura y precipitación son la base para definir los diferentes tipos de clima; la ausencia de datos medidos obliga en muchos casos a efectuar inferencias de lugares similares o la generación de los mismos, basado en modelos o haciendo uso de ábacos o nomogramas, como es el caso de triángulo de Holdridge. En el Perú, la existencia de estaciones hidrometeorológicas, es muy limitada, Principalmente en la zona andina, existiendo mayormente sólo las estaciones pluviométricas; el ámbito de la Cuenca del río Chillón, se han identificado 6 estaciones, una sinóptica ubicada en la parte baja de la cuenca (Mediamarca/ Corpac), una Climatológica Ordinaria en la parte media (Canta) y cuatro pluviométricas en la cuenca alta (Huamantanga, Huaros, Lachaqui y Pariacancha).

#### INFORMACIÓN METEOROLÓGICA ANALIZADA

Se ha tomado en cuenta a las estaciones meteorológicas y pluviométricas con información aceptable, aun cuando algunas de ellas estén paralizadas. En el Cuadro N° 4.6, se muestra la relación de las estaciones

**Cuadro N° 4.6**  
**Ubicación de las Estaciones Meteorológicas**

ESTACIÓN	TIPO	Longitud OESTE	Latitud SUR	Altitud msnm
MEDIAMARCA	Estación Sinóptica(Aeropuerto Jorge Chávez)	77°07'	12°02'	13
CANTA	Estación Climatológica	76°38'	11°28'	2,832
HUAMANTANGA	Estación Pluviométrica	76°45'	11°30'	3,392
HUAROS	Estación Pluviométrica	76°35'	11°24'	3,585
LACHAQUI	Estación Pluviométrica	76°37'	11°34'	3,668
PARIACANCHA	Estación Pluviométrica	76°31'	11°24'	3,800

Fuente: Ing. Gastón Moreno Rivera-Abril-2005

La temperatura promedio anual de la cuenca es de 13.6°C. Esta temperatura promedio presenta dos épocas: en verano con 19.9°C y en invierno, con 8.2°C. La temperatura es el elemento meteorológico más ligado en sus variaciones al factor

altitudinal. En el caso de la Cuenca del río Chillón, se aprecia que dicho elemento experimenta variaciones que van desde el tipo semi-cálido muy seco ( $18^{\circ}\text{C}$ ), en el área de la Costa, al tipo polar ( $0^{\circ}\text{C}$ ), en los nevados, quedando comprendida entre estos límites una gama de variaciones que caracterizan térmicamente a cada uno de los pisos altitudinales dentro de la región.

El promedio anual de temperatura de las estaciones que están cercanas al mar es de  $18.5^{\circ}\text{C}$ . Esta temperatura promedio presenta dos épocas bien marcadas durante el año. Son mayores en verano, siendo su valor más alto en el mes de Febrero ( $23.2^{\circ}\text{C}$ ) y menor en invierno, con su valor más bajo en los meses de Julio y Agosto ( $14.6^{\circ}\text{C}$ ). En el sector altitudinal comprendido entre los 2,200 y 3,100 msnm, se carece de información adecuada sobre este elemento meteorológico; los registros con que se cuenta de las estaciones de Canta y Matucana permiten estimar que la temperatura promedio en este sector debe fluctuar entre  $15^{\circ}\text{C}$  en sus primeros niveles y  $13^{\circ}\text{C}$  en sus niveles más altos. Sector inmediato superior, y en base a las observaciones ecológicas de campo y curvas isotermas medias anuales generadas se puede asumir que en este sector se tiene una temperatura promedio anual de  $10^{\circ}\text{C}$ . En el sector comprendido entre los 3,800 y 4,800 msnm, se cuenta con información referencial de sólo una estación cuyo promedio anual es de  $5^{\circ}\text{C}$ .

Finalmente, en el sector de cuenca situado por encima de los 4,800 msnm, que no cuenta con datos propios, se estima de acuerdo con las observaciones ecológicas de campo un promedio anual del orden de los  $2^{\circ}\text{C}$ , manteniendo sus temperaturas mínimas ordinariamente durante todo el año con un valor por debajo de  $0^{\circ}\text{C}$ .

La temperatura, es un elemento meteorológico de suma importancia para el crecimiento de la vegetación y el normal desarrollo de sus procesos fisiológicos. La mayoría de las especies vegetales que producen alimentos requieren de temperaturas de moderadas a altas. Las bajas temperaturas "heladas", generalmente ocasionan ruptura de la sabia y muerte de las plantas, salvo a algunas especies que soportan



estas condiciones como por ejemplo: "ichu", "yareta"; estas últimas se presentan en generalmente en las partes altas de la Cuenca del río Chillón.

Como puede verse la información que se consigna en el Cuadro N° 4.7, sólo las estaciones de Mediamarca y Canta disponen de datos de temperatura; las restantes no registran este elemento.

En el Cuadro N° 4.7, se presenta la distribución mensual de la temperatura en las estaciones de Mediamarca (Aeropuerto Jorge Chávez) y Canta, cuyos promedios anuales son 18,6 y 13,6°C respectivamente. A nivel de la cuenca, la temperatura es inversamente proporcional a la altitud, es decir, la temperatura disminuye a medida que se asciende en altitud. Siguiendo este comportamiento se encuentran ecosistemas desérticos en las partes bajas, matorrales en las partes medias, estepas en las partes altas y páramos en las más altas. A lo largo de este trayecto las temperaturas van descendiendo, hasta formar los nevados en la Cordillera La Viuda y otras a sus alrededores.

Otra característica de la temperatura, además de tener una distribución altitudinal y espacial, es su variación temporal, es decir con fluctuaciones no tan marcadas a lo largo del año, concordantes con las estaciones australes. A lo largo del año, la distribución de la temperatura no es muy diferenciada a nivel medio mensual, sin embargo, a nivel diario (entre máximas y mínimas) se puede encontrar rangos de variación más grandes, sobre todo a medida que se asciende a las partes altas de la cuenca.

En el Cuadro N° 4.7 y los Gráficos N° 4.4 y N° 4.5, se presenta los valores de las temperaturas medias mensuales para las estaciones de Mediamarca y Canta. La primera refleja el comportamiento de la temperatura en la parte baja de la cuenca, y la segunda, en la parte media.

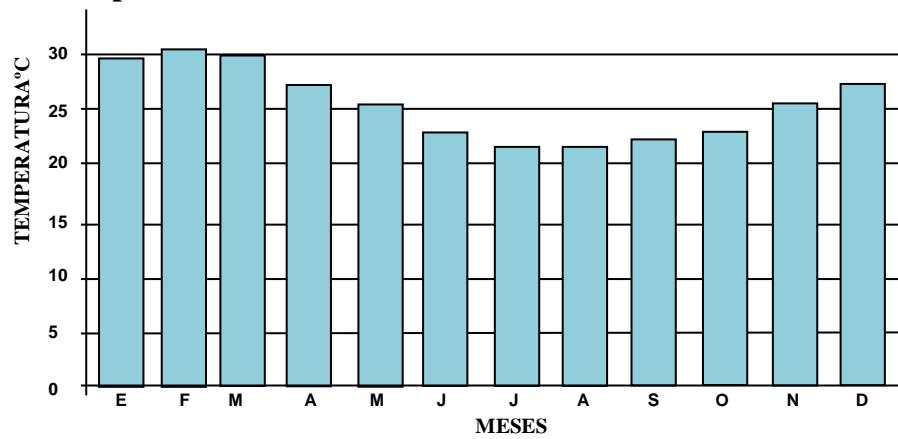
**Cuadro N° 4.7**  
**La Temperatura (°C) en la Cuenca del Río Chillón**

	E	F	M	A	M	J
<b>Mediamarca</b>	21.5	21.9	21.6	20.0	18.1	16.6
<b>Canta</b>	13.4	13.2	13.0	13.5	14.1	13.8

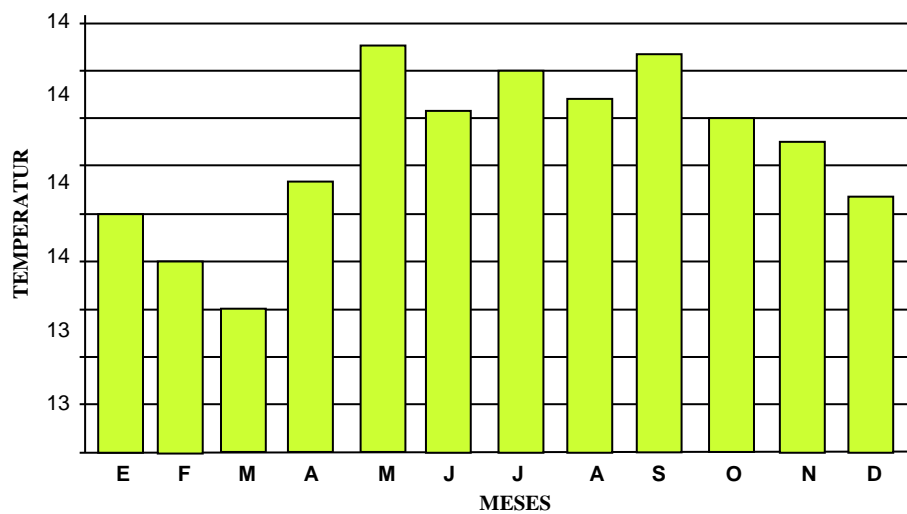
	J	A	S	O	N	D	Anual
<b>Mediamarca</b>	15.9	15.9	16.1	16.9	18.3	19.9	18.6
<b>Canta</b>	14.0	13.9	14.1	13.8	13.5	13.3	13.6

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental-Estudio de Factibilidad del Desarrollo para el aprovechamiento Óptimo de las aguas superficiales y subterráneas del río Chillón.

**Gráfico N° 4.4**  
**Temperatura Media Mensual - Estación Mediamarca**



**Gráfico N° 4.5**  
**Temperatura Media Mensual - Estación Canta**



## **4.5. EL VALOR PROMEDIO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN EN LA CUENCA HÚMEDA**

### **4.5.1. Evaporación total anual**

La evaporación va en estrecha relación con la radiación solar, pues de la intensidad de esta última depende la mayor o menor temperatura del suelo, la cual se manifiesta a través de la evaporación de la humedad retenida. A la temperatura se debe la marcha opuesta de los regímenes de evaporación analizados, pues mientras en Lima o Lurín las mayores temperaturas ocurren entre diciembre y abril, en Canta y Matucana, en estos meses se registran las menores temperaturas y una fuerte humedad, lo que reduce notablemente la evaporación. La evaporación total anual registrada en la estación Huarangal alcanza los 820.5 mm.

### **4.5.2. Humedad relativa media mensual y anual**

Las estaciones cercanas al litoral ofrecen registros con el más alto porcentaje de humedad y al mismo tiempo muy pequeña oscilación tanto en su valor promedio anual como en sus valores máximos y mínimos extremos; pero a medida que se avanza tierra adentro, si bien el promedio se hace más bajo, todos los valores sufren mayor oscilación. En la costa la humedad relativa anual se mantiene alrededor del 94%. El promedio de la humedad relativa anual de la cuenca es de 64%.

El río Chillón al igual que la mayoría de los ríos de la costa presenta un régimen de descargas irregulares y de carácter torrentoso con una diferencia bastante pronunciada entre sus valores extremos. La descarga media anual en la estación puente Magdalena durante el periodo de registro de Enero 1989 - Agosto 2005 fue de 7.252 m<sup>3</sup>/s que representa un volumen medio anual de 228.7 MMC.

Las variaciones estacionales del régimen de descargas del río Chillón son consecuencia directa del comportamiento de las precipitaciones que ocurren en su cuenca húmeda, siendo muy leve la influencia de las obras de regulación existentes principalmente en la época de avenidas. Las características fisiográficas de la cuenca receptora (superficie accidentada con fuertes pendientes) y su bajo poder retentivo de

humedad (suelos con escasa cobertura vegetal) determina que las descargas del río tengan una respuesta rápida e inmediata de las precipitaciones; según la literatura los hidrogramas de descargas diarias permiten observar la forma violenta en que se suceden los aumentos y descensos de los caudales.

El régimen hidrológico del río Chillón puede ser dividido en cuatro periodos que conforman un ciclo anual: el periodo de avenidas, el periodo de estiaje y dos periodos transaccionales, uno entre el fin de las avenidas y el principio del estiaje y el otro entre el fin del estiaje y el principio de avenidas.

El periodo de avenidas empieza con los primeros repuntes notables y termina al presentarse el último pico del hidrograma que antecede a la curva de agotamiento del río. El periodo transicional entre avenidas y estiaje empieza al finalizar el periodo de avenidas y termina con la curva de agotamiento, o sea al hacerse ésta notoriamente horizontal. El periodo de estiaje empieza con el fin de la curva de agotamiento y termina al presentarse las primeras aguas nuevas. El periodo transicional entre estiaje y avenidas empieza al presentarse los primeros incrementos leves del caudal o aguas nuevas y termina al manifestarse los primeros repuntes notables. El río Chillón descarga el 63.3% de su volumen promedio anual durante los 3 meses que dura el periodo de avenidas (Enero a Marzo), el 16.7% durante los 7 meses que constituyen el periodo de estiaje (Mayo a Noviembre) y el 19.9% restante durante los dos periodos transicionales que tiene en conjunto una duración de 2 meses (Abril y Diciembre).

Con respecto al rendimiento hídrico de la Cuenca del río Chillón, expresado en caudales específicos ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ) se puede indicar que éste va disminuyendo al crecer el área de influencia de las estaciones hidrométricas. Las magnitudes se pueden apreciar en el siguiente cuadro N° 4.8.

**Cuadro N° 4.8**  
**Magnitudes del Rendimiento Hídrico**

Estación Hidrométrica	Área de Influencia (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Total Anual (mm)	Volumen Precipitado anual (MMC)	Volumen de Escurrimiento Total anual (MMC)	Coficiente de Escorrentía	Caudales específicos (m <sup>3</sup> /ha)
Paríacancha	157.0	750.0	117.8	85.0	0.7	5414.0
Obrajillo	395.5	500.0	197.8	132.0	0.7	3337.5
Puente Magdalena	1256.4	300.0	378.9	215.2	0.6	1712.8

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental-Estudio de Factibilidad del Desarrollo para el Aprovechamiento Óptimo de las aguas superficiales y subterráneas del río Chillón.

Como se ha podido expresar en los puntos anteriores, la existencia de 3 estaciones hidrométricas a lo largo del río Chillón determina que exista suficiente información de caudales medios a nivel mensual en la cuenca.

#### **4.6. EL VALOR PROMEDIO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN EN LA CUENCA**

##### **4.6.1. Cálculo de la evapotranspiración potencial**

Para determinar el requerimiento agrícola de agua, el valle de la Cuenca del río Chillón fue subdividida en cinco partes:

- \*Parte baja
- \*Parte media baja
- \*Parte media
- \*Parte media alta
- \*Parte alta

Para cada una de las cuatro primeras partes anteriormente indicadas y según la altitud del valle, se ubicaron los subsectores de riego correspondientes y sus valores de evapotranspiración potencial a nivel mensual, la cual fue determinada mediante interpolación según las isolíneas de evapotranspiración potencial. Cabe mencionar que la SATDR. (Sub-Administración Técnica del Distrito de Riego Chillón) y la JU del Chillón no cuentan con información de áreas bajo riego ni de cédulas de cultivos de la parte alta del valle correspondiente a los sectores de riego de Canta, Huamantanga y Arahuy, respectivamente, por tanto la demanda agrícola calculada

corresponderá desde la parte baja hasta la media alta. Las estaciones meteorológicas utilizadas para calcular la evapotranspiración potencial fueron: Huarangal, Canta y Marcapomacocha. El cálculo de la evapotranspiración potencial para las estaciones Huarangal, Canta y Marcapomacocha fueron realizadas mediante el método de Penmann-Monteith. La evapotranspiración potencial calculada para Huarangal, se muestra en el cuadro N° 4.9

**Cuadro N° 4.9**  
**Evapotranspiración potencial calculada Estación Huarangal**

Mes	T. Med. Max.	T. Med. Min	Humedad Relativa	Velocidad del viento	Horas de sol	Rad. Solar	Eto	Eto
	(°C)	(°C)	(%)	(Km/d)	(horas)	(MJ/m <sup>2</sup> /d)	(mm/d)	(mm/mes)
Enero	27.1	19.2	89.0	173.0	5.7	19.0	2.4	73.1
Febrero	28.5	20.4	88.3	173.0	7.8	22.3	2.6	74.1
Marzo	28.6	20.2	83.8	147.0	7.0	20.4	2.4	75.0
Abril	26.7	18.5	85.8	86.0	7.3	19.2	2.2	66.3
Mayo	23.6	16.2	90.7	86.0	4.8	13.9	2.1	65.3
Junio	20.1	14.4	95.6	86.0	2.6	10.4	2.1	62.2
Julio	18.6	13.4	94.2	86.0	2.1	10.0	2.0	62.2
Agosto	18.8	12.0	93.8	112.0	2.2	11.2	2.1	64.6
Setiembre	20.0	13.5	92.8	112.0	3.0	13.5	2.2	65.6
Octubre	21.7	14.3	91.5	112.0	4.5	16.7	2.2	68.2
Noviembre	23.0	15.4	91.1	147.0	5.1	18.0	2.3	70.0
Diciembre	25.1	17.3	90.7	147.0	5.8	19.1	2.3	72.3
Promedio	23.5	16.2	90.6	122.3	4.8	16.1	2.2	68.2

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental-Estudio de Factibilidad del Desarrollo para el aprovechamiento Óptimo de las aguas Superficiales y Subterráneas del Rio Chillón.

El cálculo de la evapotranspiración potencial para la Estación Canta, se muestra en los cuadros N° 4.10

**Cuadro N° 4.10**  
**Evapotranspiración potencial calculada - Estación Canta**

Mes	T. Med. Max.	T. Med Min	Humedad Relativa	Velocidad del viento	Horas de sol	Rad. Solar	Eto	Eto
	(°C)	(°C)	(%)	(Km/d)	(horas)	(MJ/m <sup>2</sup> /d)	(mm/d)	(mm/mes)
Enero	17.2	9.1	83.3	173.0	5.7	19.0	1.7	53.5
Febrero	16.8	9.1	82.6	173.0	7.8	22.3	1.9	51.9
Marzo	17.1	9.3	83.8	147.0	7.0	20.4	1.6	50.8
Abril	17.9	9.2	81.1	86.0	7.3	19.2	1.7	49.8
Mayo	18.6	9.4	77.0	86.0	4.8	13.9	1.6	49.6
Junio	18.7	8.8	75.6	86.0	2.6	10.4	1.6	48.8
Julio	18.9	9.0	73.5	86.0	2.1	10.0	1.7	51.2
Agosto	19.1	9.1	74.2	112.0	2.2	11.2	1.7	51.2
Setiembre	18.9	9.1	74.8	112.0	3.0	13.5	1.7	51.2
Octubre	18.5	9.1	76.0	112.0	4.5	16.7	1.7	51.2
Noviembre	18.1	8.9	77.6	147.0	5.1	18.0	1.7	51.9
Diciembre	18.0	9.1	79.1	147.0	5.8	19.1	1.8	54.5
Promedio	18.2	9.1	78.2	122.3	4.8	16.1	1.7	51.3

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental-Estudio de Factibilidad del Desarrollo para el aprovechamiento Óptimo de las aguas Superficiales y Subterráneas del Río Chillón.

Finalmente, los valores de evapotranspiración potencial utilizados por Subsector de riego son los indicados en el siguiente cuadro N° 4.11

**Cuadro N° 4.11**  
**Evapotranspiración potencial del valle del río Chillón (partes baja y media)**  
**(mm/mes)**

Subsectores de riego		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Parte Baja	La Cachaza	73.1	74.1	75.0	66.3	65.3	62.2	62.2	64.6	65.6	68.2	70.0	72.3
	Chacra Cerro Puquio												
	Chuquitanta												
	Oquendo												
	San Lorenzo												
Parte Media Baja	Chacra Cerro Alto	67.9	68.2	67.0	62.5	61.6	59.6	61.1	62.7	63.1	63.6	64.8	68.6
	Huacotay												
	Isieta												
	Caudivilla												
	Chocas												
	Carabayllo												
	Zapan												
San Antonio													
Parte Media	Macas	71.5	68.5	67.6	64.4	63.0	60.9	62.8	64.2	64.5	66.2	67.4	70.0
	San Antonio												
Parte Media Alta	Macas	53.5	51.9	50.8	49.8	49.6	48.8	51.2	51.2	51.2	51.2	51.9	54.5
	Yangas												

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental-Estudio de Factibilidad del Desarrollo para el aprovechamiento Óptimo de las aguas Superficiales y Subterráneas del río Chillón.

## **CAPITULO V**

### **ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS**

#### **5.1 PROCESOS MORFOGENÉTICOS DE LA CUENCA ALTA MEDIA Y BAJA DEL RIO CHILLÓN**

Geomorfológicamente la Cuenca del río Chillón se encuentra en el borde occidental del Continente Sudamericano configurado por la Cordillera de Los Andes, la Repisa Continental, la Plataforma Continental submarina, el Talud Continental y la Fosa Abisal; que recorren longitudinalmente el territorio Peruano, en cuya parte central se encuentra la Cuenca del río Chillón. El perfil geomorfológico transversal desde la Fosa Abisal hasta la cima de la Cordillera Occidental, Divisoria Continental de Aguas; varía desde una profundidad de – 6,000 metros bajo el nivel del mar, hasta 5,500 metros sobre el nivel del mar. El área de estudio para la Cuenca del río Chillón se encuentra entre -100 msnm y 5,300 msnm.

La Cordillera de Los Andes constituye un macizo en proceso de levantamiento orogénico y vulcanogénico, inducido por la Deriva Continental, manifestada por el desplazamiento constante del Continente Sudamericano sobre el fondo oceánico. Por esto se considera una Cordillera Joven en proceso de desgaste intenso, que ha dado lugar a las cuencas hidrográficas y valles transversales.

La Cuenca del río Chillón es el resultado de desgaste glacial, pluvial y fluvial; durante los procesos de glaciación y deglaciación que han ocurrido durante el período Cuaternario (4 glaciaciones), instalando la esorrentía hídrica que ha dado lugar a la Cuenca Hidrográfica Chillón.



### **5.1.1. Factores Morfogenéticos**

Los procesos y fenómenos naturales y las actividades humanas, constituyen los factores morfogenéticos, que han dado lugar a la configuración morfológica actual en la Cuenca del río Chillón y continúan incidiendo mostrando una evolución morfogenética permanente. Los factores morfogenéticos identificados en la Cuenca Hidrográfica del río Chillón, son los Siguietes:

#### **A. Factores Morfogenéticos Naturales**

- a. Factores Sismotectónicos
- b. Factores Volcánicos
- c. Factores Geoestructurales
- d. Factores Glaciales
- e. Factores Pluviales e Hídricos
- f. Factores Eólicos
- g. Factores Oceanográficos

#### **B. Factores Antropogénicos**

- a. Factores Agronómicos
- b. Factores Viales
- c. Factores Urbanísticos
- d. Factores Mineros

La incidencia de cada uno de estos factores ha originado las distintas Unidades Geomorfológicas y constituyen los procesos morfodinámicos que continúan construyendo el modelado y causan limitaciones y riesgos para las actividades humanas.

### **5.1.2 Estructura Macrogeomorfológica**

La Cuenca del río Chillón presenta una configuración Macro-Geomorfológica controlada por el basamento estructural del macizo de la Cordillera de los Andes, definido por la composición litoestructural volcánica, sedimentaria, intrusiva batolítica y marina; determinando unos perfiles geomorfológicos escalonados

separados por saltos bien definidos, Las estructuras morfológicas destacables son las siguientes:

**a) La Repisa Continental y Cordillera Costanera Callao-Carabaylo**

Formada por planicies, terrazas y colinas; entre 0,0 y 700 msnm. Muy favorables para la ocupación socioeconómica. Se encuentra la ciudad de Lima Metropolitana y el Callao. Caracterizada por la aridez y temperaturas cálidas.

**b) Los Espolones Montañosos**

Los Espolones Montañosos entre 300 y 3,800 msnm; de morfología muy irregular y abrupta, con fuertes pendientes, muy limitativo para la ocupación humana. Caracterizados por su aridez y climas de cálidos a templados.

**c) El Cañón Chillón – Arahua**

Formado por la incisión muy profunda de los ríos Chillón y Arahua sobre el Batolito Andino y el Volcánico Terciario. De más de 2,250 metros de profundidad entre la cornisa alta y el fondo del valle. De morfología muy abrupta, con presencia de acantilados.

Caracterizado por su aridez y climas cálidos a templados.

**d) La Meseta Altoandina**

La Meseta Alto andina formada por los derrames volcánicos de lavas, sobre los 3,800 msnm.

Caracterizado por la pluviosidad, clima frío y periglacial.

**e) La Cordillera La Viuda**

La Cordillera La Viuda, formada por el levantamiento andino de la Cordillera Occidental y el desgaste agudo del glaciario. Caracterizada por su morfología muy empinada y abrupta, de difícil acceso; clima muy frío a gélido glacial.

### **5.1.3. Unidades Geomorfológicas**

La incidencia de los diferentes procesos morfogenéticos naturales y antropogénicos ha dado lugar a un modelado con más de setenticinco (75) sub-unidades geomorfológicas, agrupadas en función de su origen y dominio territorial, en diecinueve (19) unidades geomorfológicas y seis (6) sistemas morfológicos.

Los Sistemas Geomorfológicos son los siguientes:

- Sistema Marino Costero
- Sistema Litoral Marino – Continental
- Sistema Fluvial
- Sistema Repisa Continental
- Sistema Montañoso
- Sistema Glacial

Para el presente estudio solo describiremos algunos de los sistemas geomorfológicos.

#### **Sistema Marino**

Comprende el medio de la Zona Marina Costanera, que se extiende desde el litoral de baja marea hasta los 100 m de profundidad, donde se diferencian las Bahías de El Callao y Ancón, la Zona Insular y la Plataforma Continental.

En la Zona Marina Costera se diferencian dos Cuencas Marinas Neríticas y una Inter-Cuenca Insular que separa a las Cuencas Callao-Ventanilla y Ancón.

La Cuenca Marina Nerítica es una depresión del fondo marino hasta los 200 msnm, caracterizada por un mar tranquilo con formación de bahías de aguas tranquilas; donde predomina la acumulación clástica fina y precipitación química.

La Inter.-Cuenca Insular es un alto o medio levantado del fondo marino hasta la emergencia de masas rocosas formando islas. Caracterizada por un mar más agitado con formación de zanjones y puntas o cabos rocosos que sobresalen mar afuera; donde predomina la erosión y el transporte.

## **Sistema Fluvial**

El Sistema Fluvial está constituido por el conjunto de ríos y quebradas que forman la Cuenca, Sub- Cuencas y Micro-Cuencas del río Chillón; en cuyos fondos, se han formado los ambientes geomorfológicos, generados por la acumulación fluvial, aluvial, aluviónica; así como por la incisión fluvial sobre los macizos rocosos y depósitos aluviales.

En la Cuenca del río Chillón, el eje fluvial central está formado por el fondo del valle principal del río Chillón; con un valle secundario formado por el río Arahua; en los que se diferencian cuatro unidades geomorfológicas de origen fluvial, desde las nacientes en las partes altas de la cuenca, hasta la desembocadura en el mar.

### **1. Lechos Fluviales**

Los lechos fluviales son los cursos de agua permanentes (ríos) y escorrentías temporales durante las estaciones lluviosas; con características y procesos muy diferentes.

**a. Lecho Mayor del Río Chillón.-** Los ríos Chillón y Arahua, discurren por los lechos mayores, formados por lechos de estiaje y lechos de máximas crecidas, encajados en las terrazas y fondos aluviónicos y rocosos; de baja a moderada pendiente longitudinal, con anchos variables y fondos irregulares. Los fondos están formados por materiales fluviales de bloques, gravas y arenas; en forma de transporte cíclico durante las estaciones lluviosas. Los lechos mayores de los ríos, durante las crecidas se convierten en corrientes fluviales muy torrentosos con capacidad de transporte hasta de bloques gruesos, causando socavamiento lateral y destrucción de terrazas, cultivos, infraestructura y cobrar vidas humanas.

La superficie de la cuenca es de aproximadamente de 2,225 Km<sup>2</sup> con un perímetro de 279 Km, y una pendiente topográfica media de 4.5% siendo la longitud del lecho del río Chillón de 120 Km, desde las nacientes en los bofedales de Eulasha, hasta la desembocadura en el mar de la Bahía de el Callao;

a lo largo del cual, presenta un perfil escalonado con morfología y pendientes diferentes, los que se describen a continuación:

**1) Tramo Chillón 1: Valle Eulasha.**

Presenta una pendiente suave con canales de estiaje someras y saltos propios del modelado del fondo del valle glacial y los bofedales, cuyas nacientes se encuentran en los bofedales y lagunas de origen glacial.

Escorrentía moderada y casi sin erosión. Tramo de alta calidad ambiental natural.

**2) Tramo Chillón 2: Valle Ñaupachaca.**

Presenta un lecho de muy baja pendiente, en forma meándrica, encajado someramente en un fondo de valle hidromórfico. La escorrentía es muy lenta y muy propicia para la piscicultura. Tramo casi sin erosión y poco transporte. Tramo de alta calidad ambiental natural.

**3) Tramo Chillón 3: Valle Cullhuay-Huaros**

Presenta un curso fluvial estrecho con saltos bajos, muy irregular, encajado en un fondo de valle rocoso y aluviónico, con deslizamientos laterales. El flujo es muy rápido y produce socavamiento sobre las paredes laterales del valle encañonado y sobre los deslizamientos. Tramo con erosión y transporte aluviónica fuerte durante las lluvias. Tramo de alta calidad ambiental natural.

**4) Tramo Chillón 4: Valle Purun Carash.**

Comprende un tramo de lecho del río en un salto estructural de aproximadamente 200 m y 1,50 Km, de longitud. El lecho es de bloques de rocas de varios metros de diámetro, generados por los desprendimientos de los acantilados volcánicos. Tramo de alta calidad ambiental natural.

**5) Tramo Chillón 5: Valle Huacos-Tambo.**

En este tramo el lecho del río Chillón es de baja pendiente y encajonado en un valle ampliado con fondo de terrazas aluviónicas. En esta Zona el río es casi

estable sin erosión actual, durante las estaciones lluviosas solamente existe el proceso de transporte o paso de los materiales que proceden de las partes altas de la cuenca. Tramo de buena calidad ambiental natural.

**6) Tramo Chillón 6: Valle San José.**

Presenta un lecho encajado en el fondo rocoso encañonado de forma irregular; presenta una fuerte energía fluvial, con socavamientos y transporte fluvial intenso de los materiales que proceden de las partes altas de la cuenca y de los aportes laterales del cañón. Tramo de buena calidad ambiental natural.

**7) Tramo Chillón 7: Valle Santa Rosa de Quives.**

En este tramo el lecho del río Chillón es encajonado en los depósitos aluviónicos que rellenan el fondo del valle encañonado. Es de moderada pendiente y de fuerte energía fluvial, con alta capacidad de transporte aluviónico, sobre todo durante las estaciones lluviosas y con el fenómeno El Niño, durante las cuales se activa intensamente la erosión pluvial en las laderas secas y desprotegidas. Tramo de buena calidad ambiental natural.

**8) Tramo Chillón 8: Valle Yangas- Trapiche.**

Presenta un lecho con perfil de baja pendiente y encajonado muy profundamente entre terrazas fluvioaluviónicas amplias. Recibe la afluencia de quebradas grandes con transporte aluviónica muy fuerte durante las estaciones lluviosas, por lo que generan un proceso intenso de erosión y transporte. Durante el fenómeno El Niño, este tramo es el más erosivo-transporte y destructor. Tramo de moderada calidad ambiental natural.

**9) Tramo Chillón 9: Valle Carabayllo.**

En este tramo, el río Chillón es de baja pendiente y encajonado someramente (1 a 2 m de profundidad) en las terrazas aluviales del valle bajo de la Cuenca Chillón. En este tramo el río tiene moderada capacidad de carga por lo que el lecho se rellena y se producen los desbordes e inundaciones, durante los años muy lluviosos y con el Fenómeno El Niño; produciendo erosión lateral y

destrucción de tierras agrícolas e infraestructura. Tramo en proceso de contaminación en las partes bajas. Tramo de baja calidad ambiental natural.

**10) Tramo Chillón 10: Valle Chuquitanta.**

En este tramo corto (2,5 Km.), el lecho del río Chillón es de muy baja pendiente y represado por la garganta de la Cordillera Costanera Oquendo. Se produce la colmatación acelerada del lecho por retención del transporte de sedimentos procedentes de la cuenca alta y por la acumulación intensa de desmontes urbanos. Por estas causas el lecho está totalmente transformado y en proceso de rellenado, con riesgo de inundaciones y desbordes durante grandes crecidas ligadas a caudales con recurrencias de más de mil años. Tramo totalmente contaminado e insalubre.

**11) Tramo Chillón 11 Valle Cucaracha.**

El lecho se encuentra encajado en el fondo de una encañada rocosa que corta la Cordillera Costanera Oquendo-Ventanilla. Presenta una moderada pendiente con alta energía concentrada durante las máximas crecidas. El proceso es de transporte de todos los materiales procedentes de la cuenca alta. Tramo totalmente contaminado e insalubre.

**12) Tramo Chillón 12: Valle Márquez.**

Comprende el tramo final del río Chillón, entre la carretera Ventanilla y el mar, bien encajonado en las terrazas aluviales deltaicas del mismo río. Es de baja pendiente, produciéndose la acumulación en riada deltaica, influenciada por las retenciones del mar durante las mareas altas. Tramo totalmente contaminado e insalubre.

**2. Terrazas y Fondos Fluvio - Aluviales**

En la repisa continental, el fondo del valle Chillón y de las quebradas, existen terrazas y fondos rellenados con materiales fluviales, aluviales y aluviónicos, generados durante el Cuaternario antiguo con climas mucho más lluviosos que el actual, ligados a las glaciaciones y deglaciaciones Cuaternarias.

Durante el Cuaternario Reciente, con clima seco y menos lluvioso, la escorrentía fluvial de bajos caudales ha empezado a encajonarse sobre el relleno aluvial de fondos de quebradas y deltas de la repisa continental, lo que ha dado lugar a la división de las terrazas separadas por lechos profundos o encañonados, como los ríos Rímac y Chillón. Las terrazas y fondos más extensos se presentan en la repisa continental, donde se ha ubicado la gran ciudad capital y el Cono Norte de Lima y el Callao. Así como, los campos agrícolas costaneros, irrigados con aguas de los ríos a terrazas gravosas.

Las terrazas gravosas son las más extensas de la Cuenca del río Chillón, constituyendo las pampas con suelos de arcillas y gravas y cantos de acumulación fluvial. En estas terrazas se encuentran los acuíferos subterráneos más importantes de la cuenca. El Cono Norte de la Ciudad de Lima y los campos agrícolas de Chuquitanta, Carabayllo y Puente Piedra, se asientan sobre estas terrazas.

#### **b. Terrazas Aluviales**

En los fondos de las quebradas o Sub- Cuencas, de las partes bajas y medias de la Cuenca del río Chillón, existen rellenos de materiales aluviónicos mezclados con clastos angulosos, formando planos amplios muy favorables para la ocupación humana. Sin embargo, por las condiciones desérticas tienen limitaciones por falta del recurso hídrico.

En los fondos de estas quebradas se viene extendiendo la expansión urbana del Cono Norte, en los distritos de Ancón, Ventanilla, Puente Piedra, Carabayllo, Comas, Independencia y otros.

Las quebradas con fondos aluviales típicos son las siguientes:

Ancón, Pampa de Los Perros, Progreso, Torre Blanca, Huarangal, Caballero.



### **c. Fondos Aluviónicos**

En las partes Medias de la Cuenca del río Chillón, existen quebradas con fondos rellenos con materiales aluviónicos gruesos, en los que no se puede diferenciar geoformas, constituyendo una sola geoforma de relleno aluviónico.

Estos fondos son de fuerte pendiente, muy pedregoso y de difícil acceso, con escorrentía excepcional de huaycos destructores.

### **d. Fondos Rocosos**

En las partes altas de la Cuenca del río Chillón, existen quebradas erosivas cuyos fondos están constituidos por las rocas del basamento lítico cortical; que en esta cuenca son rocas volcánicas y granitos.

Debido al estado en edad joven de la Cordillera de Los Andes, con levantamiento orogénico constante y desgaste hídrico fluvial intenso; permite que los fondos de quebradas sean erosivas y de desgaste sobre las rocas. Estos fondos de quebradas son muy estrechos, de fuerte pendiente, de formas encañonadas e inaccesibles.

## **3. Explanadas**

Las explanadas se forman por la erosión y desgaste lateral de las montañas, a partir de los fondos de quebradas, en forma regresiva de la montaña y la acumulación al pie de estas, los materiales térreos areno-gravosos, con poco espacio de transporte por las escorrentías pluviales en forma laminar y concentrada formando conos y abanicos aluviales.

Las explanadas más extensas se encuentran en los distritos de Independencia, Comas, Carabayllo y Puente Piedra; formando pampas de baja a moderada pendiente; donde han sido ocupadas por la expansión urbana.

### **a. Explanada Arcillosa**

Al pie de las montañas de Lomas de Carabayllo, se han formado explanadas arcillosas, debido a la forma de bahía de la margen derecha del río Chillón, que ha producido la colmatación con materiales finos arcillosos, con leve a

moderada pendiente; dando lugar a suelos, para la agricultura. Estas explanadas constituyen el área agrícola más importante de la Cuenca del río chillón, que se encuentra en proceso de destrucción por la expansión urbana.

#### **b. Explanada Aluviónica**

En las partes bajas de los Espolones Andinos, por desgaste regresivo de éstos, se ha iniciado el proceso de erosión, en estado inicial, desgastando las masas rocosas en forma laminar y acumulación rápida de materiales; por lo que se han formado explanadas de materiales aluviónicos gruesos, con alta pendiente y suelos muy pedregosos y angulosos.

La incisión de los ríos Chillón y Rimac, en la Zona de la Repisa Continental, sobre los depósitos aluviales y macizos rocosos, profundizando los lechos fluviales en forma lineal profunda muy estrecha, con paredes escarpadas casi verticales; dando lugar a las denominadas Encañadas, éstas se han formado en condiciones climáticas más húmedas que las actuales con caudales fluviales más voluminosos que los actuales, durante el Cuaternario Pleistocénico,

### **4. Encañadas Costeras**

Estas geoformas son muy importantes en la Repisa Continental y en el proceso de urbanización y funcionamiento de la Ciudad de Lima, determinando, por un lado, limitaciones y riesgos físicos y por otro, un recurso ecológico, paisajístico, recreativo y educativo para la población local.

Por los materiales en los que se han formado se diferencian dos tipos de Encañadas:

#### **a. Encañada en Grava**

Una Encañada Gravosa ha sido formada por el río Rímac en los depósitos aluviales deltaicos del mismo río; desde el puente Santa Rosa hasta el puente Fauces, con una longitud de 6,200 m, aproximadamente; por anchos entre 10 y 50 m, en el fondo de la Encañada y entre 100 y 200 m, de ancho en las cornisas

superiores. Así como profundidades entre 5 m en el extremo inferior y de 80 a 100 m, en la parte superior.

### **Explanada en Lomas de Carabaylo**

Esta encañada es de forma casi recta en su mayor parte, con una sección curvada en la parte superior y más profunda, constituyendo un medio paisajístico espectacular.

En esta Encañada el proceso fluvial es de transporte de todos los materiales erosionados en la Cuenca del río Rímac, incluyendo los desmontes, basura y aguas servidas de la Ciudad de Lima. Por lo que se encuentra en condiciones contaminadas e insalubres.

### **b. Encañada en Roca y Grava**

El cruce del río Chillón de la Cordillera Costanera Oquendo – Ventanilla, capturado por una falla geológica reciente que corta dicha Cordillera, entre Puente Inca y Márquez; ha dado lugar al desvío del río Chillón e incisión en el substrato rocoso y terraza gravosa, formándose una Encañada en Roca y Grava, con una longitud de 6,50 Km, entre San Diego y Márquez.

Esta Encañada presenta una morfología diversa en cinco tramos, ligados a las características rocosas y aluviales que corta y donde se desarrollan procesos fluviales distintos: Encañada San Diego, Garganta, Puente Inca, Encañada Chuquitanta, Encañada Cucaracha, Encañada Márquez.

#### **1) Encañada San Diego**

La incisión en esta terraza aluvial, se produjo por el proceso regresivo de profundización del lecho del río Chillón al ser capturado por la falla geológica; desde la garganta en Puente Inca hasta el Cerro Pro; de 1,80 Km, de largo, por un ancho de 250 m a 700 m; encajonado en la terraza aluvial a más de 5 m de profundidad. La forma alargada de la Encañada, angosta en la parte superior y ancha en la parte inferior, se debe al proceso de represamiento que ofrecía la

garganta puente Inca, durante las máximas crecidas del río Chillón, dando lugar a remolinos que socavaban las terrazas ampliando el lecho fluvial.

En esta Zona de la Encañada, actualmente se sigue produciendo este proceso fluvial, durante las crecidas fluviales grandes, ligadas al fenómeno El Niño, cuando los grandes caudales del río Chillón, no pasan libremente por la Garganta puente Inca y son represados, generando inundación en San Diego. Ese proceso ha sido complicado por la urbanización casi total y la construcción de los diques de encauzamiento, que impiden el drenaje rápido después que se produce la inundación.

## **2) Garganta Puente Inca**

Durante el Cuaternario Reciente, se ha producido una falla geológica que ha cortado una porción pequeña del Cerro Chillón, dando lugar al Cerrito Puente Inca y una Garganta del mismo nombre; de 100 m de largo por 30 m, de ancho y una profundidad de 30 m, con paredes casi verticales.

Esta Garganta impide el paso normal de las grandes crecidas del río Chillón, dando lugar a represamientos, inundaciones y acumulación de los materiales que transporta desde las partes altas de toda la Cuenca del río Chillón; afectando la Urbanización de San Diego.

## **3) Encañada Chuquitanta**

Entre la Garganta Puente Inca y Pampa Los Perros, el río Chillón ha desarrollado una zona de Encañada en la terraza y los depósitos aluviales procedentes de la Cordillera Costanera. De 2,40 Km, de largo por anchos entre 500 my 800 m. Encajonada a 5 y 10 m, de profundidad en los sedimentos fluviales. La forma alongada de esta Encañada se debe a la profundización del lecho del río entre dos medios rocosos, que inducen a la formación de flujos arremolinados y a represamientos; dando lugar a una hondonada casi cerrada e inundable, con lechos fluviales irregulares y no bien definidos. En esta Encañada, debido al represamiento inducido por la Encañada Cucaracha, se está produciendo la sedimentación de los sedimentos que el río acarrea desde la

cuenca alta; proceso intensificado por la abundante acumulación de desmontes urbanos de la Ciudad de Lima y El Callao. Estos procesos están poniendo en peligro la Zona por que las máximas crecidas podrían generar desbordes del río y causar destrucción de extensas zonas urbanas de Chuquitanta.

#### **4) Encañada Cucaracha**

En la zona de cruce directo del río Chillón a través de la cadena Costanera, ha dado lugar a la formación de una Encañada Típica, en el medio rocoso; con una longitud de 1,60 Km, de largo, con anchos entre 60 m y 120 m, en las partes altas y entre 5 y 10 m, en el fondo del lecho fluvial. Así como, una profundidad entre 15 y 30 m, con prolongación hacia las cimas de la Cordillera Costanera. Presenta una morfología irregular con paredes empinadas, muy estrechas y de difícil acceso; con bosque ribereños en algunas partes del fondo de la Encañada.

#### **5) Encañada Márquez**

La parte final encajonada del río Chillón, en la Zona de Márquez, entre las terrazas aluviales, se ha formado una Encañada corta y poco profunda, de 600 m, de largo por anchos entre 20 y 50 m; con profundidades entre 2 y 5 m.

En esta zona la construcción de los diques laterales de encauzamiento, han transformado la morfología natural, convirtiéndola en un medio totalmente contaminado, por aguas servidas, basura doméstica y residuos industriales.

### **Sistema Repisa-Continental-Costanera**

Entre el Mar y la Cordillera de Los Andes, debido a los procesos de levantamiento tectónico en bloques diferenciados (bloques levantados y bloques hundidos), a la erosión marina, a la acumulación aluvial deltaica y al emplazamiento de la Cordillera Costanera; han dado lugar a la formación de una Zona amplia a manera de escalón; donde se diferencian las pampas, colinas y montes áridos y desérticos.

#### **1. Tablazo Marino**

El Tablazo está constituido por los depósitos marinos litorales en épocas del Cuaternario Pleistoceno y antes del último Levantamiento Tectónico, que dio

lugar al levantamiento de estos depósitos para formar las terrazas marinas, que han formado extensas planicies en el Norte del territorio peruano, donde toma el nombre de Tablazos. En la Cuenca del río Chillón, en la Inter-Cuenca Ancón, existen relictos de terrazas marinas pleistocénicas, formadas de conchales y pedregosas.

## **2. Campo de Dunas**

Los campos de Dunas son medios de acumulación – transporte de arenas generada por los vientos de la brisa marina, por las diferencias de presión atmosférica en la interface mar – continente. Los vientos Sur sobre el medio marino costero, en la Zona Costera, se desvían hacia el Noreste y Este, produciendo el transporte de las arenas que el mar deposita en las playas en forma intensa. La acumulación marina de arenas en las playas de Oquendo – La Pampilla, Ventanilla, Santa Rosa, Ancón y Pasamayo; desde el pleistoceno, ha dado lugar a la formación de los campos de dunas en distintas formas, mantos, médanos, barhan (media luna) y avenamiento difusos en extensas zonas de la Zona Costanera Continental; como se observa en las localidades de La Pampilla, Mi Perú, Pachacutec, Santa Rosa, Ancón y Lomas de Pasamayo.

En la Zona Costanera de la Cuenca del río Chillón y las Inter-Cuencas, se diferencian dos clases de campos de dunas:

- Las dunas de edad Pleistocénica o antigua, en las partes altas de Puente Piedra, Ancón y Pasamayo. Formando depósitos antiguos de arenas moderadamente estabilizadas, sobre las cuales se desplazan los procesos eólicos actuales.
- Las dunas de edad Holocénica Reciente o Actual, en Santa Rosa y Pasamayo. Formando depósitos en transporte activos que avanzan sobre las laderas y la infraestructura urbana y vial.

Los campos de dunas son medios áridos, con suelos arenosos sueltos e inconsistentes, que durante los procesos de transporte se acumulan las arenas cubriendo todo lo que se encuentra en la zona de acción. Los suelos, quebradas, colinas, urbanizaciones, etc. constituyendo un problema morfodinámico de

afectación a las actividades humanas. Por ejemplo en Pasamayo afecta constantemente a la autopista.

### **3. Montes Isla**

El levantamiento tectónico del borde continental, se ha producido con fallamientos longitudinales y transversales, formando bloques de masas rocosas de la corteza terrestre; los que durante el proceso de levantamiento se han comportado en forma diferencial. Unos bloques se han levantado en forma lenta, quedando hundidos que forman las depresiones del borde litoral; y otros bloques se han levantado rápidamente, formando elevaciones que han dado lugar a los denominados Montes Isla; que luego fueron expuestos a la erosión y desgaste marino, pluvial y fluvial.

Actualmente, los montes isla son elevaciones rocosas rodeadas de planicies aluviales, destacándose en la Repisa Continental. Los Cerros Pan de Azúcar, Candela, La Regla, Huarangal, Pacífico y otros de la Inter-Cuenca Ancón; son formas típicas de Montes Isla.

Estos Montes Isla son geoformas importantes, como escenarios paisajísticos y como medios elevados para instalación de infraestructura de comunicaciones y líneas de alta tensión.

Por la altitud se diferencian dos clases de Montes Isla:

- a. Montes Bajos, Montes rocosos elevados entre las planicies; menos de 50 m, de altura.
- b. Montes Altos Montes rocosos elevados entre las planicies; mas de 50 m, de altura.

### **4. Cordillera Costanera**

En el fallamiento longitudinal, durante el proceso de levantamiento de la plataforma Continental, en el borde continental se ha formado una serie de Cordilleras en forma de cadenas longitudinales y paralelas al litoral, que se han

denominado Cordilleras Costaneras; como las que se encuentran en el borde continental de la Cuenca del río Chillón y la Inter-Cuenca Ancón.

De esta manera se han formado las Cadenas Costaneras Siguietes:

- Cadena Costanera Oquendo (159 m, de altitud)
- Cadena Costanera Chillón-Ventanilla-Santa Rosa-Ancón (400 m, de altitud)
- Cadena Costanera Pasamayo (700 m, de altitud)

Las Cordilleras Costaneras, son medios morfológicos montañosos irregulares, con elevaciones hasta de 700 m, sobre el nivel del mar; con modelado formado por el desgaste pluvial durante climas lluviosos en tiempos anteriores al actual; que han dado lugar a la formación de quebradas y por incisión hídrica y acumulaciones aluviales en explanadas.

La ubicación de estas Cadenas Costaneras, se encuentran en el borde continental, se elevan rápidamente oponiéndose a la dirección de los vientos de la brisa marina la cual se encuentra cargada de humedad, en forma de neblinas densas, obligándolas a levantar y bajar la temperatura, que al chocar con las laderas de las Cadenas Costaneras, se va a producir la condensación y precipitación en forma de lloviznas muy finas y constantes durante las estaciones invernales. Este proceso da lugar a la formación de las denominadas “**Lomas**”; las cuales se caracterizadas por la formación de suelos orgánicos y una amplia cobertura vegetal de herbáceas y arbustos. Durante las estaciones invernales, se producen las neblinas con gran persistencia, las cuales cubren las partes altas de estas Cordilleras Costaneras, que determinaran climas muy fríos y con 100% de humedad y saturación; con limitantes estas inclemencias del clima las hacen, no aptas para la sobrevivencia del ser humano.

### **Sistemas-Montañosos**

El Sistema montañoso en la Cuenca del río Chillón, es dominante y constituye el medio estructural orogénico ligado a la Cordillera Occidental de Los Andes, que se



eleva hasta 5,300 msnm. Este sistema está formado por los macizos rocosos de rocas sedimentarias en las estribaciones andinas, el Batolito Andino de rocas intrusivas graníticas en la parte media de la cuenca, las rocas volcánicas en la Zona Alto andina y las rocas sedimentarias en la parte de la Divisoria Continental en la Cordillera La Viuda.

La situación del levantamiento actual de la Cordillera de Los Andes, desde el punto de vista geomorfológico, constituye un medio en estadio de juventud morfológica, que define la situación de formación actual de las geoformas y las unidades geomorfológicas; ligadas a los procesos de desgaste pluvial y fluvial de la Cordillera Occidental.

Estos procesos de desgaste intenso, están dando lugar a la formación de diferentes unidades geomorfológicas agrupadas en dos grandes grupos:

- Los Espolones Montañosos andinos transversales
- La cordillera Montañosa Central Longitudinal

### **1. Espolones Montañosos Andinos Transversales**

Los procesos de desgaste e incisión fluvial descendente desde las cimas de la Divisoria Continental de la Cordillera Occidental en la Cordillera La Viuda, (en forma transversal sobre la estructura geológica) han dado lugar a la formación de cadenas montañosas transversales, descendentes, separadas por valles y cañones muy profundos, denominados Espolones; que se extienden desde los 3,880 msnm, hasta la Repisa Continental a 200 msnm.

En este Sistema morfológico se diferencian nueve unidades geomorfológicas, con modelados y potencialidades diferentes.

#### **a. Colinas bajas**

Colinas rocosas de laderas redondeadas. Áridas. Menos de 50 m de altura

#### **b. Colinas altas**

Colinas rocosas de laderas redondeadas. Áridas. Más de 50 m de altura

**c. Estribaciones Pre-Montanas**

Estribaciones colinosas bajas prolongadas de los espolones. Laderas rocosas redondeadas; áridas.

**d. Plataformas Intermedias**

Planos inclinados de moderada pendiente en las partes medias de las laderas de montañas.

**e. Espolones Montañosos Bajos**

Parte baja (500 a 1,300 msnm.) de los espolones montañosos transversales de la Cordillera Occidental. Modelado irregular accidentado. Medios áridos y lomas costaneras.

**f. Espolones Montañosos Medios**

Parte media (1,300 a 2,000 msnm.) de los espolones montañosos transversales de la Cordillera Occidental. Modelado irregular accidentado. Medios áridos y cactáceos.

**g. Espolones Montañosos Altos**

Parte alta (2,000 a 3,800 msnm.) de los espolones montañosos transversales de la Cordillera Occidental. Modelado irregular accidentado. Medios áridos y pajonales premontanos.

**h. Mesetas Intermedias**

Mesetas onduladas en las cimas de los espolones. Pajonales y cultivos en secano.

**i. Cañón Intermedio**

Cañón profundo en la parte intermedia de la Cuenca Chillón, formada por el desgaste del río y la resistencia rocosa granítica del Batolito de la Costa. Entre 1,700 y 2,800 m, de profundidad entre los Espolones.

**2. Cordillera Montañosa Central Longitudinal**

La Cordillera montañosa Central está representada por el macizo central y eje de la Divisoria Continental de la Cordillera Occidental de la Cordillera de Los Andes, que recorre longitudinalmente el territorio peruano, elevándose sobre los 3,800 msnm, hasta los 5,300 msnm.

La disposición estructural geológica y la acción de los procesos morfogenéticos, han dado lugar a siete unidades geomorfológicas, que se describen a continuación

**a. Valles Glaciales**

Fondos planos y ondulados de valles formados por los glaciales antiguos. Medios fríos y húmedos.

**b. Bofedales**

Medio hidromórfico pantanoso, de arenas, arcillas, limos y materia orgánica. Turbera muy inconsistente

**c. Lecho Lagunar**

Laguna altoandina formada en medios glaciales. Aguas frías.

**d. Lecho Oconal**

Bordes hidromórficos con oconales en las lagunas altoandinas.

**e. Fosas Estructurales**

Fosa formada por fallas geológicas y desgaste glacial longitudinal a la estructura geológica.

**f. Mesetas Altoandinas**

Mesetas onduladas en las cimas de la Cordillera Central. Medio frío con pajonales altoandinos, entre los 3,800 y 4,800 msnm.

**g. Montañas Glaciales**

Cadenas de montañas y picos rocosos destacables muy irregulares y accidentadas, medios gélidos periglaciales, entre los 4,800 y 5,300 msnm.

**Sistema Glacial**

En las cimas más elevadas de la Cordillera Occidental, a más de 5,000 msnm; por las temperaturas muy bajas, hasta menores a los 10 y 15 grados centígrados bajo cero; se han formado las precipitaciones sólidas de agua, formando los casquetes glaciares en forma muy extensa en las partes altas de la Cuenca del río Chillón. Actualmente el globo terrestre se encuentra en un proceso de deglaciación global, por el cual se están fundiendo las masas glaciares en un proceso acelerado por el efecto invernadero ligado a la contaminación atmosférica con los gases industriales y usos de combustibles fósiles; principalmente en los países Industrializados y también en el Perú.

En la Cuenca del río Chillón, la fusión de las masas glaciares está llegando casi a la extinción de éstas, quedando masas pequeñas en las cimas de la Cordillera La Viuda. Sin embargo, estas condiciones glaciales de la cuenca permiten aún la regulación hídrica en la cuenca, permitiendo la esorrentía durante todo el año, en conjunción con los afloramientos hídricos en puquiales.

### **1. Masas Glaciares**

Las masas glaciares se presentan en dos formas, los casquetes de hielo sólidos y las nieves temporales, como se indica a continuación:

#### **a. Casquetes Glaciares**

Casquetes glaciares permanentes en las cimas de la Cordillera Occidental. Ablación glaciar formación de morrenas.

#### **b. Nieves Temporales**

Mantos de nieves y granizos temporales de gran espesor.

### **2. Geoformas Glaciales**

Las geoformas glaciales, son modelados generados por el desgaste del flujo de las masas glaciares sobre las masas rocosas, que luego al fundirse estas masas produce la acumulación de los materiales térreos, formado las denominadas morrenas glaciales.

#### **a. Circos Glaciales**

Depresiones laterales en las montañas por desgaste de las masas glaciares.

#### **b. Morrenas Glaciales**

Depósitos de morrenas glaciales en los frentes de fusión de las masas glaciares y las nieves temporales.

## CAPÍTULO VI

### ASPECTOS GEOLÓGICOS DE LAS CUENCAS ALTA MEDIA Y BAJA DEL RÍO CHILLÓN

#### 6.1. LA ESTRATIGRAFÍA

Estratigráficamente el área de estudio incluye rocas sedimentarias, volcánicas y metamórficas, cuyas edades quedan comprendidas entre el Jurásico Medio y el Cuaternario Reciente.

- **El Jurásico Medio.**- Tiene presencia con las formaciones: Arahuay, Puente Piedra, el Volcánico, Yangas, El Grupo Morro Solar y el Grupo Pamplona, (las más antiguas y de mayor distribución en la cuenca).
  
- **La Formación Arahuay.**- Es reconocida como una secuencia de cerca de 4,000 m, de potencia. Consistente en la parte inferior, por volcánicos andésiticos, luego cherts bandeados blanquecinos y hacia la parte de arriba intercalaciones de calizas bituminosas, cherts gris verdosos y lodolitas silificadas negruzcas. Su nombre responde a su mejor exposición en las inmediaciones de la localidad de Arahuay. Sus afloramientos se prolongan hacia el Norte, sectores de Pampacocha y Huamantanga, sigue un rumbo general NE-SO y buzamientos de 65° a 85° al noroeste, presenta una topografía muy agreste, pues es resistente a los efectos del intemperismo.
  
- **La formación Puente Piedra.**- Es una serie volcánica sedimentaria de cerca de 1,000 m de grosor, que se expone en las inmediaciones de Puente Piedra y Ventanilla, así como en los cerros Resbalón, Negro, etc. en la margen derecha del curso inferior del río Chillón. Tiene tres componentes: El Inferior, con

predominancia de derrames andesíticos o dacíticos, intercalados con capas de brechas y aglomerados. El intermedio, Puente Inga, compuesto por areniscas, arcósicas, gravas, arcillas bentoníticas y lutitas multicolores; en menor proporción se tiene ftanitas y calizasa. El Superior, contiene flujos lávicos. Esta litología le da una apariencia de lomas de poca elevación, con capas de rumbo NO-SE y buzamiento entre 15° y 20° al suroeste. La ftanita es una roca silíceea de grano fino densa, muy dura y que suele mostrar fractura concoide, integrada por calcedonia (sílice fibrosa microcristalina y sílice amorfa microfibrrosa u ópalo) y cuarzo criptocristalino.

- **El Volcánico Yangas.-** Es una serie monótona volcánico-sedimentaria de aproximadamente 4,500 m, de potencia. Su mejor exposición se da en las inmediaciones de Yangas, prolongándose al norte y sur en afloramientos discontinuos, debido a la intrusión batolítica. Su litología muestra una alternancia de meta-volcánicos andesíticos, lodolitas y margas silicificadas; contiene además ftanitas blancas y calizas oscuras metamorfizadas. Los afloramientos, se presentan a manera de elevaciones algo agrestes, con partes bajas cubiertas por depósitos coluviales con ese tipo de material. Adopta una tendencia homoclinal, NO-SE, con buzamientos entre 20° y 50° hacia el suroeste.
- **Grupo Morro Solar.-** Estas rocas tiene exposiciones en las lomas de Carabayllo y en Comas, con una potencia aproximada de 200 m, correspondiente a la formación La Herradura y Marcavilca. La primera está compuesta basalmente de lutitas limolíticas rojas o grises y en la parte superior areniscas verdosas, intercaladas con lutitas micáceas gris oscuras y en el tope se tiene la ocurrencia de cuarcitas con lutitas gris oscuras. Presenta una estructura arqueada, en el sector de Carabayllo sigue un rumbo general E-O, girando hacia Comas a una tendencia NO-SE, con buzamientos que varían entre 30° y 45° al norte y noreste, respectivamente.
- **El Grupo Pamplona.-** Sus afloramientos se encuentran restringidos a los sectores de Comas e Independencia y partes altas de Carabayllo.

Yace concordantemente sobre el Grupo Morro Solar y, debido a la estructura sinclinal, pasa hacia el sector noreste hasta la curva del Valle (Hdas. Macas y Zapán). Su espesor varía entre los 900 y 600 m, en el predomina una material conformado por niveles de lutitas grises o marrones intercaladas con calizas margosas, limolitas y lodolitas. Los niveles sedimentarios forman terrenos blandos y deprimidos, mientras los paquetes volcánicos componentes se mantienen con alineaciones agrestes.

- **El Cretáceo Medio Superior**, se encuentra representado por las Formaciones, Umasha, Grupo Casma y Grupo Quilmaná
- **Formación Atocongo.-** Suprayace al Grupo Pamplona y sus afloramiento se ubican en áreas contiguas a éste, con similares características estructurales. Consiste en bancos masivos de calizas micríticas, gris oscuras a negras, calizas marrón claras, lutitas y lodolitas calcáreas. En la parte superior predominan lutitas limolíticas abigarradas, interestratificadas con calizas gris oscuras a negras, además ocurrencias de limolitas y derrames andesíticos. Su espesor varía entre los 200 y 800 m.
- **Formación Jumasha.-** Estas rocas afloran en el extremo superior de la cuenca, en un sector reducido de la Cordillera de la Viuda. Litológicamente está constituida por bancos de calizas gris oscuras de 1,000 a 1,500 m. de grosor y algunas capas de calizas claras con abundante venas de calcita. Exhibe superficies aborregadas debido a la acción glaciario. Su espesor es calculado en 1,200 m; los paquetes rocosos siguen la dirección NO-SE con buzamiento entre 60° y 70° en flancos de pliegues longitudinales.
- **Grupo Casma.-** Consiste en diferentes unidades estratigráficas de naturaleza volcánico sedimentaria, las que suprayacen a la Formación Atocongo. Su espesor es igual a 2,000 m. Aflora en la cuenca media, tomando un rumbo NO-SE con buzamientos entre 45° y 55°, en los flancos de un sinclinal abierto. En la parte inferior alternan aglomerados andesíticos o dacíticos con derrames andesíticos,

riolíticos, algunas capas delgadas de lutitas, areniscas, lodolitas y calizas. El relieve de estos suelos se destaca por su resistencia a la erosión.

- **Grupo Quilmaná.-** Es la secuencia volcánico sedimentaria del Cretáceo superior que equivale a la parte superior del Grupo Casma. Son derrames volcánicos masivos en un espesor de 200 a 300 m; de composición andesítica y riódacítica, de colores gris oscuros, verdosos que destacan por un relieve abrupto. Constituye el núcleo de un sinclinal amplio entre la Qda. Gangay y el Cerro Cabrera, sigue un rumbo NO-SE. El Terciario, se encuentra representado en la cuenca, por las unidades estratigráficas: Grupo Colqui y el Grupo Lima (Terciario Inferior a Medio) y, por los Volcánicos Millotingo y Huarochiri.
- **Grupo Colqui.-** Volcánico –sedimentario con espesor aproximado de 2,000 m, conformado por bancos de tobas gris blanquesinas, en la parte inferior; seguido de una secuencia abigarrada conformada de lutitas, areniscas tobáceas, lodolitas, calizas y algunos mantos de yeso, en la sección media y; en la sección superior, predominio de derrames andesíticos, conglomerados y volcánicos, intercalados con algunas sedimentos de estratos delgados. Las capas siguen rumbo de dirección andina, la topografía responde a las características litológicas: formas suaves en los sedimentos y agrestes en las partes donde afloran los volcánicos.
- **Grupo Rímac.-** Serie aproximadamente de 1,000 m, de espesor que subyace discordantemente al Grupo Colqui y que pasa al valle del Chillón. Conformada basalmente por rocas piroclásticas de composición andesítica a riódacítica, tobas, intercalaciones de areniscas tobáceas. En la parte media y superior, se intercalan areniscas y limolitas con tobas de colores claros. Esta unidad de tonalidad marrón violácea o gris verdosa, aflora al Este y Sureste de Lachaqui, mostrando un plegamiento suave con ejes de dirección NO-SE.
- **Volcánico Millotingo.-** Paquete de rocas piroplásticas de composición andesítica a riódacítica, con intercalaciones de tobas y flujos de brecha, que afloran en las partes altas, coincidiendo con la divisoria de Cuencas de los ríos Rímac y Chillón



(sector medio). Los buzamientos oscilan entre 15° y 20°, generalmente de rumbo SE.

- **Volcánico Huarochirí.-** Conformado de tobas riolíticas y riodacíticas de colores blancos y rosados, pseudo-estratificados con areniscas tobáceas, aglomerados y tobas blanquecinas.

Aflora en las inmediaciones de Huamantanga, subhorizontalmente sobre rocas intrusivas y estratos mesozoicos. La topografía es suave y la inclinación general sigue rumbo SO-NE. El Cuaternario, en la Cuenca del Chillón está representado por un conjunto de depósitos: Glaciares, Aluviales, Fluviales, Marinos y Eólicos.

- **Los Depósitos Glaciares.-** Son extensas acumulaciones de morrenas asociadas con fluvioglaciares de pocas extensión. Ocurren en ambos márgenes de la sección superior del río Chillón, depositadas a alturas superiores a los 4,000 msnm; se encuentran en las nacientes de las quebradas tributarias, en la forma de morrenas laterales o frontales, esta última con desarrollo de lagunas glaciares.
- **Depósitos Fluviales.-** Son acumulaciones aluvionales o depósitos originados por la acción de los huaycos y por los cursos fluviales en épocas de grandes avenidas. Se caracterizan por su heterogeneidad y desorden en la deposición; constituidos por bloques, rodados, gravas de naturaleza variada, con una matriz areno-limosa. El proceso de deglaciación del Pleistoceno otorgó a los ríos y quebradas un gran poder de erosión y transporte, por lo que se van a depositar grandes volúmenes de material en las partes bajas de la Cordillera. Desde la localidad de Cullhuay y, en ambos flancos del valle del río Chillón se presentan gruesos depósitos de material aluvial que, en algunos casos como en las quebradas Moquegua y Huamrimayo, alcanzan 30 m, de espesor en la parte baja de la cuenca, estos depósitos aluvionales forma las extensas planicies utilizadas para la agricultura.
- **Depósitos Marinos.-** Se encuentran representados por acumulaciones de arenas finas de color gris. El principal depósito se encuentra en el borde inferior de las

Pampas de Ventanilla, dispuesto paralelo a la línea de playa y alcanza un ancho promedio de 2 km.

- **Depósitos Eólicos.**- Están compuestos por extensos depósitos de arena eólica de grano mediano y anguloso, de color amarillento. Se encuentran emplazados en la margen derecha del río Chillón, desde la Pampa de Huarangal hasta el borde del mar. El más potente se localiza en el área de La Pampilla, donde la arena cubre las cumbres de la mayoría de cerros circundantes.

## **6.2. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL**

### **Rasgos Estructurales**

En términos generales se puede destacar que la mayor parte de la superficie de la cuenca presenta una deformación estructural que se evidencia en los sistemas de fallamientos y plegamientos resultantes de los diferentes eventos tectónicos que afectaron la cuenca y la Cordillera de los Andes en general.

#### **•Pliegues**

Se presentan como anticlinales o sinclinales que disturban los estratos de las formaciones Puente Piedra, Morro Solar, Pamplona, y a las formaciones Arahua y las calizas Jumasha del sector oriental del área.

Los más significativos son el anticlinal que aflora en el área de Puente Piedra y alcanza una larga de 15 km, con un eje SE-NE; otro es el sinclinal que se encuentra al Oeste de Hda. Chocas Bajo, con buzamientos suaves entre 10° y 20°. Hacia los sectores medio y superior de la cuenca, las unidades estratigráficas se disponen a manera de un amplio homoclinal con buzamientos SE-NO. La sección superior de la cuenca se caracteriza por presentar una zona estructural con pliegues apretados, especialmente en las áreas de rocas sedimentarias poco competentes.

#### **•Fallas**

Dos importantes sistemas de fallas se observan desde la cabecera de la cuenca hacia el borde del mar. El primer sistema, el más importante, tiene sentido sureste-

noroeste, mientras que el segundo tiene una orientación suroeste-noreste. Estas fallas son mayormente transversales al valle y algunas siguen la dirección de las quebradas afluentes al río Chillón.

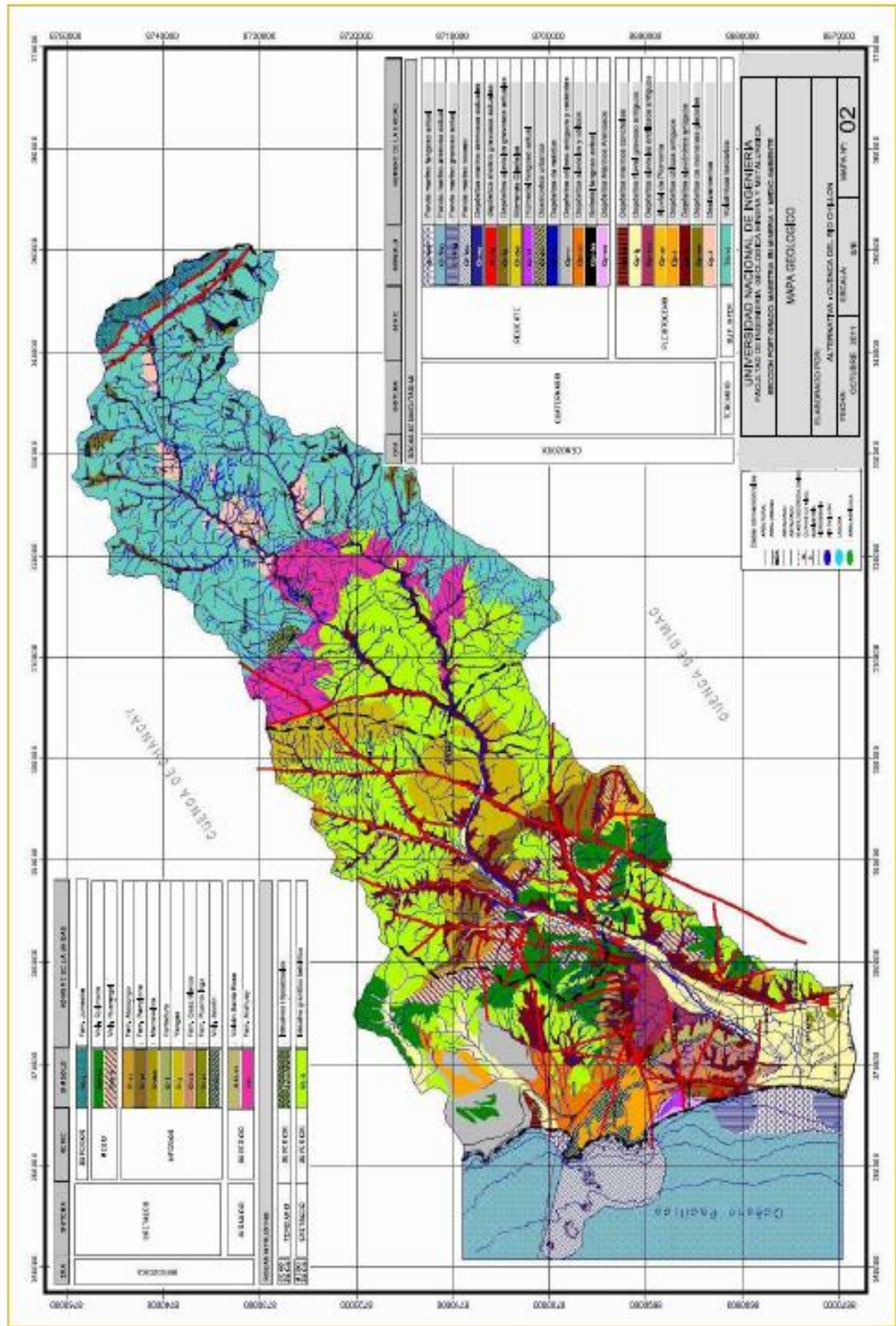
En los acantilados del cerro El Perro y en el borde del mar a la altura de la refinería de La Pampilla, se observan tres importantes fallas verticales que afectan la formación Puente Piedra. Estos accidentes tiene rumbo sureste-noroeste y muestran una zona de brechas de 0.80 y 1.00m, de ancho relleno con material brechado de la caja milonita.

Además, son notables las fallas de orientación NE-SO, muchas de las cuales son del tipo de desplazamiento de rumbo; afectan tanto a rocas sedimentarias como a intrusivas, tal es el caso de la falla que corre al Oeste de Yangas.

Existen zonas de fracturamiento que siguen las dos direcciones principales mencionadas anteriormente y parecen haber controlado en gran parte la dirección del drenaje.

#### •Junturas

Se ubican en Áreas correspondientes a rocas del batolito, el mismo que por su homogeneidad presenta un diaclasamiento uniforme que significa dos direcciones principales, una NO-SE y la otra SO-NE.



## **CAPITULO VII**

### **LA HIDROLOGÍA DE LAS CUENCAS ALTA, MEDIA Y BAJA DEL RÍO CHILLÓN**

#### **7.1. AGUAS SUPERFICIALES**

Las aguas superficiales provienen principalmente de los deshielos y las precipitaciones pluviales que forman y dan origen a dos ríos, el río Chillón y el río Quisquichaca o Arahua, con caudales permanentes y reciben los aportes de pequeños ríos o quebradas como el Olivar, Trapiche, Sacos, Tararacra, Huarimayo, Huancho, Yamacoto, Azacancha, Culebras y Ucaña, para constituirse en afluentes del Océano Pacífico.

Hidrográficamente, la Cuenca del río Chillón pertenece a la vertiente del Pacífico, el río Chillón tiene su origen en la laguna de Chonta a 4,850 msnm; en la cordillera de la Viuda, tiene una longitud total de 126 Km y presenta una pendiente promedio de 3.85%.

El relieve general de la cuenca es el que caracteriza a la mayoría de ríos de la vertiente occidental, que semeja a una hoya hidrográfica alargada, de fondo profundo y quebrado, de pendiente fuerte, presentando una fisiografía escarpada, cortada por quebradas de fuerte pendiente y estrechas gargantas. La cuenca se encuentra limitada por cadenas de cerros que en dirección hacia aguas abajo muestran un descenso sostenido del nivel de cumbres. La parte superior de la cuenca alta presenta un gran número de lagunas, originadas por la reducida pendiente, lo que ha permitido el represamiento parcial del escurrimiento superficial, favorecido además por la presencia de nevados

La cuenca baja mantiene una temperatura promedio mensual de 17°C y de 139 mm de precipitación promedio anual. Esta temperatura promedio se reduce en la medida que se avance con los pisos altitudinales que tiene la cuenca, la que posee una longitud de aproximadamente 120 Km.

Asimismo, la cuenca baja por su posición latitudinal le correspondería un clima tropical, sin embargo, la presencia de la corriente marina fría peruana y de la Cordillera de los Andes, cambian las características climáticas de tropicales a subtropicales, que hacen de la cuenca intermedia y alta sea una zona muy atractiva y agradable.

La estabilidad atmosférica, presenta poca evaporación, ausencia casi total de lluvias, y la ocurrencia de inversión térmica, que origina la presencia casi permanente de una capa de nubes que limitan el pase de los rayos solares y la liberación de los vapores y gases que se reproducen en el litoral. La cuenca alta se ve alterada por fuertes lluvias en los meses de verano.

La diversidad de pisos ecológicos en la cuenca, que va desde los 4,000 msnm; hacen de esta cuenca un territorio de aptitudes productivas y zonas de vida muy importantes para la metrópoli limeña. La disponibilidad de superficies agrícolas de buena calidad, permite desarrollar una agricultura intensiva y productiva todo el año ya que se encuentra muy cerca al mayor mercado del país.

Se dispone de lagunas que mantienen un caudal de agua que garantiza la producción agrícola. Siendo el grado de contaminación mínima. Actualmente se cuenta con una planta de tratamiento de agua potable (Consorcio Agua Azul S.A-SEDAPAL) la cual capta las aguas del río Chillón a la altura del Km 26,5 en la localidad de Punchauca, distrito de Carabaylo, la cual abastece aproximadamente a 800,00 habitantes de los distritos del norte de la ciudad de Lima (Carabaylo, Comas, Ventanilla, Ancón, Puente Piedra y Santa Rosa), siendo la distribución de alrededor de 2.0 m<sup>3</sup>/seg, entre los meses de diciembre y abril, época de lluvias, donde el abastecimiento proviene de

aguas superficiales y 1.0 m<sup>3</sup>/seg, entre los meses de Mayo y Noviembre, época de sequía, donde el abastecimiento proviene de aguas subterráneas.

Asimismo, durante los últimos años el alto valor ecológico de la cuenca, debido a las funciones, valores y atributos de tipo ecológico socioeconómico y cultural ha visto reducir el volumen de biomasa, (hábitat de muchas especies) y reducida la calidad el medio natural, producto del arrojo de la basura, la que se prevé seguirá produciéndose dado el acelerado proceso de urbanización, y asentamientos humanos en la Cuenca del río Chillón.

Es necesario que esta riqueza natural, de condiciones y atributos físico ambientales que reúne la Cuenca del río Chillón sean planeados, administrados y gestionados para orientarlos al desarrollo. En ese sentido, la cuenca cuenta con recursos potenciales para la producción alimentaria y reúne los atributos y condiciones para la investigación, la transformación y el turismo.

Debe también precisarse que la metrópoli y la cuenca están estrechamente interrelacionados y su vinculación no es solo de dependencia de la urbe sobre los centros poblados, sino otra de sobrevivencia en términos de producción, servicios y energía que otorga y provienen de la cuenca, en beneficio de la metrópoli.

Actualmente, la Cuenca del río Chillón tiene cuatro tipos de fuentes de agua:

- \*Agua Superficial no regulada, proveniente del escurrimiento superficial de toda la Cuenca del río Chillón.
- \*Agua Superficial regulada proveniente de lagunas embalsadas, localizadas en la cuenca alta del río Chillón; estas lagunas en conjunto tienen una capacidad de 19.3 MMC (Laguna de Chuchón con 9.30 MMC, Laguna Leóncocha con 3.0 MMC y Laguna Azulcocha con 7.00 MMC)
- \*Agua subterránea, extraída mediante bombeo de los pozos ubicados en la llanura aluvial del valle
- \*Agua de recuperación o de cola evidenciada por el afloramiento en puquios y drenes que es incorporada al sistema de riego del valle. Entre los puquios más

importantes tenemos: San Antonio (500l/s), Huatocay (300 -450 l/s), Chocas (100 l/s), Huarangal (400-450 l/s), Caballero (50 l/s), Punchauca (100 l/s), Choque (75 l/s) y Chillón (50 l/s).

#### **7.1.1. Aforos de los Últimos 20 años**

En la Cuenca del río Chillón, la medición del caudal o aforo del agua es muy importante debido a que es necesario conocer lo siguiente:

- Saber la disponibilidad del agua con que se cuenta
- Distribuir el agua a los usuarios en la cantidad deseada
- Poder determinar la eficiencia de uso y manejo del agua de riego

Para determinar el caudal del agua del un río, se emplean varios métodos entre ellos tenemos:

- Aforo con un correntómetro
- Aforo con limnómetros y limnigrafos
- Aforos con flotadores

En la Cuenca del río Chillón, se cuenta con diferentes estaciones hidrométricas, en el Cuadro N° 7.1, se muestra la Precipitación Total Anual en diferentes Estaciones Pluviométricas en el periodo de 1964 al 2002.

En el presente estudio se ha tomado en cuenta los aforos realizados en la estación Hidrométrica ubicada en el poblado de Obrajillo correspondientes a los años 1955 al 2008, lo cual se muestran en el cuadro N° 7.2



**Cuadro N° 7.1**  
**Precipitación total anual Estaciones Pluviométricas-1964-2002(mm)**

Año	Estaciones pluviométricas-(mm)												
	Marca pomacocha	Milloc	Yantac	Paria cancha	Mina Colqui	Lachaqui	Sheque	Huaros	Caram poma	Canta	Huaman tanga	Arahuay	Autisha
1964						574.9		469.4		230.2	74.8		
1965						512		492.1		303.6	280.5		
1966						682.3		480.5	377.9	333.2	333.2		
1967						400.6		664.2	495.6	462.8	485.8		
1968						124.6		217.4	185	188.1	319.9		
1969	928.1			867.2		597.4		404.1	325.8	377.1	296.2		
1970	1117.7		961.7	844.5		523.9		439.6	400.1	462.4	392.3		
1971	951.2		780.5	667.4		448.1		408.5	468.4	405.6	294.6		
1972	988.1		911.1	836.6		838.6		505.2	526.2	559	618.3		
1973	1477.7		1054.1	1067.5	1085.6	773.6		808.8	748.8	588.1	348.7		
1974	1151		736.6	620.3		475.4		358.4	484.9	269.8	264.5		
1975	1274.2		1641.1	744.6	855.3	523.1		648.1	275.7	568.5	367.3		
1976	1460.4		960.4	589.3	665	593		448.7		421.9	329.8		
1977	1221		742	607.7	532.2	943.8		468	480.2	448.6	258.4		
1978	1600.3		837.4	529.7	577	333.7		341.4	171.1	261.6	379.4		
1979	1208.7		679.8	486.4		347.5		274.9		208.3	258		
1980	1505.3		799	732.5	707.2				295.5			232.7	
1981	1552.3		800.6	784.5							342.9	432.9	
1982	1375.8		556.7	627.2	997.9						366.2	258.8	148.9
1983	1548		559.2	632.8	722.7				243.2			372.5	
1984	1672.2		605.2	820.3	952				521.7		680.2	578.2	288.2

Año	Estaciones pluviométricas-(mm)												
	Marca pomacocha	Milloc	Yantac	Paria cancha	Mina Colqui	Lachaqui	Sheque	Huaros	Caram poma	Canta	Huaman tanga	Arahuay	Autisha
1985	1209.9		556.6	609.2	504.4	730.9			307.4		281.7	318.3	61
1986		916.2	476	823.9	596.3				429.3	381.5	417	374.5	
1987	1229.9	726.2	429.2	674.4	531.3				258.9	54.7	263.7	217.5	153.7
1988	897.4	782.2	577.3	782.8	610				310.6	143		308	148.9
1989	1002.8	753.3	652.2	735.4	874.7	484.9			347.7	161.3		446.8	267.6
1990		786	691.5	586.5	421.4	384.9			305.3		200.9		117.5
1991		611.3	494.2	499.5	435.4						228	194.9	140
1992		583.9	422.2	402.1	307.8	303.2	258.1		142.7	5	123.5	101.6	22.7
1993	1534.2	1016.5	637.7	874.7	763.2	593.1			363.5	122.7	517.4	362.9	258.1
1994			618.2	720.3		691.4	600.6		437.3	290.3	402.7	277.7	181.6
1995	677	1031.8	605.8	624.5		371	263.6		307.2	179.6	346.6	214.4	159
1996		726.4		635.1		540.9	369		430.8	436.6	348.9	310.7	236.4
1997	961.8	862.1	846.6	608.2		560	384.6		379.5	393.6	382.2	295.5	139.1
1998	781.3	744.3	866.1	655.7		911.5	647.7		523.3	533.9	562.8	469.7	440.2
1999	1144.5		1137.1	832.9		572.7	616		505.2	612.9	561.6	446.5	397.4
2000		1339.5	1221.8	971.1		844.3	866.7		638.8	530.6	498.4	397.6	248.5
2001		1369.6	1127.7	724		697.7	604.3		705	534.1	550.1	369.3	
2002	983.2	889.7	921.2	526.3		546.8	277.8		470.4	372.4	403.3	203.4	149.9
Promedio	1209.8	875.9	778.3	698.4	674.6	564.2	488.8	464.3	402	349.1	365.7	326.6	197.7
Desv. Est.	274.9	232.1	262.6	144.3	214.1	188.8	206.5	147.4	144.2	164.3	132	111.6	106.5
Máximo	1672.2	1369.6	1641.1	1067.5	1085.6	943.8	866.7	808.8	748.8	612.9	680.2	278.2	440.2
Mínimo	677	583.9	422.2	402.1	307.8	124.6	258.1	217.4	142.7	5	74.8	101.6	22.7

Fuente: SENAMHI

**Cuadro N° 7.2**  
**Caudales Aforados y Caudales Generados en la Estación Hidrométrica de Obrajillo**  
**Años Hidrológicos 1955-2008 (l/seg)**

FECHA	LECTURA DE MIRA	CAUDAL			FECHA	LECTURA DE MIRA	CAUDAL			FECHA	LECTURA DE MIRA	CAUDAL		
		OBSERVADO	TEORICO	%			OBSERVADO	TEORICO	%			OBSERVADO	TEORICO	%
26-Oct-55	0.830	1.911	3.458	18.4	21-Ene-73	1.120	10.348	1.111	-11.1	11-Jul-91	0.330	1.631	1.684	3.9
28-Oct-56	0.900	4.298	3.304	14.2	13-Feb-74	1.130	10.541	1.111	-13.9	24-Jul-92	0.390	1.774	1.684	-1.2
30-Oct-57	0.900	3.500	3.304	2.4	28-Feb-75	1.280	15.792	12.579	-20.4	06-Ago-93	0.320	1.907	1.684	-11.3
03-Nov-58	0.900	3.002	3.384	7.6	01-Mar-76	1.180	12.012	10.337	-10.9	23-Ago-94	0.750	1.312	1.491	-13.5
05-Nov-59	0.900	3.007	3.384	9.3	12-Mar-77	1.320	14.745	13.588	-1.9	18-Ago-95	0.770	1.136	1.985	-13.7
07-Nov-60	0.900	2.464	3.118	26.5	05-Mar-78	1.290	16.213	15.996	-8.7	29-Ago-96	0.770	1.208	1.585	-1.3
09-Nov-61	0.800	2.632	2.857	12.3	21-Mar-79	1.340	30.400	21.055	32.0	05 Set-97	0.750	1.211	1.491	-12.9
15-Nov-62	0.800	3.549	2.857	15.1	01-Abr-80	1.300	20.948	24.154	15.9	19-Set-98	0.890	1.166	1.280	-8.1
17-Nov-63	0.800	2.411	2.858	18.7	13-Abr-81	1.200	16.200	13.366	-16.5	26-Set-99	0.770	1.874	1.585	-1.1
20-Nov-64	0.800	2.535	2.857	5.7	19-Abr-82	1.100	14.136	11.639	-17.6	02-Set-00	0.770	1.460	1.585	8.4
22-Nov-65	0.800	2.649	2.858	11.6	07-May-83	1.100	12.045	10.111	-10.9	24-Set-01	0.870	1.489	1.491	6.4
24-Nov-66	0.800	6.036	2.828	33.6	19-May-84	1.100	13.010	11.629	-10.9	16-Set-02	0.760	1.587	1.491	-11.5
26-Nov-67	0.900	3.122	4.123	38.9	24-May-85	1.180	12.114	10.335	-11.1	18-Set-03	0.360	1.999	1.491	-1.1
28-Nov-68	1.000	6.489	6.363	-4.0	03-Jun-86	1.130	10.917	8.111	-16.3	05-Oct-04	0.350	1.464	1.491	1.9
02-Dic-69	1.000	6.416	6.409	0.2	14-Jun-87	1.000	8.532	7.822	17.3	12-Oct-05	0.360	1.507	1.491	-1.2
18-Dic-70	1.100	8.822	8.380	-5.0	28-Jun-88	1.040	9.938	6.416	-19.3	07-Oct-06	0.340	1.556	1.314	-15.4
23-Dic-71	1.000	6.500	5.250	16.3	08-Jul-89	0.990	3.200	4.428	-17.2	18-Oct-07	0.340	1.219	1.317	-1.2
27-Dic-72	1.000	7.515	7.149	-6.1	19 Jul-90	0.940	4.878	4.320	-14.0	27-Oct-08	0.300	1.334	1.160	-23.9
INDICE PROMEDIO ANUAL = 11.9%										31-Oct-08	0.310	1.523	1.000	-25.9

Fuente-SENAMHI-Análisis de aforos en los últimos 20 años en la cuenca del río Chillón

### **7.1.2 Sub Cuencas Tributarias**

En la Cuenca del río Chillón se ubican recursos de orden natural, histórico y cultural, que todavía no han sido suficientemente valorados. En este sentido la cercanía a Lima ha sido adversa para cualquier posibilidad de desarrollo de esas áreas, pero en condiciones diferentes, lo cual puede mejorar con la explotación del turismo y el aprovechamiento de un potencial mercado de truchas las cuales se encuentran en la cuenca media del río Chillón.

La cuenca tiene un área de drenaje de 2,353.53 Km<sup>2</sup>, y está situada en el departamento de Lima. Existen 22 comunidades campesinas, las cuales contribuyen con factores de integración y movilización económica y social, encontrándoseles entre la cuenca alta y media del río Chillón. Para realizar el análisis de los aforos se tomó en cuenta un total de 22 subcuencas, de las cuales 21 se consideran subcuencas tributarias de agua al río Chillón y se ubican a partir de la estación puente Magdalena hacia aguas arriba. La descripción de cada una de ellas son las siguientes:

#### **a. Sub-cuenca Cueva.**

Esta subcuenca cuenta con un área total de drenaje de 68,14 Km<sup>2</sup>, un perímetro igual a 35,560 Km, se ubica entre los 1,150 y 1,500 msnm; la principal fuente hídrica lo constituye el río Chillón que la recorre en una longitud de 12,544 Km. Los centros poblados que podemos encontrar son: Llipata, Huanchuy, Panizo, Vigo, Apan, Picullo, Piedra Blanca, Casa Quemada entre otros. La principal vía de acceso lo constituye un tramo de la carretera Lima-Canta.

#### **b. Sub-cuenca Ucañan.**

Esta subcuenca cuenta con un área de drenaje de 57,51 Km<sup>2</sup>, un perímetro igual a 44,898 Km, se ubica entre los 1,500 y 4,400 msnm. Los centros poblados principales son: Puruchuco y Shihuay. La principal vía de acceso en esta zona es la carretera que viene desde Canta, esta se encuentra sin asfaltar, además de contar con caminos de herradura que une los poblados. Esta subcuenca es alimentada por las quebradas de la zona las cuales se van uniendo en un curso principal, teniendo salida al río Chillón en época de lluvias.

**c. Sub-cuenca Quiruana.**

Esta subcuenca es una de las más grandes, cuenta con un área de 215,43 Km<sup>2</sup>, un perímetro igual a 78,993 Km., se ubica entre los 1,500 y 2,500 msnm; la principal fuente hídrica lo constituye el río Chillón que la recorre en una longitud de 20,367 Km, aproximadamente, el cual recibe el aporte de las diferentes quebradas durante su recorrido. Los principales centros poblados que podemos encontrar son: Yaso, Ramo, Piedra Amarilla, Bellavista, Nuevo San José, Tambo, Huamantanga, Carhua entre otros. La principal vía de acceso lo constituye la carretera Lima-Canta, así como también caminos de herradura que interconectan los diferentes poblados. En esta subcuenca se encuentra la Minicentral Hidroeléctrica de Yaso.

**d. Sub-cuenca Yanacocha.**

Esta subcuenca cuenta con un área de drenaje de 60,95 Km<sup>2</sup>, un perímetro igual a 39,692 Km., se ubica entre los 2,550 y 4,450 msnm; la fuente hídrica lo constituye el aporte de las diferentes quebradas que se encuentran en la zona, las cuales se unen a un curso principal teniendo salida al río Chillón por la quebrada Huancho. Los centros poblados que podemos encontrar son: Huanamayo, Tingo, Carcapata, Yanacocha. Solo cuenta con caminos de herradura.

**e. Sub-cuenca Mayru.**

Esta subcuenca cuenta con un área de 56,13 Km<sup>2</sup>, un perímetro igual a 31,056 Km, se ubica entre los 2,550 y 3,100 msnm; la principal fuente hídrica lo constituye el río Chillón que la recorre en una longitud de 7,491 Km, recibiendo el aporte de las diferentes quebradas durante su recorrido. Los centros poblados que podemos encontrar son: Canta, Rumichaca, San Miguel, Copo, Huacos, Quinan entre otros. Solo cuenta con caminos carrozables que comunican los diferentes poblados.

**f. Sub-cuenca Yamecoto.**

Esta subcuenca cuenta con un área de drenaje de 50,09 Km<sup>2</sup>, un perímetro igual a 35,886 Km, se ubica entre los 3,050 y 4,750 msnm; la fuente hídrica lo constituye el aporte de las quebradas, además de la laguna de Chahualcocha y Usurcocha que se

encuentran en la zona. Los principales centros poblados que podemos encontrar son: PilcocanCHA y Yamecoto. Solo cuenta con caminos de herradura.

**g. Sub-cuenca Huaypian.**

Esta subcuenca cuenta con un área de drenaje de 19,38 Km<sup>2</sup>, un perímetro igual a 23,213 Km., se ubica entre los 2,550 y 3,050 msnm; la principal fuente hídrica lo constituye el río Chillón que la recorre en una longitud de 4,590 Km. El principal centro poblado es Huaros, cuya principal actividad es la producción de truchas, además de dedicarse a la agricultura y a la crianza de ganado. Cuenta con una carretera principal sin asfaltar, además de caminos de herradura.

**h. Sub-cuenca MinancanCHA.**

Esta subcuenca cuenta con un área de drenaje de 49,83 Km<sup>2</sup>, un perímetro igual a 32,673 Km, se ubica entre los 3,450 y 4,750 msnm; la principal fuente hídrica lo constituye la Laguna de Yanauya la cual se encuentra regulada, además de los aportes de las diferentes quebradas las cuales se van uniendo en un solo curso y tienen salida al río Chillón en época de lluvias por la quebrada de AcocanCHA. Los principales centros poblados son Yanauya y Cancan. Solo cuenta con caminos de herradura.

**i. Sub-cuenca Chillón Alto.**

Esta subcuenca es una de las más grandes, cuenta con un área de drenaje de 220,05 Km<sup>2</sup>, un perímetro igual a 72,776 Km, se ubica entre los 3,450 y 4,850 msnm; la principal fuente hídrica lo constituye el río Chillón que la recorre en una longitud de 25,386 Km, durante su recorrido recibe el aporte de las diferentes quebradas. En esta subcuenca se encuentran la mayor cantidad de lagunas de la cuenca, incluyendo la Laguna de Chonta que es la naciente del río principal de la cuenca, así como también las lagunas de Chuchun, Leoncocha y azulcocha. Los centros poblados que podemos encontrar son: Culhuay, Yana Huasillan, Hacienda Vieja, Oxomachay, Chonta, Chuchón entre otros. Cuenta con una carretera principal sin asfaltar, que de acceso a las principales lagunas reguladas, además de caminos carrozables que interconectan los diferentes poblados.

**j. Sub-cuenca Chacramito.**

Esta subcuenca cuenta con un área 89,23 Km<sup>2</sup>, un perímetro igual a 54,047 Km, se ubica entre los 3,000 y 4,700 msnm; la principal fuente hídrica lo constituye un tramo del río Arahúy en una longitud de 19,732 Km, cabe mencionar que este recibe diferentes denominaciones durante su recorrido. Los principales centros poblados que podemos encontrar son: Yanapaccha, Chinchilcay, Totorcocha, Quisquichaca, Curcuy, Lachaqui entre otros. Cuenta con una carretera principal sin asfaltar, además de caminos de herradura.

**k. Sub-cuenca Yaurimama.**

Esta subcuenca cuenta con un área de drenaje de 40,41 Km<sup>2</sup>, un perímetro igual a 30,077 Km, se ubica entre los 3,000 y 4,450 msnm; la principal fuente hídrica lo constituye el aporte de las quebradas. Los centros poblados que podemos encontrar son: Carcarín y Antahuinco. Solo cuenta con caminos de herradura.

**l. Sub-cuenca Potaca.**

Esta subcuenca cuenta con un área 13,66 Km<sup>2</sup>, un perímetro igual a 17,628 Km, se ubica entre los 2,700 y 3,000 msnm; la principal fuente hídrica lo constituye el río Arahúy que la recorre en una longitud de 4,258 Km. Los centros poblados que podemos encontrar son: Muccho, Potaca, Carpahuasi, entre otros. Cuenta con una carretera sin asfaltar como vía de acceso, además de caminos de herradura.

**m. Sub-cuenca Cotabamba.**

Esta subcuenca cuenta con un área de drenaje de 33,93 Km<sup>2</sup>, un perímetro igual a 28,813 Km, se ubica entre los 2,700 y 4,430 msnm; la principal fuente hídrica lo constituye el aporte de las quebradas, además de las lagunas de Huicso y Tambillo las cuales se encuentran reguladas, así como también las lagunas de Yarcán y Huayhuinca que se encuentran en estado natural. Los principales centros poblados que podemos encontrar son: Sullocoto, Marco Pampa y Mal Paso. Solo cuenta con caminos de herradura.

**n. Sub-cuenca Sacayhuanca.**

Esta subcuenca cuenta con un área de drenaje de 58,95 Km<sup>2</sup>, un perímetro igual a 36,190 Km, se ubica entre los 1,730 y 4,350 msnm; la principal fuente hídrica lo constituye el río Arahúy que la recorre en una longitud de 9,593 Km. Los centros poblados que podemos encontrar son: Arahúy, Collo, Piscobamba, Shumay entre otros. Cuenta con un camino carrozable principal que interconecta los principales poblados.

**o. Sub-cuenca Chacalla.**

Esta subcuenca cuenta con un área 46,27 Km<sup>2</sup>, un perímetro igual a 35,398 Km, se ubica entre los 1,730 y 3,700 msnm; la principal fuente hídrica lo constituye el aporte de las quebradas. El principal centro poblado es Pacllahuanca. Solo cuenta con caminos de herradura.

**p. Sub-cuenca Carhuane.**

Esta subcuenca cuenta con un área de 9,91 Km<sup>2</sup>, un perímetro igual a 13,573 Km, se ubica entre los 1,730 y 1,480 msnm; la principal fuente hídrica lo constituye el río Arahúy que la recorre en una longitud de 3,346 Km. Los centros poblados que podemos encontrar son: Licahuasi, Copacabana, Quiso entre otros. Cuenta con un camino carrozable principal.

**q. Sub-cuenca Jicamarca.**

Esta subcuenca cuenta con un área de drenaje de 68,33 Km<sup>2</sup>, un perímetro igual a 39,064 Km; se ubica entre los 1,480 y 3,300 msnm; la principal fuente hídrica lo constituye el aporte de las quebradas. El principal centro poblado es Orobél. Solo cuenta con caminos de herradura.

**r. Sub-cuenca Posanca.**

Esta subcuenca cuenta con un área de 22,54 Km<sup>2</sup>, un perímetro igual a 22,620 Km, se ubica entre los 1,150 y 1,480 msnm; la principal fuente hídrica lo constituye el río Arahúy que la recorre en una longitud de 5,413 Km. El principal centro poblado es



Santa Rosa de Quives. Cuenta con un camino carrozable principal, además de caminos de herradura.

**s. Sub-cuenca Orobel.**

Esta subcuenca cuenta con un área 19,59 Km<sup>2</sup>, un perímetro igual a 21,738 Km, se ubica entre los 1,100 y 3,000 msnm. El principal centro poblado es La Cabaña. La principal vía de acceso es la carretera Lima-Canta.

**t. Sub-cuenca Río Seco.**

Esta subcuenca cuenta con un área 17,63 Km<sup>2</sup>, un perímetro igual a 19,957 Km, se ubica entre los 1,000 y 2,500 msnm. El principal centro poblado es Santo Toribio. La principal vía de acceso es la carretera Lima -Canta.

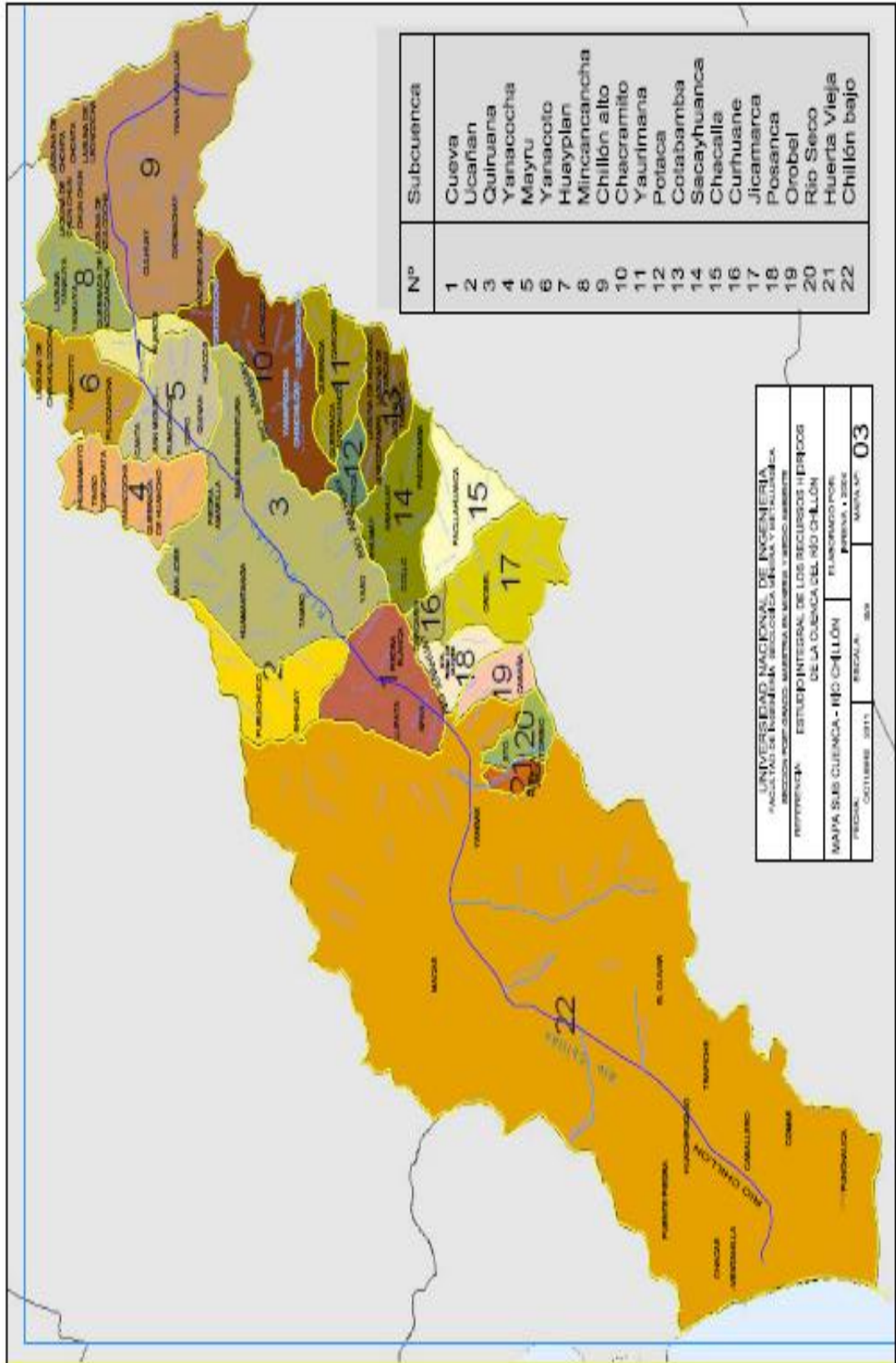
**u. Sub-cuenca Huerta Vieja.**

Esta subcuenca cuenta con un área de drenaje de 9,43 Km<sup>2</sup>, un perímetro igual a 14,442 Km, se ubica entre los 980 y 2,200 msnm. El principal centro poblado es Huerta Vieja. La principal vía de acceso lo constituye la carretera Lima – Canta.

**v. Sub-cuenca Chillón Bajo.**

Esta subcuenca cuenta con un área de drenaje de 1,126.14 Km<sup>2</sup>, un perímetro igual a 207,345 Km, se ubica entre los 0 y 1,100 msnm; la principal fuente hídrica lo constituye el río Chillón que la recorre en una longitud de 58,620 Km. Los principales centros poblados que podemos mencionar son: Yangas, Macas, Huanchipuquio, Trapiche, El Olivar, Chocas, Caballero, Punchauca entre otros. La principal vía de acceso lo constituye la carretera Lima Canta.

El siguiente gráfico N° 04 muestra un mapa con la ubicación de cada una de ellas en la Cuenca del río Chillón.



## **7.2. LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS, LOS ACUÍFEROS, SU EXPLOTACIÓN**

Las aguas subterráneas se forman a partir de las infiltraciones de las lluvias y por aportes de los cursos superficiales. Estas aguas descienden en forma vertical por la fuerza de la gravedad, hasta encontrar un horizonte impermeable, luego discurren hasta descargar en acuíferos mayores

### **7.2.1 Los acuíferos y su explotación**

Los acuíferos son estratos de terreno poroso, permeable saturado de agua, de los que puede extraerse grandes cantidades de este recurso en forma rentable, siempre que los pozos sean localizados en áreas hidrológicamente favorables y su estructura y equipamiento debidamente diseñados y construidos. Por lo general, los acuíferos se van recargando mediante filtraciones a partir de los lechos de las fuentes de agua superficial, de las áreas bajo riego, así como también de la precipitación pluvial que se infiltra en el suelo y rocas.

### **7.2.2. Caracterización de la recarga del acuífero**

El acuífero del valle del río Chillón se ubica en el cono de deyección y su geometría coincide con el relleno aluvional sobre el basamento rocoso. La recarga se origina de las filtraciones en el lecho del río y del riego del valle. Las aguas de dicho acuífero se encuentran sobreexplotadas por cerca de 80 pozos que abastecen de agua potable a los distritos del Norte de Lima Metropolitana.

Estudios realizados por SEDAPAL, empleando una red de pozos de observación, muestran que en amplios sectores del valle del Chillón se ha producido entre los años 1985 y 1995 un descenso del nivel freático de 10 a 20 metros, es decir, el descenso anual es de 1 a 2 metros. Ello ha motivado que 13 pozos ubicados en los distritos de Los Olivos y Comas fueran abandonados, principalmente por la salinización de las aguas.

El extremo superior del acuífero muestra una geometría más estrecha y menos potente (ubicada a lo largo del río) aunque con buenas condiciones hidrodinámicas y

con el nivel freático a poca profundidad, lo que produce localmente afloramientos (manantiales y puquios). La dirección del flujo subterráneo es en general paralelo al de las aguas superficiales en el río Chillón ó sea de NE a SO hacia el Océano Pacifico. Localmente existen otras direcciones del flujo. Mediciones diferenciales del flujo superficial del río Chillón, que se llevaron a cabo al fin del año 1996 y principio del año 1997, indican que el río contribuye al acuífero en la zona de los pozos de la recarga inducida, entre el puente Punchauca y el puente Osoynik; así como en las partes más altas, entre los puentes Larancocha y Magdalena. Entre el puente Trapiche y Punchauca, los niveles de agua del acuífero se ubican cerca de la superficie, en las lagunas excavadas y de varios manantiales que brotan del acuífero aluvional en esta zona.

### **7.2.3. Explotación del acuífero Chillón**

En el año de 1955 SEDAPAL, explotaba un caudal promedio de 0,50 m<sup>3</sup>/s, encontrándose por entonces el nivel de la napa en el acuífero a escasa profundidad desde la superficie del suelo, existía suficiente cantidad de este recurso hídrico debido a la escasa extracción y la constante recarga que se producía no solamente a través de las filtraciones del lecho del río Chillón, sino también a través de las extensas áreas bajo riego que existían.

Posteriormente, debido a la creciente demanda del agua y la escasez de fuentes superficiales, SEDAPAL, ha tenido que explotar intensivamente las aguas subterráneas, incrementándose la extracción mediante pozos progresivamente, hasta los 8,32 m<sup>3</sup>/s, en el año de 1997, de los cuales 8,10 m<sup>3</sup>/s corresponden al acuífero Rímac-Chillón y 0,22 al de Lurín sumando a la explotación por pozos de particulares de uso industrial, agrícola pecuario entre otros. y a la captación de aguas subterráneas mediante la galería filtrante de SEDAPAL.

La evaluación del acuífero Rímac, Chillón en 1997 permitió determinar que de dicho acuífero no se debería extraer un caudal superior a los 8 m<sup>3</sup>/s, estimándose posteriormente que el caudal seguro podría garantizar el equilibrio entre recarga y descarga del acuífero que estaría en los 6 m<sup>3</sup>/s, según las SUNASS, afirma que

sumado en los años 2005 la explotación racional del acuífero Rímac. Chillón considera un caudal de 6 m<sup>3</sup>/s y que se está explotando 7,10 m<sup>3</sup>/s entre SEDAPAL y terceros, hay pozos que pagan y otros pozos clandestinos, existe aún una sobre explotación del acuífero de 1,10 m<sup>3</sup>/s los cuales deberán ser resueltos en un futuro próximo, con la finalidad de conservar el recurso hídrico subterráneo en un nivel de equilibrio.

#### 7.2.4. Explotación del acuífero mediante pozos

Con el propósito de evaluar los volúmenes de explotación anual de las aguas subterráneas mediante pozos, se realiza el análisis a la información en la fase de campo.

##### 7.2.4.1. Explotación en el 2005

###### Según su uso

El volumen total de agua subterránea explotado mediante pozos asciende a 50'969,400 m<sup>3</sup>, que equivale a un caudal continuo de explotación de 1,62 m<sup>3</sup>/s. Del total de agua subterránea explotada, mayormente es utilizado con fines domésticos 40'365,256 m<sup>3</sup>, seguido en importancia por el uso industrial con 8'155,359 m<sup>3</sup>. El mayor volumen de agua explotado lo presenta el distrito de Carabayllo con 27'510,886 m<sup>3</sup>, mientras que la menor masa de agua explotada corresponde al distrito de Los Olivos con 636 m<sup>3</sup>. Ver cuadro N° 7.3

**Cuadro N° 7.3**  
**Volumen explotado de agua subterránea según su Uso Valle del Chillón 2005**

Distrito	Explotación por uso (m <sup>3</sup> )				
	Doméstico	Agrícola	Pecuario	Industrial	Total
Santa Rosa Quives	54,363	0,00	4,106	0,00	58469
Carabayllo	25'899,926	1'447,896	31,664	131,400	27'510,886
Puente Piedra	10'079,624	80,978	1,677	926,647	11'088,926
Comas	2'510,359	21,078	1,285	43,362	2'576,084
Los Olivos	636	0,00	0,00	0,00	636
San Martín de Porres	842,334	478,178	0,00	1'441,632	2'762,144
Independencia	18,768	0,00	0,00	55,188	73,956
Callao	840,986	119,122	0,00	1'142,090	2'102,198
Ventanilla	118,260	262,800	0,00	4'415,040	4'796,100
<b>Total</b>	<b>40'365,256</b>	<b>2'410,062</b>	<b>38,732</b>	<b>8'155,359</b>	<b>50'969,400</b>

Fuente: INRENA

### Según el tipo de pozo

El cuadro N° 7.4, muestra la explotación de las aguas subterráneas por tipo de pozo, constituyéndose los tubulares los que extraen los mayores volúmenes de agua con 49'513,630 m<sup>3</sup> (97,14% del total), seguido por los tajos abiertos con 1'283,036 m<sup>3</sup> (2,52%). A nivel distrital, Carabayllo es donde se extrae la mayor masa de agua, siendo los pozos tubulares, los que aportan 27'404,780 m<sup>3</sup> y los tajos abiertos sólo 16,009 m<sup>3</sup>.

**Cuadro N° 7.4**  
**Volumen explotado de aguas subterráneas por tipo de pozo**  
**Valle del Chillón 2005**

Distrito	Volumen explotado (m <sup>3</sup> )			
	Tajo abierto (m <sup>3</sup> )	Tubular (m <sup>3</sup> )	Mixto (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )
Santa Rosa Quives	58,469	0,00	0,00	58,469
Carabayllo	16,009	27'404,780	90,096	27'510,886
Puente Piedra	292,239	10'715,475	81,213	11'088,927
Comas	81,716	2'494,367	0,00	2'576,084
Los Olivos	636	0,00	0,00	636
San Martín de Porres	531,543	2'230,601	0,00	2'762,144
Independencia	0,00	73,956	0,00	73,956
Callao	302,424	1'798,351	1,424	2'102,199
Ventanilla	0,00	4'796,100	0,00	4'796,100
Sub Total	1'283,036	49'513,630	172,733	50'969,401

Fuente: INRENA-2005

### 7.2.5. Descripción de los manantiales

Ubicados mayormente en la parte media y alta del valle del río Chillón, tienen la característica común del afloramiento del agua. De la información obtenida de los habitantes del lugar, se deduce que su uso principal es agrícola. En el cuadro N° 7.5 se muestra los volúmenes explotados de los manantiales y distribuidos por zonas, donde se puede observar que la explotación mediante este tipo de fuente de agua subterránea ocurre sólo en las zonas I y II.

**Cuadro N° 7.5**  
**Volúmenes de explotación (m<sup>3</sup>) mediante manantiales por zonas**  
**Valle del Chillón – 2005**

Zona	Sectores	Volumen de explotación (m <sup>3</sup> )
I	Santa Rosa de Quives- Carabaylo	9'791,928
II	Carabaylo- Puente Piedra – Comas	5'392,656
III	Comas- Los Olivos – Independencia	0
IV	San Martin de Porres- Callao- Ventanilla	0
TOTAL		15'184,584

Fuente: Sedapal-2005

### 7.2.6. Explotación actual de las aguas subterráneas

Los aforos realizados en la fase del inventario de las fuentes de agua subterránea, ha permitido cuantificar la masa total explotada del acuífero del valle Chillón.

Actualmente, se extrae del acuífero una masa de agua ascendente a 66' 153,985 m<sup>3</sup> (66,15 MMC), que corresponde a un caudal continuo de explotación de 2,10 m<sup>3</sup>/s. De esta masa total; 50'969,400 m<sup>3</sup> (50,97 MMC) fue mediante pozos y 15'184,584 m<sup>3</sup> (15,18 MMC) a través de los manantiales.

A continuación, se describe y se cuantifica la explotación de las aguas subterráneas por zonas:

- **Zona I: Santa Rosa de Quives - Carabaylo**

En esta zona, se explota 30'985,036 m<sup>3</sup> de agua subterránea (pozos y manantiales) observándose en el sector Punchauca del distrito de Carabaylo, la mayor masa explotada a través de pozos tubulares (21'134,639 m<sup>3</sup>). Por otro lado, en el distrito de Santa Rosa de Quives el volumen explotado mediante manantiales fue de a 9'791,928 m<sup>3</sup>.

- **Zona II: Carabaylo – Puente Piedra – Comas**

El volumen explotado en esta zona asciende a 23'321,505 m<sup>3</sup>, observándose que el distrito de Puente Piedra, es donde se extrae la mayor masa de agua con 16'481,583 m<sup>3</sup>.

• **Zona III: Comas – Los Olivos – Independencia**

El volumen explotado en esta zona asciende a 2'187,001 m<sup>3</sup>, siendo el distrito de Comas donde se explota la mayor cantidad de agua subterránea; por otro lado, en el distrito de Los Olivos, es donde se extrae la menor masa de agua subterránea (636 m<sup>3</sup>), debido a que la mayoría de pozos registrados son utilizables.

• **Zona IV: San Martín de Porras – Callao – Ventanilla**

En esta zona se explota 9'660,443 m<sup>3</sup> de agua subterránea, siendo el distrito de Ventanilla, donde se explota la mayor masa con 4'796,100 m<sup>3</sup> (uso industrial).

Resumiendo lo anterior, indicaremos que son las zonas I (sector Punchauca) con 21'134,639 m<sup>3</sup> y II (mayormente Puente Piedra) con 16'481,583 m<sup>3</sup> donde se extraen las mayores masas de agua; por otro lado la zona III (distrito Los Olivos), es donde se explota el menor volumen de agua subterránea (636 m<sup>3</sup>). En el cuadro N° 7.6, se muestra el resumen de las masas explotadas del acuífero por zonas.

**Cuadro N° 7.6**  
**Volumen de explotación (m<sup>3</sup>) mediante pozos y manantiales por zona valle del Chillón 2005**

Zona	Sectores	Volumen de explotación (m <sup>3</sup> )
I	Santa Rosa de Quives- Carabaylo	30'985,036
II	Carabaylo- Puente Piedra – Comas	23'321,505
III	Comas- Los Olivos – Independencia	2'187,001
IV	San Martin de Porres- Callao- Ventanilla	9'660,443
TOTAL		66'153,895

Fuente: Sedapal-2005

### 7.3. LA DEMANDA DEL AGUA

#### 7.3.1. Demanda de uso agrícola

La demanda agrícola bruta mensual en términos de caudal expresado en (m<sup>3</sup>/s) para los escenarios: actual, corto, mediano y largo plazo fueron calculados considerando la cédula de cultivo por subsector de riego y las eficiencias de riego indicada en el cuadro N° 7.7, las áreas bajo riego de los subsectores de riego indicados en el cuadro N° 7.8 y 7.9.



Los siguientes cuadros N° 7.7 presentan los cálculos respectivos

**Cuadro N° 7.7**  
**Demanda agrícola de la parte media y baja del Valle del río Chillón para el corto plazo (m<sup>3</sup>/s)**

Escenario	Valle	Subsector de riego	Área/ Riego (ha)	Progresivas	Ef. riego	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual (MMC)
Corto Plazo	Parte Media	Yangas	296.0	(79+100-62+900)	0.35	0.263	0.266	0.241	0.220	0.175	0.106	0.069	0.156	0.154	0.19	0.207	0.230	6.0
		Macas	499.0	(63+900-52+400)		0.421	0.448	0.430	0.341	0.297	0.215	0.176	0.230	0.238	0.290	0.333	0.344	9.9
	Parte baja	Zapan	278.0	(59+900-47+900)		0.154	0.175	0.161	0.178	0.162	0.136	0.095	0.121	0.130	0.150	0.153	0.133	4.6
		San Antonio	483.0	(48+900-47+850)		0.251	0.317	0.278	0.272	0.237	0.228	0.121	0.169	0.205	0.246	0.212	0.279	7.4
		Chocas	602.7	(42+450-36+900)		0.460	0.533	0.501	0.419	0.353	0.309	0.253	0.288	0.287	0.335	0.348	0.339	11.6
		Huacctay	312.8	(36+300)		0.215	0.267	0.184	0.221	0.185	0.177	0.139	0.160	0.161	0.194	0.188	0.206	6.0
		Caudivilla	718.6	(31+550)		0.551	0.648	0.599	0.557	0.407	0.355	0.344	0.379	0.376	0.484	0.459	0.501	14.8
		Chacra Cerro Alto	225.5	(30+750)		0.181	0.202	0.183	0.144	0.129	0.113	0.081	0.123	0.115	0.140	0.132	0.155	4.5
		Chacra Cerro Puquio	131.1	(30+750)		0.125	0.136	0.124	0.099	0.086	0.057	0.039	0.075	0.064	0.078	0.085	0.113	2.8
		Chuquitanta	278.3	(30+750)		0.200	0.233	0.239	0.204	0.165	0.132	0.107	0.129	0.141	0.164	0.173	0.200	5.5
		Oquendo	309.7	(30+750)		0.240	0.271	0.260	0.199	0.188	0.168	0.124	0.136	0.153	0.175	0.175	0.204	6.0
		San Lorenzo	745.4	(27+050)		0.644	0.757	0.614	0.559	0.544	0.310	0.205	0.390	0.398	0.558	0.561	0.646	16.2
		Carabayllo	803.3	(27+050)		0.605	0.676	0.689	0.621	0.522	0.370	0.263	0.452	0.427	0.518	0.518	0.631	16.5
		Isleta	326.8	(27+050)		0.277	0.301	0.284	0.244	0.197	0.099	0.088	0.164	0.150	0.195	0.218	0.273	6.5
		Cachaza	164.2	(27+050)		0.144	0.156	0.147	0.131	0.113	0.080	0.057	0.077	0.080	0.096	0.103	0.132	3.4
	<b>Total</b>		6174.4			4730	5383	4934	4408	3760	2857	2162	3049	3080	3801	3864	4385	121.7

Fuente: Alternativa

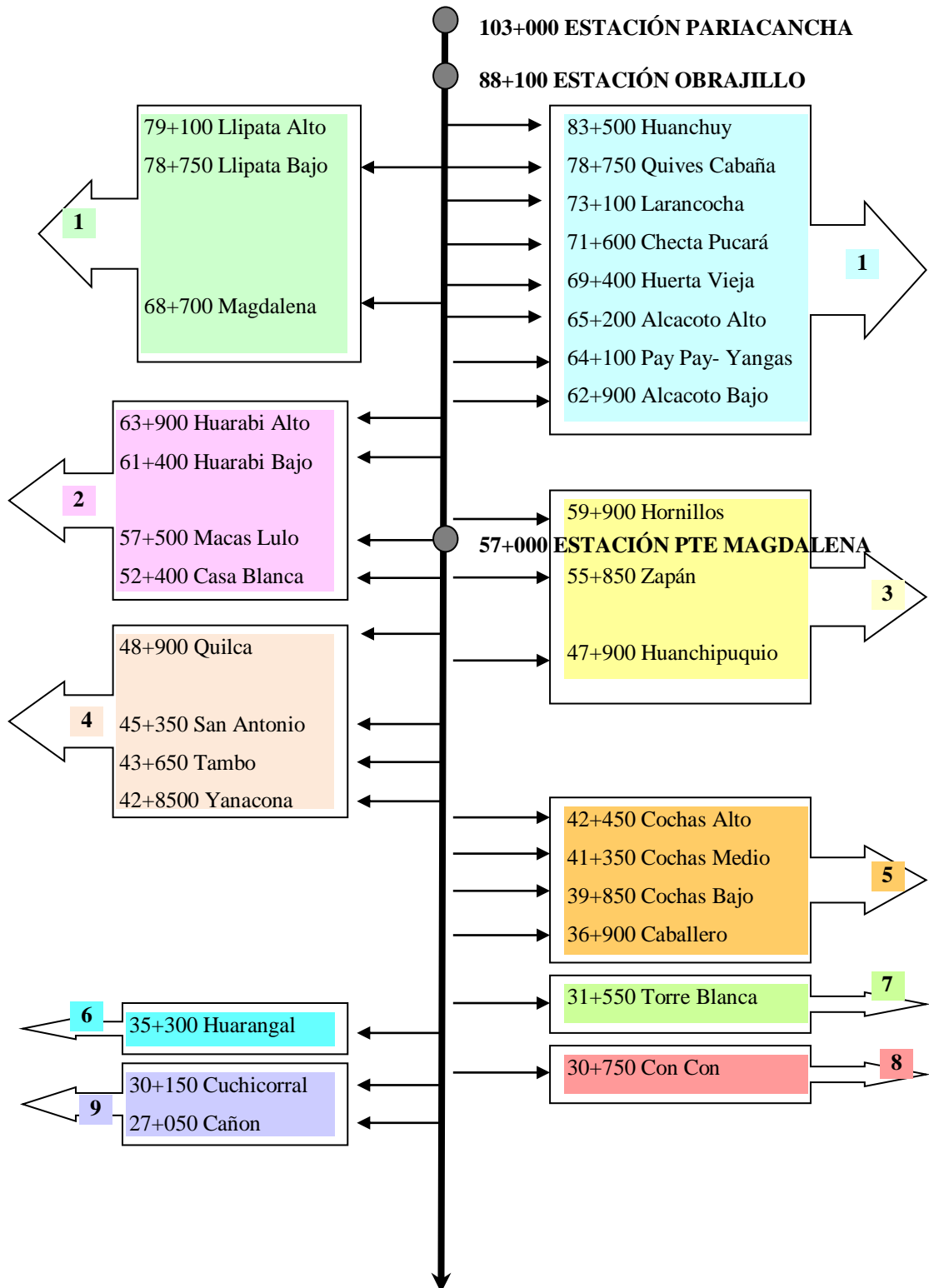
El cálculo de la disponibilidad hídrica anual para cada sector de riego de la parte media y baja del valle del río Chillón se realizó considerando la oferta hídrica no regulada en la Estación Obrajillo al 75% de persistencia y el aporte de la oferta regulada por la operación de las lagunas que para dicha estación es de 11.54 MMC. La demanda hídrica por subsector de riego va siendo descontada según su disposición en la red de distribución de agua. El gráfico N° 7.1, muestra un esquema de la red de distribución de agua en el valle.

Los subsectores de riego son los siguientes:

1: Yangas 2: Macas 3: Zapán 4: San Antonio 5: Chocas 6: Huatocay -Huarangal 7: Caudivilla -Huacoy -Punchauca 8: Chacra Cerro Alto, Chacra Cerro Puquio, Chuquitanta y Oquendo. 9: San Lorenzo, Carabayllo, Isleta y La Cachaza

Gráfico N° 7.1

Esquema de la red de distribución de agua para riego- Parte media y baja del Valle de la Cuenca del río Chillón



El siguiente cuadro muestra el volumen ofertado y los volúmenes demandados anuales de cada subsector de riego. Cabe mencionar que parte del déficit de los subsectores de riego San Lorenzo, Carabayllo, Isleta y La Cachaza son cubiertos por la explotación del agua subterránea y por flujos de cola.

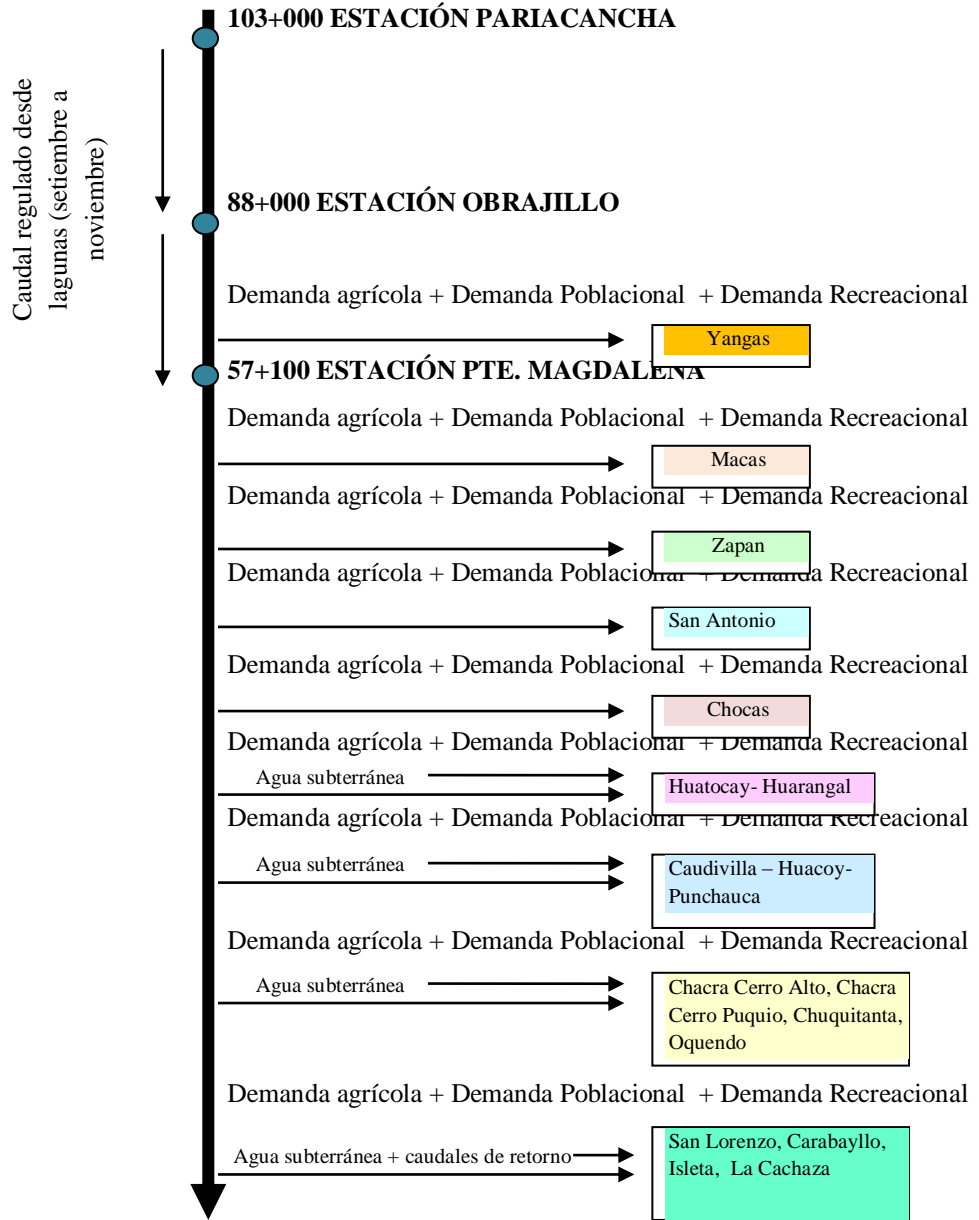
**Cuadro N° 7.8**  
**Volumen ofertado y demandado de subsector de riego**

Componentes		Vol. Total (MMC)	Exceso (MMC)	Déficit (MMC)
Oferta Obrajillo al 75% persistencia (*)		107.2		
Demanda Hídrica	Yangas	6.4	100.8	
	Macas	10.5	90.3	
	Zapán	4.9	85.4	
	San Antonio	7.8	77.6	
	Chocas	12.3	65.3	
	Huacotay – Huarangal	6.4	58.9	
	Caudivilla – Huacoy-Punchauca	15.7	43.2	
	Chacra Cerro Alto, Chacra Cerro Puquio, Chuquitanta, Oquendo	19.9	23.3	
	San Lorenzo, Carabayllo, Isleta, La Cachaza	45.3		-22.0

(\*) 95.6 MMC oferta hídrica no regulada + 11.54 MMC oferta hídrica regulada

Los componentes de oferta y demanda hídrica por subsectores de riego se explican a continuación con ayuda del esquema mostrado en el gráfico N° 7.2

**Gráfico N° 7.2**  
**Esquema de los componentes de oferta y demanda hídrica por**  
**subsector de riego**



### 1.-Áreas bajo riego actual y potencial

El área total bajo riego del valle del río Chillón alcanza las 11,185.5 ha. Sin embargo, la SATDR Chillón y la JU del río Chillón, sólo cuentan con información adicional sobre el riego en los sectores: Puente Piedra, Naranjal y Yangas, totalizando un área de 6,174.5 ha.

El siguiente cuadro muestra los sectores, subsectores y áreas bajo riego:

**Cuadro N° 7.9**  
**Sectores, subsectores y áreas de bajo riego**

<b>Sectores y Subsectores del Subdistrito de riego Chillón</b>		
<b>Sectores de Riego</b>	<b>Subsectores de riego</b>	<b>Área bajo riego (ha)</b>
Puente Piedra (*)	San Lorenzo	745.4
	La Cachaza	164.2
	Isleta	326.8
	Carabayllo	803.3
Naranjal (*)	Oquendo	309.7
	Chuquitanta	278.3
	Chacra Cerro Puquio	131.1
	Chacra Cerro Alto	225.5
	Caudivilla	718.6
Yangas (*)	Huatocay Huarangal	312.8
	Chocas Caballero	602.7
	Zapan	278.0
	Yangas	296.0
	Macas	499.0
	San Antonio	483.0
Huamantanga (**)	Huamantanga	1149.0
Arahuay (**)	Arahuay	1817.0
	Chillón medio	
	Lachaqui	
Canta (**)	San Buenaventura	2045.0
	Canta	
	Alto Andino Chillón	
	<b>Total</b>	<b>11185.5</b>

(\*) Áreas proyectadas campaña 2002/2005 SATDR Chillón

### 7.3.2. Demanda de uso poblacional

La distribución de la demanda hídrica poblacional de los asentamientos humanos en el valle del Chillón, depende del comportamiento climático el cual establece diferentes condiciones de habitabilidad, en función de los pisos altitudinales. En el valle del Chillón, se distingue una marcada actividad agropecuaria en la zona media y alta, con un desarrollo de infraestructura vial precario y una frágil evolución de los

contados asentamientos humanos existentes. Los asentamientos humanos en el valle se encuentran principalmente ocupando la extensión noreste de Lima, entre los que se puede enumerar: Puente Piedra, Comas, Carabayllo y Callao. Hacia el interior, en la cuenca alta, se distinguen los distritos de Yangas, Santa Rosa de Quives, Pampacocha, Canta, Huaros, y Arahua y con asentamientos menores. Contrariamente a lo que sucede en la zona media alta, en las zonas media y baja.

Se observa un incremento de las demandas competitivas por los recursos agua y suelo, evidenciándose la prevalencia del crecimiento urbano sobre tierras de aptitud agrícola, las que progresivamente van quedando sin posibilidades de irrigación por el sistemático deterioro de la infraestructura de riego, obligando muchas veces a los agricultores a emplear las aguas servidas de las mismas habilitaciones urbanas que vienen desplazando a sus antiguos vecinos, hecho que conlleva a poner en riesgo la salud de parceleros y consumidores de los productos regados con agua de desagües no tratados, favoreciendo la diseminación de una serie de enfermedades gastro-intestinales entre las que se encuentran el cólera, entre otras. Se observa igualmente la extracción de importantes extensiones de tierras agrícolas para la fabricación de ladrillos y adobes, recurso desesperado de algunos agricultores que sacrifican parte de sus parcelas cediendo por irrisorias sumas, las capas más productivas de sus tierras.

La población de la cuenca al 2002 fue de 1'590,954 habitantes. En cuanto a la distribución geográfica se aprecia que la provincia de Canta tiene una población de 11,886 habitantes (0.75%) del total de la cuenca y la del cono Norte Lima -Callao es de 1'579,068 (99.25%) del total.

En el Distrito de Comas, provincia de Lima, concentra la mayor población (496,100 habitantes) y el Distrito de San Buenaventura, en Canta la menor población (555 habitantes) y que existe un profundo contraste entre la densidad poblacional de la Provincia de Canta que es de 12.6 hab/Km<sup>2</sup>, frente a la del Cono Norte que es de 10,255.4 hab/km<sup>2</sup>.

**Cuadro N° 7.10**  
**Población de la Cuenca del río Chillón (Año-2002)**

Provincia de Canta			Provincia de Lima		
Distrito	Habitantes	Densidad (Hab/km <sup>2</sup> )	Distrito	Habitantes	Densidad (Hab/km <sup>2</sup> )
Arahuay	727	5.4	San Martín de Porras	459,139	12439.4
Canta	3,378	27.4	Los Olivos	301,226	16505.5
Huamantanga	1,384	2.8	Carabaylo	148,634	428.5
Huaros	1,291	3.9	Pte. Piedra	168,073	2361.2
San Buenaventura	555	5.2	Comas	496,100	10176.4
Lachaqui	1,222	8.9	Sta. Rosa	5,896	274.2
Sta. Rosa de Quives	3,329	9.1			
<b>TOTAL</b>	<b>11,886</b>	<b>12.6</b>		<b>1'579,068</b>	<b>10255.4</b>

Fuente: INEI (2003)

El siguiente cuadro muestra la proyección de la demanda hídrica total anual del valle del río Chillón a corto, mediano y largo plazo. El número de viviendas con servicio de agua en los distritos de las provincias de Canta y Lima.

Para el caso del cálculo de la demanda hídrica poblacional consuntiva sólo se consideró lo concerniente al ámbito urbano que representa el 99% del total.



**Cuadro N° 7.11**  
**Cuadro poblacional por distritos**

Provincia	Distritos	Dotación urbana (l/ha/día)	Año 2002					Año 2005			Año 2010			Año 2020		
			Población total (N°hab)	Viviendas con servicio de agua en ámbito urbano	N° hab ámbito urbano con servicio de agua (considerando 04 personas por familia)	Porcentaje de cobertura del servicio de agua poblacional	Demanda de agua población al (l/s)	N° hab ámbito urbano con servicio de agua para la población	Porcentaje de cobertura del servicio de agua poblacional	Demanda de agua población al (l/s)	N° hab ámbito urbano con servicio de agua para la población	Porcentaje de cobertura del servicio de agua poblacional	Demanda de agua población al (l/s)	N° hab ámbito urbano con servicio de agua para la población	Porcentaje de cobertura del servicio de agua poblacional	Demanda de agua población al (l/s)
CANTA	CANTA	150	3378	687	2748	81.3	4.8	2933	81.3	5.1	3271	81.3	5.7	4066	81.3	7.1
	ARAHUAY	150	727	125	500	68.6	0.9	534	68.8	0.9	595	68.8	1.0	740	68.8	1.3
	HUAMANTANGA	150	1384	332	1328	96.0	2.3	1418	96.0	2.5	1581	96.0	2.7	1965	96.0	3.4
	HUAROS	150	1291	271	1084	84.0	1.98	1157	84.0	2.0	1290	84.0	2.2	1604	84.0	2.8
	LACHAQUI	150	1222	269	1076	88.1	1.9	1149	88.1	2.0	1281	88.1	2.2	1592	88.1	2.8
	SAN BUENAVENTURA	150	555	54	216	38.9	0.4	248	41.9	0.4	359	54.3	0.6	381	46.4	0.7
	SANTAROSA DE QUIVES	150	3329	71	284	8.5	0.5	326	9.2	0.6	472	11.9	0.8	501	10.2	0.9
LIMA	CARABAYLLO	200	148634	15074	60296	40.6	139.6	69255	43.6	160.3	100149	56.6	231.8	106320	48.3	246.1
	COMAS	200	496100	57713	230852	46.5	534.4	265154	50.1	613.8	383436	64.9	887.6	407061	55.5	942.3
	LOS OLIVOS	200	301226	32380	129520	43.0	299.8	148765	46.3	344.4	215128	60.0	498.0	228383	51.2	528.7
	PUENTE IEDRA	200	168073	11090	44360	26.4	102.7	50951	28.4	117.9	73680	36.8	170.6	78220	31.5	181.1
	SAN MARTIN DE PORRAS	200	459139	64008	256032	55.8	592.7	294076	60.0	680.8	425259	77.8	984.4	451461	66.5	1045.0
	SANTAROSA	200	5896	604	2416	41.0	5.6	2775	44.1	6.4	4013	57.2	9.3	4260	48.8	9.9
TOTAL			1590954	182678	730712	45.9	53.2 MMC	838742	57.0	61.1 MMC	1210513	64.4	88.2M MC	1286553	59.7	93.7M MC

Tasa de crecimiento demográfico anual Cono Norte de Lima -3.2% (Fuente: INEI, Municipalidad Metropolitana de Lima)

### **7.3.3. Demanda de agua de uso no consuntivo**

#### **7.3.3.1. Demanda recreacional**

La demanda recreacional actual fue estimada en 4.7 MMC/anales en base al muestreo realizado de los principales centros recreacionales que existen a lo largo de la carretera hacia Canta y Obrajillo.

#### **7.3.3.2 La Demanda del agua para la Minería y la Industria**

En la Cuenca del río Chillón no se han encontrado plantas concentradoras de tratamiento de minerales. En la cuenca alta, se sabe de la existencia de Unidades Mineras, en su gran mayoría son minas polimetálicas, que se encuentran cerca al departamento de Junín, como la Unidad Minera de Chungar-Volcan, y otras Unidades Mineras que se encuentran cerradas.

Actualmente, se tiene conocimientos que desde el año 2010 la Mina Santander se encuentra en procesos de reiniciar sus actividades, con otra razón social como (La minera canadiense TREVALI Mining Corporation-Ex Mina Santander) por otro lado se sigue extrayendo de las canteras de la cuenca alta gran cantidad de sulfato de calcio, que es transportado a la capital, motivo por el cual para el presente estudio no se ha considerado el uso del agua para esta actividad. Otro caso que se debe mencionar es la actividad de la minería informal que se ubica en el distrito de Santa Rosa de Quives, utiliza el agua del manantial que se ubica en la localidad de Yangas.

Con respecto al uso del agua para la actividad industrial formal, ésta se encuentra concentrada en la parte baja de la Cuenca del río Chillón, la cual utiliza el agua potable de SEDAPAL, y de los pozos de perforados por SEDAPAL, alcanzando un estimado de 5.64 millones de m<sup>3</sup> por año. Actualmente, existen en dicha cuenca algo más de 33 industrias formales, para el presente estudio cabe mencionar que no se ha tomado en cuenta a las industrias informales que se ubican en la cuenca baja del río Chillón, las cuales hacen la extracción del agua de pozos clandestinos.

### 7.3.3.3. Planificación del Recurso Hídrico, oferta y demanda para los próximos 20 años

La demanda hídrica total es la sumatoria de la demanda agrícola, demanda poblacional y demanda recreativa del valle del río Chillón.

Cabe mencionar que la demanda industrial no se toma en cuenta en este estudio debido a que ésta es cubierta totalmente con explotación del agua subterránea que se realiza en el valle en un volumen anual de 1.39 MMC.

El siguiente cuadro muestra la proyección de la demanda hídrica total anual del valle del río Chillón a corto, mediano y largo plazo.

**Cuadro N° 7.12**  
**Proyección de la demanda hídrica anual del valle del río Chillón**

Demanda hídrica (MMC/año)	Escenarios			
	Situación actual	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
	2002	2005	2010	2020
Demanda agrícola (Parte media alta y baja)	129.1	121.7	115.1	106.5
Demanda poblacional	53.2	61.1	88.2	93.7
Demanda recreacional	4.7	4.9	6.3	10.3
<b>Total</b>	<b>187.0</b>	<b>187.7</b>	<b>209.6</b>	<b>210.5</b>

Fuente: Consorcio Agua Azul

### 7.3.4. El balance Hidrológico de la Cuenca del río Chillón

El funcionamiento hidrológico actual de la cuenca, depende de tres tipos de sistemas hidráulicos que tiene la cuenca:

- Sistema global del río Chillón.
- Sistemas particulares a nivel de microcuencas.
- Sistema de trasvase Chacramito.

#### a. Sistema global del río Chillón.

El río Chillón nace en las estribaciones de la cordillera occidental de los Andes, en la laguna de Chonta como producto de las precipitaciones que ocurren en la zona y de los deshielos de la cordillera la Viuda. En época de estiaje la cuenca

tiene capacidad de regulación proporcionada principalmente por las lagunas de Chuchón, Leoncocha y Azulcocha. Éstas funcionan a partir del mes de setiembre de acuerdo a un plan de operación aprobada por la Junta de Usuarios del valle Chillón.

**b. Sistemas particulares a nivel de microcuencas.**

Estos sistemas son de naturaleza local y están conformados por lagunas y manantiales que sirven para abastecer los requerimientos de agua de una microcuenca en particular. A manera de ejemplo, se puede citar los siguientes casos:

**Microcuenca Huancho.**-Donde las lagunas Isquicocha y Chahualcocha aportan a las lagunas reguladas Urcuncocha y Yanacochoa, éstas a su vez aportan al riachuelo Tingo, el cual en el trayecto es alimentado por manantiales ubicados en la margen derecha e izquierda hasta llegar a un punto de repartición entre los comités de riego San Buenaventura y San Miguel, los primeros captan sus aguas a través del riachuelo Tingo y los segundos a través de la bocatoma Tingo.

**Microcuenca Huarimayo.**-Conformada por la laguna regulada Chaucay que abastece de agua para uso agrícola al comité de riego Huamantanga.

**Microcuenca Orapam.**-Conformada por las lagunas reguladas Usurcocha y Chahualcocha que abastece de agua a los comités de riego Huacos y Huaros, respectivamente.

**Microcuenca Acocancha.**-La laguna regulada Yanauya Baja es la que abastece de agua al comité de riego Huaros.

**Microcuenca Chillón Alto.**-Cuenta con la laguna regulada Acomachay que aporta sus aguas al río Chillón a través del riachuelo Pasora, el cual es captado en la bocatoma Pucachaca y conducido hasta las áreas bajo riego del comité de riego Pariamarca.

**Microcuenca Chinchilcay.**-Cuenta con la laguna regulada Azulcocha, la cual aporta a la quebrada Chacramito (río Arahuay parte alta) y luego es captado para ser llevado a las áreas bajo riego del comité de riego Carhua.

**Microcuenca Cotabamba.**-Cuenta con la laguna regulada Quinan cuyas aguas se conducen a través del riachuelo Quinan a las áreas bajo riego del comité de riego Lachaqui.

**Microcuenca Río Chico.**-Cuenta con las lagunas reguladas Tambillo y Huicso, las cuales son utilizadas por la agricultura del comité de riego Arahuay.

### **c. Sistema de trasvase Chacramito**

Mediante este trasvase se conducen las aguas de manantiales y lagunas reguladas pertenecientes a la microcuenca Chinchilcay (naciente del río Arahuay) hacia la cuenca alta del río Chillón.

Este sistema de trasvase data desde la década de los años 30, cuando se construyeron los diques de las lagunas de Turmanyacocha y Chupacocha. Sin embargo, actualmente solo opera Chupacocha, pero la laguna Turmanyacocha aporta agua al sistema vía filtraciones.

Ambas lagunas aportan agua al río Arahuay (Qda. Chacramito) para luego ser captadas por la bocatoma Chacramito, con capacidad de conducción de 100 l/s. De este punto se distribuye el agua entre los comités de riego de Carhua (25%), Paríamarca (35%) y Canta (40%). El sobrante de agua se trasvasa a la cuenca alta del río Chillón específicamente a las áreas de cultivo perteneciente a los comités de riego.

La precipitación total anual de la Cuenca húmeda del río Chillón mediante la metodología de los polígonos Thiessen es de 507,8 mm. La precipitación total anual de toda la Cuenca del río Chillón mediante la metodología de las isoyetas es de 252,3 mm. La temperatura media anual en el interior de la Cuenca del río

Chillón es de 13.6°C. La temperatura media anual de las zonas cercanas al litoral es de 18.5°C. La humedad relativa media anual de la Cuenca del río Chillón es de 64%, sin embargo cerca al litoral la humedad relativa media anual es de 94%.

Los tipos de clima y el rango de variables meteorológicas encontradas en la Cuenca del río Chillón se muestran en el siguiente cuadro.

**Cuadro N° 7.13**  
**Hidrología de la Cuenca del río Chillón**

Tipos de Clima	Precipitación total anual(mm)	Temperatura media anual (°C)	Evapotranspiración potencial total anual (mm)
Semi cálido muy seco	0 a 100	17,0 a 19,0	775-800
Semi cálido seco	100 a 250	14,5 a 17,0	675 a 775
Templado subhúmedo	250 a 400	11,0 a 14,5	550 a 675
Frio o Boreal	400 a 850	6,5 a 11,0	450 a 550

Fuente: ONG-Alternativa

El análisis estadístico de consistencia de la información de descargas medias mensuales se basó en la aplicación de las pruebas estadísticas T de Student y F de Fisher. Los resultados fueron los siguientes.

**Cuadro N° 7.14**  
**Análisis Estadísticos de Consistencias**

Estaciones Hidrométricas	Periodos de análisis		Media		Desviación estándar	
	Periodo 01	Periodo 02	Tcalculado	Ttabla	Fcalculado	Ftabla
Pariacancha	Oct68-Dic73	Ene74-Dic78	0.315	1.980	1.174	1.549
Pte. Magdalena	Oct48-Dic66	Ene67-Dic83	2.358	1.966	1.789	1.256
Obrajillo	Ene69-Dic79	Ene80-Dic01	0.290	1.970	1.454	1.361

Fuente: Alternativa-Las pruebas se realizaron con 5% de nivel de significancia

La descarga media anual naturalizada en la Estación Pariacancha es de 2.093 m<sup>3</sup>/s, en la Estación Obrajillo de 4.433 m<sup>3</sup>/s y en la Estación Puente Magdalena de 7.075 m<sup>3</sup>/s. En la Estación hidrométrica Puente Magdalena a una persistencia del 75%, la descarga media mensual máxima es de 17.2 m<sup>3</sup>/s (Marzo) y la descarga media mensual mínima es de 0.8 m<sup>3</sup>/s (Agosto).

La Cuenca del río Chillón cuenta con tres lagunas principales (Chuchón, Leoncocha y Azulcocha) con capacidad de regulación de la descarga del río entre los meses de septiembre a noviembre. Las lagunas en conjunto tienen una capacidad máxima de almacenamiento anual de 19.3 MMC, de los cuales el aporte neto en la Estación Pariacancha es de 12.30 MMC/año, en la Estación Obrajillo 11.54 MMC/año y en la Estación Puente Magdalena en 8.2 MMC/año. Las sequías meteorológicas ocurren durante el periodo de lluvias (Enero a Marzo), existe la posibilidad de tener de 4 a 5 años consecutivos de escasez de lluvias con déficit hídrico porcentual del orden del 98%. Por otra parte, según el análisis de sequía hidrológica, durante el periodo de estiaje (Mayo a Noviembre), existe la posibilidad de tener de 2 a 4 años consecutivos de escasez de descargas con déficit hídrico porcentual del orden del 52%. El rendimiento hídrico de la Cuenca del río Chillón, expresado en términos de caudales específicos ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ) se puede apreciar en el siguiente cuadro. N° 7.15

**Cuadro 7.15**  
**Rendimiento Hídrico en la Cuenca del río Chillón**

Estación Hidrométrica	Área de influencia ( $\text{Km}^2$ )	Precipitación total anual (mm)	Volumen precipitado anual (MMC)	Volumen de escurrimiento total anual (MMC)	Coefficiente de escorrentía	Caudales específicos ( $\text{m}^3/\text{ha}$ )
Pariacancha	157.0	750.0	117.8	85.0	0.7	5414.0
Obrajillo	395.5	500.0	197.8	132.0	0.7	3337.5
Puente Magdalena	1256.4	300.0	376.9	215.2	0.6	1712.8

Fuente: ONG-Alternativa

## **CAPÍTULO VIII**

### **MONITOREO AMBIENTAL**

#### **8.1. PARÁMETROS DE MEDICIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA**

La contaminación del agua es expresada mediante parámetros físicos, químicos o biológicos. A continuación se presentan algunos ejemplos de los parámetros utilizados para medir la contaminación del agua:

- pH
- Sólidos Suspendidos
- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)
- Hidrocarburos
- Metales Pesados
- Cianuro
- Nitrógeno
- Sulfato
- Triclorometano
- Coliformes fecales o Termotolerantes
- Coliformes Totales
- Temperatura
- Sólidos Sedimentables
- Demanda Química de Oxígeno (DQO)
- Aceites y Grasas
- Arsénico
- Cromo Hexavalente
- Sulfuro
- Fenol
- Detergentes



Algunos de los contaminantes se descomponen debido a procesos químicos o biológicos que se efectúan en el agua por la biodegradación de la materia orgánica. Sin embargo; ciertos compuestos introducidos por el hombre como los plaguicidas y detergentes, no son degradables.

## **8.2. PROTOCOLO DE MONITOREO**

Son los instrumentos de gestión que permiten implementar los procedimientos, metodologías y parámetros de medición en campo, Parámetros determinados en laboratorios acreditados, análisis físicos químicos, análisis de metales, parámetros de agentes microbiológicos y sustancias orgánicas, que deben cumplir aquellas instituciones públicas y privadas que implementen acciones de vigilancia de las aguas del país, en relación con las actividades antrópogenicas y fuentes contaminantes, que servirán para comparar con los valores límites establecidos en el PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD SANITARIA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES, el programa de monitoreo, se emplea con la finalidad de uniformizar criterios para la posterior evaluación de los resultados, evitando sesgos derivados del empleo de diferentes metodologías para obtener los objetivos esperados.

### **8.2.1. Criterios y consideraciones para el monitoreo**

- Ubicación de las estaciones de Muestreo
- Selección de parámetros de medición
- Tipo de muestra a coleccionar y frecuencia de medición
- Instrumentos y Equipos
- Métodos de preservación de la muestra
- Métodos de Análisis
- Reporte de resultados y validación
- QA/QC(Controles de Calidad)

### **8.2.2. Procedimientos en la toma de muestra**

La etapa de recolección de muestras es de trascendental importancia, los resultados de los mejores procedimientos analíticos serán inútiles si se recolecta y manipula adecuadamente las muestras, para esto se debe seguir las recomendaciones establecidas en los “Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas potables y Residuales”. American Public Health Association, American Water Works, Association Water Pollution Control Federation 20th Edition, 1998

### **8.2.3 Consideraciones Generales**

- Los frascos requeridos deben ser de polietileno (preferencia primer uso) o vidrio, los cuales deben estar limpios y secos para evitar contaminación.
- Todo equipo debe estar debidamente calibrado
- Las muestras requieren almacenamiento a baja temperatura y/o preservación con químicos para mantener su integridad durante el transporte y antes del análisis en el laboratorio.
- Los preservantes químicos más comunes son ácido clorhídrico, nítrico, sulfúrico e Hidróxido de sodio, tener cuidado con su manipulación
- Las cajas térmicas usadas para el transporte de las muestras deberán ser apropiadas para almacenar las muestras tomadas, materiales de empaque y hielo.
- Llenar los registros de cada muestra recolectada (ficha de muestreo) que identifique a cada frasco (etiquetado).
- Utilice procedimientos formales que rastreen la historia de la muestra desde la recolección hasta su llegada al laboratorio de análisis (cadena de custodia).
- La indumentaria de protección del personal que realizara el muestreo deberá estar constituido por chaleco, pantalón gorra, casaca (zona de la sierra), impermeable
- Botines de seguridad, botas de jebe, muslera, guantes de jebe y quirúrgico.
- Materiales de campo como arnés o soga, balde, linterna, muestreador con extensión. cronometro, cajas térmicas, bolsa de hielo.
- Materiales de laboratorio como pizeta y/o goteros, bombilla de succión y frascos de plástico y vidrio, según el requerimiento del análisis.

### Grafico N° 8.1

#### Materiales usados en tomas de muestra en agua del río Chillón



Fuente: DIGESA

#### 8.2.4. Toma de muestras en ríos

- Para la toma de muestras en ríos evitar las turbulencias excesivas considerando la profundidad, la velocidad de la corriente y la distancia de separación entre ambas orillas.
- La toma de muestra se realiza en el centro de la corriente a una profundidad de acuerdo al parámetro a determinar.
- Para la toma de muestras en lagos y pantanos, se evitara la presencia de espuma superficial.
- La toma de muestras se realizará en dirección opuesta al flujo del recurso hídrico.
- Considerar un espacio de alrededor del 1% aproximadamente de la capacidad del envase (espacio de cabeza) para permitir la expansión de la muestra.

### 8.2.5 Selección de Parámetros de Medición

Los parámetros de análisis son los necesarios para el cálculo de los distintos Índices de Calidad de Aguas, los cuales serán descritos a continuación y cuyo resumen se muestra en el Cuadro N° 8.1

**Cuadro N° 8.1**  
**Parámetros a Monitorear en la Calidad del Agua**

Parámetros		Unidades
Fisicoquímicos (in situ)	Temperatura (T)	°C
	Conductividad Eléctrica (CE)	uS/cm
	Oxígeno disuelto (OD)	mg/l
	PH	
Fisicoquímicos	Sólidos totales en suspensión (STS)	mg/l
	Carbonatos	mg CaCO <sub>3</sub> /l
	Bicarbonatos (HCO <sub>3</sub> )	mg CaCO <sub>3</sub> /l
	Sulfatos (SO <sub>4</sub> )	mg/l
	Nitratos (NO <sub>3</sub> )	mg/l
Inorgánicos	Metales totales * (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, Tl, U, V, Zn)	mg/l
Orgánicos	Aceites y grasas	mg/l
	DBO	mg/l
Microbiológicos	Coliformes totales	mg/l
	Coliformes fecales	NMP/100 ml

(\*) Método de medición por ICP

### Parámetros a Monitorear en los Efluentes

Parámetros		Unidades
Fisicoquímicos (in situ)		°C
	Conductividad Eléctrica (CE)	uS/cm
	PH	-
Fisicoquímicos	Sólidos totales en suspensión (STS)	mg/l
Inorgánicos	Metales disueltos * (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, Tl, U, V, Zn)	mg/l
	Cianuro	mg/l

(\*) Método de medición por ICP

### Valores proyectados

PARÁMETRO	Unidad	Valores proyectados	Límite para el promedio anual DS 010-2010 MINAM
Caudal	4.2 L/s		
pH		8	6-9
Salidos totales en suspensión	mg/L	21	25
Cianuro total	mg/L	0.02	0.8
Arsénico total	mg/L	0.05	0.08
Cadmio total	mg/L	0.005	0.04
Cromo hexavalente	mg/L	0.1	0.08
Cobre total	mg/L	0.2	0.4
Hierro (disuelto)	mg/L	1	1.6
Plomo total	mg/L	0.05	0.16
Mercurio total	mg/L	0.001	0.0016
Zinc total	mg/L	2	1.2

#### 8.2.5.1 Parámetros Biológicos

##### a) Coliformes Fecales (Termotolerantes)

La determinación de coliformes fecales proporciona la prueba aplicable más sensible y universal de calidad higiénica.

#### 8.2.5.2. Parámetros No Biológicos

##### A. Factores Físico – Químicos:

##### a) Sólidos

Son los materiales suspendidos o disueltos en aguas limpias y aguas residuales.

Los sólidos pueden afectar negativamente la calidad del agua o a su suministro de varias maneras.

“Sólidos totales” es la expresión que se aplica a los residuos de material que quedan en un recipiente después de la evaporación de una muestra y su posterior secado en estufa a temperatura definida. Los sólidos totales incluyen los “sólidos suspendidos”, o porción de sólidos totales retenida por un filtro, y los “sólidos totales disueltos (STD)” o porción que atraviesa el filtro.

El rango usual de los sólidos disueltos es de 25-5000 ppm. Su efecto principal sobre los procesos industriales es limitar el grado al cual se puede concentrar el agua antes que se deseche.

Se sabe que las aguas con menos de 500 ppm de sólidos disueltos usualmente son

satisfactorias para usos domésticos y para algunos usos industriales. En ocasiones especiales, se emplean para riego aguas con alto contenido de sólidos, cuando las prácticas de cultivo permiten remover las sales solubles, especialmente cuando es posible aplicar grandes volúmenes de agua a las tierras con buen drenaje, pero generalmente las aguas con un contenido de más de 2000 ppm son consideradas no satisfactorias para un gran número de cultivos bajo condiciones normales.

#### **b) Temperatura del agua**

Se emplean grandes cantidades de agua para operaciones industriales, por lo que la temperatura y su fluctuación estacional tienen mucha importancia en la planificación de plantas de enfriamiento industrial.

Las temperaturas elevadas, consecuencia de descargas de agua caliente, pueden tener un impacto ecológico significativo, ya que unos pocos grados de variación limitan seriamente la capacidad de la fuente para la vida de los peces.

#### **c) Turbiedad**

La turbidez del agua es producida por materias en suspensión, como arcilla o materias orgánicas e inorgánicas finamente divididas, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton y otros microorganismos.

##### **Método Nefelométrico:**

Este método se basa en la comparación de la intensidad de la luz dispersada por la muestra en condiciones definidas y la dispersada por una solución patrón de referencia en las mismas condiciones. Cuanto mayor es la intensidad de la luz dispersada, más intensa es la turbidez. El patrón de turbidez es el polímero formalina (sulfato de hidracina + hexa-metilen-tetramina). Para la medición de la turbidez se emplea el turbidímetro, cuyo principio consiste en una celda fotoeléctrica que mide la luz dispersada a 90° de la trayectoria del rayo de luz incidente en la muestra

## **B. Factores Químicos Orgánicos:**

### **a) Demanda Bioquímica de Oxígeno**

Mide la capacidad de las bacterias comunes para digerir la materia orgánica, generalmente en un período de incubación de 5 días a 20°C, analizando la disminución de oxígeno. Ésta mide la materia orgánica biodegradable expresada como O<sub>2</sub>.

## **C. Factores Químicos Inorgánicos**

### **a) Cianuro**

El término cianuro incluye a todos los grupos CN<sup>-</sup> en compuestos de cianuro que se puedan determinar como tales. Los complejos que forma se clasifican en cianuros simples y complejos. En las soluciones acuosas de cianuros alcalinos simples, el grupo CN<sup>-</sup> está presente como CN<sup>-</sup> y HCN molecular, resultante de la disociación de complejos. En la mayoría de las aguas naturales predomina el HCN, al que se atribuye la toxicidad para los peces.

### **b) Cloruro**

El cloruro, en forma de ión (Cl<sup>-</sup>), es uno de los aniones inorgánicos principales en el agua natural y residual. La concentración de cloruro es mayor en las aguas residuales que en las naturales, debido a que el cloruro de sodio es común en la dieta y pasa inalterado a través del aparato digestivo. También puede aumentar debido a los procesos industriales.

Un contenido elevado de cloruro puede dañar las conducciones y estructuras metálicas y perjudicar el crecimiento vegetal. El intercambio aniónico es el único proceso químico capaz de eliminar los cloruros en el agua; sin embargo, algunos procesos físicos como la evaporación y la ósmosis inversa, pueden separar el agua en dos corrientes, una de ellas con un contenido reducido de cloruro y la otra con un contenido mayor.

### **c) Conductividad Eléctrica**

La conductividad eléctrica es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la

presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y Concentraciones relativas, así como de la temperatura de la medición. Las soluciones de la mayoría de los ácidos, bases y sales presentan coeficientes de conductividad relativamente adecuados. A la inversa, las moléculas de los compuestos orgánicos que no se disocian en soluciones acuosas tienen una conductividad muy escasa o nula. Se prefiere el término “conductividad” y por lo general se expresa en micromhos por centímetro ( $\mu\text{mhos/cm}$ ).

#### **d) Dureza**

El bicarbonato cálcico  $(\text{CO}_3\text{H})_2\text{Ca}$ , es la sal más abundante en las aguas dulces, y por tanto, es la que más influencia tiene sobre la dureza, además esta sal durante la ebullición pasa a carbonato cálcico  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , el cual es insoluble y precipita en el fondo, disminuyendo la dureza. Por esta razón, se habla de dureza temporal, KH, dureza de carbonatos, T.A.C. o grado alcalinométrico refiriéndose a la cantidad de carbonatos (de calcio y magnesio) disueltos en el agua, los cuales precipitan al hervir esta. Por otro lado, decimos dureza permanente cuando nos referimos a la cantidad de sales (principalmente sulfatos y cloruros de calcio y magnesio) que no precipitan en la ebullición. Si sumamos la dureza temporal y la dureza permanente obtenemos la dureza total, GH, grado hidrotimétrico o T.H., que es la cantidad total de sales disueltas que tiene un agua.

La dureza se expresa generalmente en grados alemanes (dH), los cuales corresponden a 10 mg de óxido de calcio (CaO) por litro de agua. Otras unidades de dureza son: el grado francés (10 mg de carbonato cálcico por litro de agua), el grado inglés (10 mg de carbonato cálcico por 0,7 litro de agua) y el grado americano (1 mg de carbonato cálcico por litro de agua); las equivalencias entre uno y otros grados es la siguiente:

$$1^\circ \text{ dH alemán} = 1,25^\circ \text{ ingleses} = 1,78^\circ \text{ franceses} = 17,8^\circ \text{ americanos.}$$

#### **e) Oxígeno Disuelto**

La prueba de Oxígeno disuelto es uno de los análisis más importantes en la determinación de la calidad de aguas naturales, puesto que a partir de este



parámetro puede determinarse el efecto de la oxidación de efluentes sobre flujos de agua y la aptitud del agua para los peces y otros organismos, así como el avance de la autopurificación.

La concentración de OD varía con la profundidad del agua, depósitos de lodo, temperatura, claridad y razón de flujo. Así, una muestra simple de agua raramente representa la condición global de un cuerpo de agua.

#### **f) Potencial De Hidrógeno-pH**

El grado de acidez o alcalinidad del agua es determinado por la concentración del ión hidrógeno, que se expresa en pH. Un pH de 7.0 indica que el agua no es ácida ni alcalina. Una lectura de pH progresivamente menor de 7.0 incrementa la acidez, e inversamente una progresiva elevación de 7 indica el aumento de la alcalinidad.

El pH de las aguas naturales superficiales está comprendido en el rango de 6.0 a 8.0. Algunas aguas naturales alcalinas tienen un valor de pH mayor de 8, y algunas que contienen ácidos minerales libres, tienen un pH menor de 4.5.

#### **g) Nitratos**

Los nitratos son considerados como el producto final de la oxidación de los materiales nitrogenados y generalmente indica contaminación con efluentes domésticos u otras fuentes de materias orgánicas. La cantidad de nitratos en aguas superficiales son por lo general inferiores a 5 ppm como  $\text{NO}_3$ , y no tienen efectos desfavorables para usos ordinarios. Las aguas que contienen nitratos son probablemente desechadas por el peligro de contaminación, pero si son bacteriológicamente buenas, solamente con cantidades superiores a 44 ppm como  $\text{NO}_3$  son consideradas peligrosas para la alimentación infantil.

#### **h) Sulfato**

El sulfato, como ión ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), se distribuye ampliamente en la naturaleza y puede presentarse en aguas naturales en concentraciones que van desde unos pocos a varios miles de miligramos por litro, se disuelve en el agua a partir de ciertos minerales, especialmente yeso, o producto de la oxidación de los minerales

sulfurosos. Los residuos del drenado de minas pueden aportar grandes cantidades de  $\text{SO}_4^{2-}$ , debido a la oxidación de la pirita. Los sulfatos de sodio y magnesio ejercen una acción catalítica.

Su rango típico está entre 5-200 ppm. Debido a que el sulfato de calcio es relativamente insoluble, menos de 2000 ppm puede resultar indeseable al concentrar agua con un alto contenido de calcio, como en los sistemas de evaporación. Los niveles altos de sulfato pueden reducirse en forma apreciable mediante el tratamiento masivo con cal o cal aluminato, o en algunos casos raros mediante precipitación con carbonato de bario. También se puede reducir por intercambio aniónico.

#### **D. Indicadores Minerales**

##### **a) Alcalinidad**

La alcalinidad de un agua es su capacidad para neutralizar ácidos y depende principalmente de su contenido en carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, por lo que suele tomarse como una indicación de la concentración de estos componentes. El control de alcalinidad es importante tanto en irrigación como para fines industriales, necesarios en el agua concentrada de las calderas y en el agua empleada en los sistemas de enfriamiento por evaporación. La alcalinidad por exceso de concentración de metales alcalino térreos tiene importancia en la determinación de la aceptabilidad de un agua para irrigación.

Las cantidades de agua agregadas a estos sistemas deben con frecuencia tratarse para reducir la alcalinidad, ya sea mediante el ablandamiento con cal o mediante la adición directa de ácido. La alcalinidad es objetable en otras industrias, como en la de bebidas gaseosas, en donde neutraliza la acidez de los sabores de frutas, y en las operaciones textiles, en donde interfiere con los colorantes ácidos.

##### **b) Bicarbonato**

El ión bicarbonato es el componente alcalino principal de casi todas las fuentes de agua. Por lo general se encuentra en el rango de 5-500 ppm como  $\text{CaCO}_3$ . Las actividades normales de la población humana también introducen materiales

alcalinos en el agua, principalmente por la alcalinidad de los detergentes industriales y domésticos.

### **c) Carbonatos**

Los bicarbonatos se presentan en aguas con acción prolongada de anhídrido carbónico, lo cual permite que el agua disuelva carbonatos de calcio y magnesio. Los carbonatos no se encuentran en apreciable cantidad en las aguas naturales. Los bicarbonatos provenientes de aquellas rocas relativamente insolubles tienen cantidades menores de 50 ppm, muchas aguas provenientes de calizas contienen de 200 a 400 ppm. Los bicarbonatos en moderada concentración en las aguas no desmejoran su valor para muchos usos. La presencia de carbonatos o bicarbonatos contribuye a la coagulación del material suspendido en el agua.

## **E. Elementos**

### **a) Arsénico**

La solubilidad del arsénico en agua es tan baja que su presencia suele ser un indicador de la existencia de operaciones mineras o metalúrgicas en el lecho de los ríos, o bien que hay áreas agrícolas en donde se están utilizando materiales con arsénico como insecticidas.

La presencia en forma coloidal, debe eliminarse mediante los procesos convencionales de tratamiento de aguas. Si el material está presente en forma orgánica, puede eliminarse mediante oxidación del material orgánico con una coagulación posterior, o mediante un proceso de adsorción.

### **b) Boro**

La mayor parte de boro que hay en el mundo se encuentra en el agua de mar, en una concentración de 5 ppm. Existen fuentes de borato puro en las regiones áridas, en donde los mares interiores se han evaporado a sequedad, especialmente en áreas volcánicas. El boro está presente con frecuencia en las fuentes de agua dulce de estas mismas áreas geológicas.

Aunque el boro es esencial para el crecimiento de las plantas, un exceso de dicho

elemento, por encima de 2 ppm en el agua de riego, es perjudicial para determinados vegetales y puede afectar a algunos en concentraciones del orden de 1 ppm. El agua potable rara vez contiene más de 1 ppm y generalmente se considera que las concentraciones inferiores a 0.1 ppm son inocuas para el consumo humano. El boro puede aparecer naturalmente en algunas aguas, o pasar a los cursos de agua procedente de compuestos para limpieza o aguas residuales industriales. Puede eliminarse mediante intercambio aniónico y por adsorción. La ingestión de grandes cantidades de boro puede afectar al sistema nervioso central y la ingestión prolongada puede dar lugar a un síndrome clínico denominado borismo.

#### **c) Cadmio**

El cadmio es muy tóxico, y se le han atribuido algunos casos de intoxicación con alimentos. Se encuentra en concentraciones por debajo de 0.01 ppm. Se introducen en el agua por descargas de desechos industriales, y por lo general se encuentran en aguas superficiales. Puede precipitarse como carbonato o eliminarse mediante intercambio catiónico.

#### **d) Calcio**

La presencia del calcio (es el quinto elemento en orden de abundancia en la naturaleza) en los suministros de agua proviene de su paso a través o por encima de depósitos de caliza, dolomita, yeso y pizarras yesíferas. El contenido de calcio puede variar entre cero y varios centenares de miligramos por litro, dependiendo del origen y del tratamiento del agua.

Muchas aguas asociadas a arenas silicosas y graníticas tienen menos de 10 ppm de calcio, pero si las rocas son calizas contendrán generalmente entre 30 a 100 ppm, y aguas en contacto con yeso pueden contener aún más de 100 ppm.

Las pequeñas concentraciones de carbonato de calcio evitan la corrosión de las tuberías metálicas por depositar una capa protectora. Por otro lado, cantidades apreciables de sales de calcio precipitan al calentar formando incrustaciones perjudiciales en calderas, tuberías y utensilios de cocina. En muchas operaciones

industriales se necesita eliminarlo por completo, en particular en el agua de reposición para calderas, en las operaciones de acabado de textiles y en la limpieza y enjuague en las operaciones de acabado de metales.

La dureza del calcio puede reducirse hasta un nivel de 35 ppm como  $\text{CaCO}_3$  mediante el ablandamiento en frío con sal-soda, y hasta menos de 25 ppm mediante el mismo ablandamiento en caliente. Se reduce a menos de 35 ppm mediante el mismo método en caliente. Se reduce a menos de 1 ppm mediante los métodos de intercambio catiónico.

#### **e) Cobre**

El cobre puede estar presente en el agua por el contacto de ésta con minerales que contienen cobre o con desechos minerales en la producción de cobre. Sin embargo, es más probable que el cobre que se encuentra en el agua sea un producto de corrosión de las tuberías o de amalgamas de cobre, o que se haya agregado deliberadamente a un depósito de agua para el control de las algas. En los suministros industriales, la presencia de cobre puede no ser adecuada debido a que corroe el aluminio.

#### **f) Cromo**

Su presencia puede estar asociada a descargas de desechos industriales, y por lo general se encuentran en las aguas superficiales. Puede reducirse con  $\text{SO}_2$  hasta  $\text{Cr}^{+3}$ , o eliminarse mediante intercambio aniónico.

#### **g) Magnesio**

El magnesio ocupa el octavo lugar entre los elementos más abundantes y es un componente común de las aguas naturales. Las sales de magnesio, que contribuyen de forma importante a la dureza del agua, se descomponen al calentar formando costras en las calderas. Las concentraciones superiores a 125 ppm pueden tener un efecto purificador y diurético.

Puesto que el carbonato de magnesio es bastante más soluble que el carbonato de calcio, rara vez es un componente principal en las incrustaciones. Sin embargo, debe eliminarse junto con el calcio cuando se requiere agua blanda para

alimentación de calderas o para otros procesos. Puede eliminarse mediante el ablandamiento con cal hasta un residuo de 30-50 ppm como  $\text{CaCO}_3$  en frío, o 1-2 ppm como  $\text{CaCO}_3$ , en caliente. También se reduce por medio de intercambio iónico hasta menos de 1 ppm como  $\text{CaCO}_3$ .

#### **h) Mercurio**

Por lo general se encuentra en concentraciones por debajo de 0.001 ppm. Su presencia puede estar asociada a descargas de desechos industriales, y por lo general se encuentran en las aguas superficiales en vez de los pozos.

En el caso del mercurio, su presencia se asocia a los desechos de producción electrolítica de NaOH. Puede metilarse mediante la actividad bacteriana y utilizarse en el ciclo de la alimentación acuática.

#### **i) Níquel**

Por lo general se encuentra en concentraciones por debajo de 0.01 ppm. Su presencia puede estar asociada a descargas de desechos industriales, y por lo general se encuentra en las aguas superficiales.

En el caso del Níquel, se asocia a las descargas provenientes del metalizado electrolítico, polvo o escoria de los hornos eléctricos o desperdicios minerales.

#### **j) Potasio**

El potasio está relacionado estrechamente con el sodio, tanto que rara vez se analiza como un componente separado en los análisis de agua. Su ocurrencia es menor en la naturaleza y por esta razón se encuentra en concentraciones más bajas que el sodio.

No tiene importancia en las fuentes de agua para el uso público o en el agua que se utiliza en la industria. Como en el caso del sodio, sólo puede eliminarse químicamente mediante intercambio catiónico, o mediante procesos físicos, como la evaporación y la ósmosis inversa.

**k) Plomo**

La presencia de plomo en el agua dulce generalmente indica la contaminación con desechos metalúrgicos o con venenos industriales que contienen plomo, como el arsenato de plomo. Sin embargo, el plomo también puede aparecer como el resultado de la corrosión de amalgamas que contienen plomo, como las soldaduras. En las aguas de desecho, donde el plomo puede estar acomplejado con materia orgánica, puede hallarse solubilizado y se puede requerir de la oxidación de la materia orgánica para lograr la eliminación total del plomo.

**l) Sodio**

Todas las sales de sodio son muy solubles en agua, aunque ciertos complejos en los minerales no lo son. El alto contenido de cloruros en las salinas y en el agua de mar, generalmente está asociado con el ión sodio. En las aguas dulces suele variar entre 10-100 ppm. El sodio está presente en ciertos tipos de arcillas y feldespatos. El único proceso químico para eliminar el sodio es el intercambio catiónico en el ciclo de hidrógeno. La evaporación y la ósmosis inversa también reducen el sodio, produciendo una corriente baja en sodio y una salina de desecho con una concentración elevada de sodio.

Algunos de los contaminantes se descomponen debido a procesos químicos o biológicos que se efectúan en el agua por la biodegradación de la materia orgánica. Sin embargo; ciertos compuestos introducidos por el hombre como los plaguicidas y detergentes, no son degradables.

**8.3. DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIONES DE MUESTREO.**

En la descripción de las estaciones de muestreo se ha tomado en cuenta, el criterio de altitud (elevación respecto al nivel del mar), para el caso del río Chillón las diferencias de alturas son mayores a 2,500 metros y se distinguen la parte alta, media y baja, las fotografías respectivas se encuentran en el anexo N° 03

**En la Cuenca alta y media del río Chillón**

Se han establecido 10 estaciones a lo largo del río Chillón desde la laguna de Chuchón hasta la localidad de Punchauca, se tomó en cuenta para la localización de

la minería informal en Santa Rosa de Quives, pero solo existe un manantial en la localidad de Yangas, de donde los mineros informales se proveen de agua, que llevan en bidones al lugar de extracción del oro que está ubicado en la comunidad de Jicamarca. En el Puente Magdalena existe una estación meteorológica de SENAMHI, de las visitas efectuadas para el desarrollo del presente estudio se tomo en cuenta a la localidad de Obrajillo, por el alto incremento del turismo en ese poblado.

### **Cuenca alta y media del río Chillón**

E-01 Laguna de Chuchón

E-02 Puente - Huaros

E-03 A 100 m antes del Puente - Obrajillo

E-04 Altura del Puente - Obrajillo

E-05 Altura a la estación meteorológica de SENAMHI-Obrajillo

E-06 Puente Magdalena (Yangas)

E-07 Altura de la quebrada Caracol-Fundo Llipata-Checta

E-08 El Olivar

E-09 Altura de Punchauca-SEDAPAL

E-10 Puente Chillón altura de Pro

**Cuadro N° 8.2**  
**Estaciones de Monitoreo de la Cuenca Alta y Media del río Chillón**

Estación	Descripción	Foto N°	Año de Monitoreo		
			2008	2009	2010
E-01	Laguna de Chuchón	8.A		X	X
E-02	Puente -Huaros	8.B	X		
E-03	A 100 m, antes del Puente Obrajillo	8.C	X		X
E-04	Altura del Puente Obrajillo	8.D	X		
E-05	Altura a la estación meteorológica de SENAMHI-Obrajillo	8.E	X		X
E-06	Puente Magdalena -Yangas	8.F	X		
E-07	Altura de la quebrada Caracol Fundó Llipata-Checta	8.G	X	X	X
E-08	El Olivar	8.H	X		X
E-09	Altura de Punchauca-SEDAPAL	8.I	X		X
E-10	Puente Chillón-altura de Pro	8.J			

Fuente: Elaboración Propia



### **En la Cuenca baja del río Chillón**

En esta parte de la cuenca baja se ubicaron 14 estaciones desde Carabayllo hasta la desembocadura en el Océano Pacífico.

Se tomó en cuenta para la selección de las estaciones de la toma de muestras ubicadas aguas arriba y abajo del botadero de residuos de curtiembre, aguas abajo de la planta de fundición informal, agua superficial ubicada en el Puente Chillón con la carretera Panamericana Norte, canal de regadío de Chuquitanta y la zona biodiversidad cerca del asentamiento humano el Paraíso a fin de determinar la carga de los contaminantes que van a descargar al mar.

Para caracterizar las aguas del cuerpo receptor la toma de muestras se realizó de la siguiente manera:

Se ubicó una estación de muestreo aguas arriba a una distancia mínima de 200 m, de las fuentes de contaminación industrial o doméstica, es decir en un lugar que no esté bajo la influencia de éstos considerándola como muestra en blanco.

Se ubicaron las estaciones tanto en la zona de mezcla en el río, ya sea de los efluentes industriales, como de los efluentes domésticos a 200 m de los puntos de descarga. En el Cuadro N° 8.3, se muestran las estaciones de monitoreo seleccionadas en base a la identificación de zonas críticas.

E-01 Aguas arriba del botadero de curtiembre (Carabayllo)

E-02 Frente a los residuos de curtiembre (Comas –Puente Piedra)

E-03 Aguas abajo del botadero de curtiembre

E-04 Frente a los residuos de la planta de fundición (Comas Puente Piedra)

E-05 Aguas abajo de la planta de fundición

E-06 Canal de regadío la Cachaza (Puente Piedra)

E-07 Puente Chillón-Panamericana Norte (Los Olivos y Puente Piedra)

E-08 Canal de regadío Chuquitanta (San Martín de Porres)

E-09 Límite con San Diego margen derecha-San Martín de Porras

E-10 Zona de diversidad biológica (Ventanilla-SanMartín dePorres)

E-11 Puente entre la Av. Néstor Gambeta -Callao

E-12 Aguas abajo del Puente de la Av. Néstor Gambeta-Callao

E-13 Asentamiento Humano (AA.HH). Márquez y Víctor Raúl Haya de la Torre

E-14 Desembocadura al mar

Se observó que las actividades que se desarrollan en la cuenca baja del río Chillón afectan sobre los factores ambientales. Las aguas del río Chillón son usadas para riego de vegetales crudos y bebidas de animales. Existen pozos de aguas subterráneas que son usadas para consumo humano y sin ninguna desinfección, considerando que estas aguas son recargadas por las aguas superficiales del río en épocas de avenidas y el resto del año. En las vistas fotográficas se aprecia el panorama que presenta la zona. Fotos Anexo 3

### Cuadro N° 8.3

#### Estaciones de Monitoreo de la Cuenca Baja del río Chillón

Estación	Descripción	Foto N°	Año de Monitoreo		
			2008	2009	2010
E-01	Agua Arriba del botadero de residuos de curtiembre (Carabayllo)	1 A	X		X
E-02	Frente a los residuos de curtiembre (Comas y Puente Piedra)	2 A	X		
E-03	Aguas Abajo del botadero residuos de curtiembre (Comas y Puente Piedra)	3 A	X		X
E-04	Frente a los residuos de la planta de fundición (Comas y Puente Piedra)	4 A	X		
E-05	Aguas Abajo de la panta de fundición (Comas y Puente Piedra)	5 A	X		X
E-06	Canal de regadío La Cachaza (Puente Piedra)	6 A	X		
E-07	Puente Chillón- Panamericana Norte (Los Olivos y Puente Piedra)	7 A	X	X	X
E-08	Canal de regadío Chuquitanta (San Martín de Porres)	8 A	X		X
E-09	Limite con San Diego, margen derecha	9 A	X		X
E-10	Zona diversidad biológica (Ventanilla-S.M.P.)	10 A		X	
E-11	Puente de la Av. Néstor Gambeta - Callao	11 A		X	
E-12	Aguas abajo del Puente de la Av. Néstor Gambeta -Callao	12 A		X	
E-13	AA.HH. Márquez y Víctor Raúl Haya de la Torre	13 A		X	
E-14	Desembocadura al mar	14 A		X	

Fuente: Elaboración Propia

#### **8.4. UBICACIÓN DE ZONAS CRÍTICAS DONDE SE REALIZÓ LA TOMA DE MUESTRAS DE AGUAS Y LODOS**

En el Mapa N° 05 se muestra la ubicación de las zonas más críticas y estaciones de monitoreo para aguas y lodos ubicadas en diferentes distritos a lo largo de la cuenca baja del río Chillón.

#### **8.5. MEDICIÓN DEL CAUDAL DEL RÍO CHILLÓN**

La medición del caudal del río reportó una descargan en el mar de 11 m<sup>3</sup>/seg y la más crítica 30 m<sup>3</sup>/seg en épocas de avenidas, a una progresiva de 0 km, 0 Altitud msnm. Fuente SENAMHI.

#### **8.6. MONITOREO DE AGUAS SUPERFICIALES**

En el monitoreo de aguas superficiales hay que tener en cuenta la siguiente metodología:

##### **A. Toma de Muestras de Agua Superficial**

Para coleccionar muestras representativas de ríos, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Seleccionar una localización de muestreo en/o cerca de una estación de aforo para que se pueda relacionar la descarga del río con la muestra de la calidad del agua.
- Ubicar un tramo derecho y uniforme para muestrear, \*A menos que se especifique en el plan de muestreo, evitar localizaciones de muestreo al lado de confluencias o fuentes puntuales de contaminación, \* Usar puentes o botes para ríos y lagos profundos donde el andar en el agua es peligroso o no práctico
- No coleccionar muestras a lo largo de las orillas puesto que ellas pueden no ser representativas de todo el cuerpo de agua
- La colecta de muestras de ríos y arroyos involucra el transporte de todos los artículos necesarios para el punto de muestreo, y la colecta de apuntes de campo, e instalación de instrumentación, envases de muestreo. El primer paso es medir los parámetros de campo, luego medir el flujo del río, Fotografía N° 8.2.

### **B. Parámetros de Campo**

Mida y anote los parámetros de temperatura, conductividad eléctrica, pH y oxígeno disuelto en una sección del flujo del río no perturbada. Se pueden medir otros parámetros, si se desea. (Formato N°C), cuadro N° 8.4.

### **C. Muestreo Simple Instantáneo**

El muestreo simple instantáneo se realiza cuando la mezcla uniforme del canal del río o arroyo hace el muestreo compuesto innecesario, cuando se desean muestras puntuales, cuando es posible la pérdida de gases de la muestra, o cuando el curso de agua no es demasiado profundo para usar el muestreo compuesto. Anote cualquier decisión de usar el muestreo simple instantáneo en el plan de muestreo.

Para ríos que tienen por lo menos 10 cm de profundidad, colecte muestras simples instantáneas en medio del canal usando un envase limpio y descontaminado de vidrio o plástico, y agregue los preservantes requeridos.

#### **Fotografía N° 8.2**

#### **Toma de muestras de agua superficial-río Chillón**



Fuente: DIGESA

**Cuadro N° 8.4**  
**Formato: C Registro de Campo**

<b>Nombre del Río:</b>							
Fecha de muestreo							
Hora de muestreo							
Código del Punto de muestreo							
Nombre del Punto de muestreo							
Muestreador							
Firmas							
<b>Ubicación del punto de muestreo</b>							
Latitud (UTM)							
Longitud(UTM)							
Altitud (msnm)							
Referencia							
Condic. climatológicas							
<b>Esquema de ubicación del punto de muestreo y toma de fotos</b>							
<b>Descripción del muestreo</b>							
Tipo de muestra							
Volumen de muestra							
Aspecto de muestra							
Foto de muestra							
<b>Mediciones in situ</b>							
Parámetro	Valor	Unidad					
pH							
Temperatura del agua							
Temperatura ambiental							
Oxígeno disuelto							
Conductividad							
Turbiedad							
<b>Observaciones y comentarios</b>							
Accesibilidad							
Peligros encontrados							
Org. acuáticos presentes							
Act. antropogénicas							

Fuente: Elaboración Propia

## **CAPITULO IX**

### **ANÁLISIS REALIZADOS EN AGUA, GRADO DE CONTAMINACIÓN EXISTENTE Y MEDIDAS DE REMEDIACIÓN Y TRATAMIENTO DEL MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA DEL RÍO CHILLÓN**

#### **9.1. PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS**

##### **9.1.1. Parámetros de medición de la contaminación del agua**

La selección de los parámetros se realizó de acuerdo al Protocolo de Calidad del Agua, siguiendo los criterios considerados en la normativa peruana.

Para la caracterización de las aguas superficiales se determinó los siguientes parámetros: pH, temperatura, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, coliformes fecales o termotolerantes, coliformes totales, cobre, fierro, arsénico, plomo, cadmio, cromo, zinc y caudal.

Las muestras de agua fueron recolectadas en las estaciones indicadas y se consideró las recomendaciones del Protocolo de Muestreo de Calidad de Agua y los considerados por el Laboratorio Acreditado por INDECOPI. Se realizó la toma de muestras de aguas utilizando los envases de plástico y vidrio específico para los parámetros que se consideró analizar, así como se tomo en cuenta agregar los preservantes indicados a las muestras de aguas, siguiendo la cadena de custodia de la muestra.

La contaminación del agua es expresada mediante parámetros físicos, químicos o biológicos. A continuación se presentan algunos ejemplos de los parámetros utilizados para medir la contaminación del agua como:

Sólidos en suspensión, demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), pH, metales pesados, cianuro, nitrógeno, sulfato, triclorometano, arsénico, cromo hexavalente, fósforo, sulfuros, fenol, detergentes, aceites y grasa, hidrocarburos, temperatura, sólidos sedimentables, coliformes fecales o termotolerantes

Algunos de los contaminantes se descomponen debido a procesos químicos o biológicos que se efectúan en el agua por la biodegradación de la materia orgánica. Sin embargo; ciertos compuestos introducidos por el hombre como los plaguicidas y detergentes, no son degradables.

### **9.1.2. Fuente de Contaminación en aguas del río**

La contaminación de las aguas por causas antropogénicas se debe fundamentalmente al vertido sobre las mismas de efluentes cargados de contaminantes, tales como sólidos disueltos y en suspensión, materias orgánicas biodegradables y no biodegradables, nitratos y fosfatos, aceites, metales pesados, gérmenes patógenos y otros, dando lugar a la contaminación física, química y bacteriológica del agua.

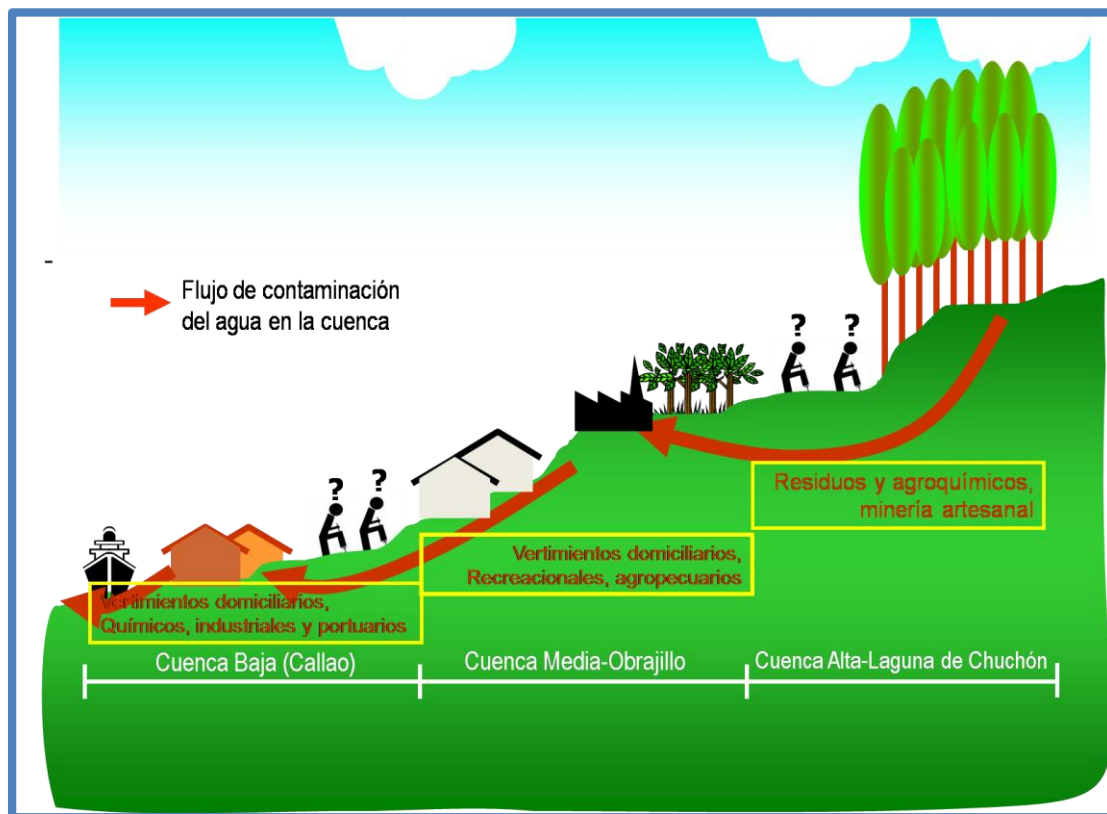
Los vertidos contaminantes proceden principalmente de los núcleos urbanos (aguas residuales urbanas), industrias, explotaciones ganaderas, usos agrarios del agua (el riego dando lugar a la presencia en el agua de herbicidas, plaguicidas, nitratos y sales).

#### **9.1.2.1. Residuos Sólidos industriales**

Los residuos sólidos industriales son todos aquellos que resultan de las actividades de origen manufacturero. De acuerdo a su comportamiento, los residuos industriales pueden ser clasificados como:

**a. Comunes:** Residuos sólidos y semisólidos con características fisicoquímicas semejantes a los residuos, no presentando de esta forma, peligrosidad efectiva y potencial a la salud humana, al medio ambiente y al patrimonio público y privado cuando son dispuestos adecuadamente.

**Grafico N° 9.1**  
**Fuentes de Contaminación en la Cuenca del Río Chillón**



Fuente: ANA (Autoridad Nacional del Agua)

**b. Peligrosos:** Son todos los residuos sólidos, semisólidos y líquidos no posibles de tratamiento convencional, resultantes de la actividad industrial y del tratamiento de sus efluentes y emisiones que por sus características presentan peligrosidad efectiva o potencial a la salud humana, al medio ambiente y al patrimonio público y privado.

Para que un residuo industrial sea considerado peligroso, debe tener una de las siguientes características: Inflamabilidad, corrosividad, reactividad, toxicidad o patogenicidad. Estas características deben ser determinadas por un laboratorio acreditado. Así como las actividades industriales generadoras de los mismos de acuerdo a lo establecido en el **Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación**, del cual nuestro país forma parte.



**c. Reciclable:** Cuando un producto es utilizado y desechado, éste puede ser convertido nuevamente en materia prima para la producción del mismo tipo de producto.

**d. Reutilizable:** Cuando un producto es utilizado y desechado, éste puede ser convertido nuevamente en materia prima para la producción de otro tipo de productos.

**e. Emisiones**

Actualmente, el país cuenta con el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, aprobado mediante Decreto Supremo N° 003-2009-MINAM que es un documento de gestión de la calidad del aire en el país, el cual contribuye a determinar los criterios para la protección de la calidad ambiental, así como los lineamientos estratégicos para alcanzar progresivamente la protección de la salud de las personas. El Decreto Supremo N° 074-2001-PCM en su artículo 12 señala que el monitoreo de la calidad del aire y la evaluación de los resultados en el ámbito nacional es una actividad de carácter permanente, a cargo del Ministerio de Salud a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), quien podrá encargar a instituciones públicas o privadas dichas labores.

Por otra parte, se cuenta con el Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta Nacionales para Contaminantes del Aire, aprobado mediante Decreto Supremo N° 009-2003-SA, documento de gestión que permite la implementación de un conjunto de medidas predeterminadas para la prevención de riesgos a la salud y la exposición aguda de la población a los contaminantes del aire.

**9.1.3. Análisis de Resultados en muestras de agua del río Chillón**

Las aguas del río Chillón hasta antes del año 2005 eran consideradas como clase III, y es a partir de ese año según el Ministerio de Salud y DIGESA la clasifican como de Clase II, pero a partir de la aprobación de la Ley de Recurso Hídricos, y se nombra a la ANA para la supervisión de los ECA<sub>s</sub> del agua

El D.S.N° 002-2008-MINAM, aprobado el 31 de julio del 2008, pública los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, y la Resolución Jefatural de la Autoridad Nacional del Agua N° 002-2010-ANA-Anexo N° 1, contiene la clasificación de cuerpos aguas superficiales y marino-costeros; en el caso del río Chillón se definen por tramos de la manera siguiente:

- a) Tramo naciente hasta la planta de tratamiento de SEDAPAL en Punchauca.
  - \* **Categoría 1:** “Poblacional y Recreacional”, **Subcategoría A2:** “Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional”
- b) Aguas debajo de la planta de tratamiento de SEDAPAL hasta desembocadura al mar.
  - \* **Categoría 3:** “Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto”

En cuanto a los resultados de análisis de aguas durante los años 2008, 2009, 2010, se realizó una evaluación a la cuenca baja del río Chillón donde se fijaron 14 estaciones, durante diferentes épocas del año, llegando a los siguientes resultados como se muestra en los Cuadros N° 9.1, 9.2, 9.3, 9.4. De estos resultados se pueden deducir que se tiene que realizar la vigilancia por cobre, plomo, arsénico, fierro, coliformes fecales o termotolerantes, demanda bioquímica de oxígeno, oxígeno disuelto, coliformes totales.

La presencia de metales en el agua están asociadas a las plantas de fundición informales donde se arroja los residuos de escoria al río Chillón, botadero de curtiembres, plantas de baterías clandestinas, así como los botaderos de residuos sólidos que se encuentran dispersados por la zona de franja ribereña de la cuenca baja del río Chillón.

Durante el año 2008 se realizó una evaluación en la cuenca baja del río Chillón, siendo evaluadas las Estaciones E-01, E-02, E-03, E-04, E-05, E-06, E-07, E-08, E-09, E-10, E-11, E-12, E-13, E-14, llegando a los siguientes resultados: los parámetros de contaminación más críticos fueron la demanda bioquímica de oxígeno, oxígeno disuelto, coliformes fecales o termotolerantes, cobre, arsénico, fierro. Cuadro 9.1, 9.2, 9.3, 9.4, observándose que los parámetros de temperatura y pH, se mantienen

por debajo del ECA del agua ya que el río Chillón se encuentra dentro de la categoría 3, de la Resolución Jefatural N° 002-2010-ANA

En el año 2009 se realizó una evaluación en la cuenca baja del río Chillón, siendo evaluadas las Estaciones E-01, E-02, E-03, E-04, E-05, E-06, E-07, E-08, E-09, E-10, E-11, E-12, E-13, E-14, llegando a los siguientes resultados: los parámetros de contaminación más críticos fueron la demanda bioquímica de oxígeno, oxígeno disuelto, coliformes fecales o termotolerantes, cobre, arsénico, fierro. Cuadro 9.1, 9.2, 9.3, 9.4, observándose que los parámetros de temperatura y pH, se mantienen por debajo del ECA del agua ya que el río Chillón se encuentra dentro de la categoría 3, Resolución Jefatural N° 002-2010-ANA.

Cuadro N° 9.1

Resultados de Análisis Físico Químico y Microbiológico del río  
Chillón E-01, E-02, E-03, E-04, E-05, Año 2008, 2009, 2010

Parámetros	E-01			E-02			E-03			E-04			E-05			D.S.N-002-2008- MINAM Cat-Subc 1-A2 Cat-3 ECA	
	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	1-A2	3
T°C	20,6	21,3	21,8	23,8	23,2	24,3	26	25,1	26,3	22	22,4	22,6	26,3	25,3	26		
pH	8,34	8,36	8,41	8,16	8,04	8,30	8,20	8,27	8,05	7,63	7,50	7,62	8,26	7,41	7,83	5,5-9,0	6,5-8,5
O.D. ppm	6,5			3,8			5,7			6,4			6,7			>=5	>=4
DBO ppm	14,3	14,1		38,3	14,5		20,4	12,3		14,2	12,6		13	12		5	15
CF. NMP/100 mL													8,250	1,700	8,250	2000	2000
C.T. NMP/100mL													11,267	3,500		3000	5000
Cu ppm	0,10		0,18	0,20		0,32	1,86		0,35	0,70			0,74		0,37	2	0,2
Fe ppm	1,304	0,570	0,290	1,030	0,546	0,298	1,243	0,573	1,537	1,250	0,589	1,684	1,470	0,720	1,897	1	1
As ppm	1,62		1,58	1,60			1,56			2,87			1,93			0,01	0,05
Pb ppm	0,0250	0,0257	0,0251	0,0254	0,0250	0,0250	0,0266	0,0258	0,0250	0,0280	0,0261	0,0250	0,0294	0,0377	0,0250	0,05	0,05
Cd ppm	0,010			0,010			0,010			0,010			0,010			0,003	0,005
Cr ppm	0,042	0,028	0,027	0,041	0,028	0,027	0,041	0,028	0,027	0,041	0,028	0,027	0,041	0,028	0,028	0,05	0,1
Zn ppm	0,086	0,011	0,015	0,118	0,011	0,015	0,092	0,011	0,015	0,089	0,011	0,015	0,093	0,013	0,017	5	2
Riesgo	ALTO			ALTO			ALTO		ALTO	ALTO			ALTO	ALTO	ALTO		
Cat-Subc	Categoría 3																

Fuente: DIGESA



Parámetros que sobrepasan los valores límites o guía del ECA para agua

Cuadro N° 9.2

Resultados de Análisis Físico Químico y Microbiológico del río  
Chillón E-06, E-07, E-08, E-09, E-10, Año 2008, 2009, 2010

Parámetros	E-06			E-07			E-08			E-09			E-10			D.S.N-002-2008- MINAM Cat-Subc 1-A2 Cat--3 ECA	
	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	1-A2	3
T°C	26,8	26,5	27,2	22,9	21,8	22,1	22,3	21,6	22,8	22,1	21,7	22,3	23,4	22,7	23,5		
pH	6,92	6,74	6,83	7,50	7,66	7,34	6,57	6,91	7,90	7,50	7,63	7,60	7,36	7,58	7,75	5,5-9,0	6,5-8,5
				5,3	4,0	5,0	4,6	5	6	5,2	5,5		6	5,5		≥5	≥4
DBO ppm	18,2	18,0		27,3	18,3	35,0	34,8	28,6	72,3	67,2	61,3		48,2	41,6		5	15
C.F. NMP/ 100 ml	102,900	4,600		1,174,250	92,000	126,750	317,444	567,950	475,250	1,582,222	480,680	693,250	1,097,778	676,7000	82,963	2000	2000
C.T. NMP/ 100 ml	588,467	17,000		1,555,000	92,000	902,375	997,778	1,039,900	1,181,125	3,462,222	2,125,680	693,250	1,603,333	2,228,000	72,288	3000	5000
Cu ppm	0,61			1,005		1,019	1,053		1,019	1,074			1,273		1,053	2	0,2
Fe ppm	4,790	4,092	4,932	6,777	15,459	5,156	6,386	8,632	5,073	6,594	6,1262	4,437	6,472	5,231	4,170	1	1
As ppm	1,13			1,28			1,36			1,23			1,18			0,01	0,05
Pb ppm	0,0298	0,0742	0,0250	0,1206	0,0753	0,0254	0,1081	0,0750	0,0382	0,0705	0,0689	0,0486	0,0664	0,0673	0,0722	0,05	0,05
Cd ppm	0,010			0,010			0,011			0,010			0,010			0,003	0,005
Cr -ppm																	
	0,041	0,028	0,028	0,042	0,042	0,028	0,042	0,029	0,028	0,045	0,035	0,028	0,046	0,032	0,028	0,05	0,1
Zn ppm	0,097	0,013	0,036	0,976	0,165	0,020	0,124	0,170	0,137	0,219	0,226	0,137	0,252	0,210	0,140	5	2
Riesgo	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO		
Cat-Subc	Categoría 3																

Fuente: DIGESA



Parámetros que sobrepasan los valores límites o guía del ECA para agua

Cuadro N° 9.3

Resultados de Análisis Físico Químico y Microbiológico del río  
Chillón E-11, E-12, E-13, E-14, Año 2008, 2009, 2010

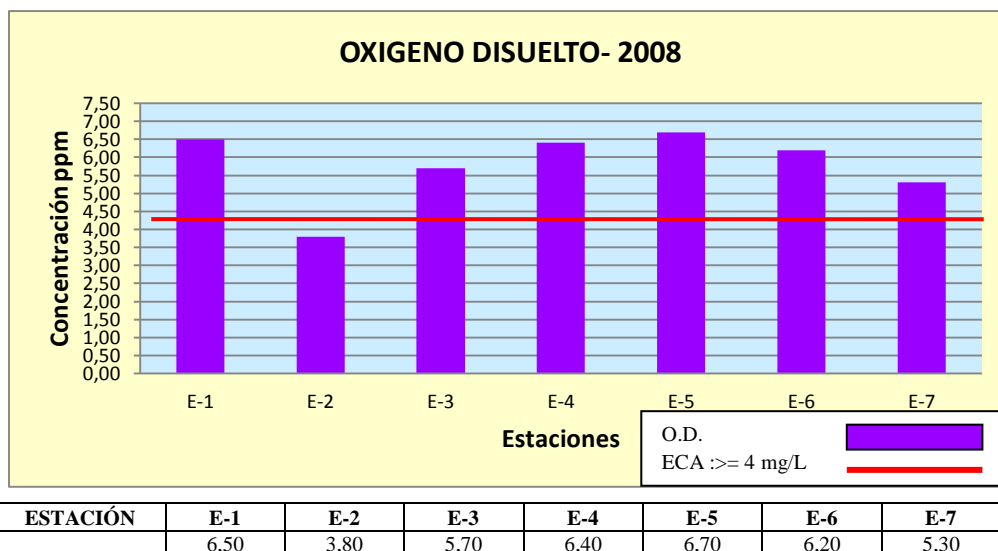
Parámetros	E-11			E-12			E-13			E-14			D.S.N-002-2008- MINAM Cat-Subc 1-A2 Cat-3 ECA	
	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	1-A2	3
T°C	27,3	26,5	27,8	23,9	22,4	22,1	26,3	26,1	27,4	27,5	27,8	28,3		
pH	7,78	7,92	7,83	7,61	7,60	7,84	7,42	7,70	7,73	8,12	8,50	8,37	5,5-9,0	6,5-8,5
O.D. ppm	5,4	5,7		6,2	6,8		7,4	7,5		7,1	8,6		>=5	>=4
DBO ppm	23,5	18,2		22,8	17,6		20,1	16,9		13,2	14,6		5	15
C.F. NMP/100 ml	852,778	911,400		396,111	172,579			30,026			5014		2000	2000
C.T. NMP/100 ml	2,401,111	1,821,000		838,889	320,870						2,2038		3000	5000
Cu ppm	0,279	0,138		0,275	0,210		0,189	0,182		0,164	0,058		2	0,2
Fe ppm	7,596	6,445	3,986	7,900	3,971	3,476	7,666	7,856	3,267	6,282	5,231	2,478	1	1
As ppm													0,01	0,05
Pb ppm	0,0391	0,0905	0,0860	0,0387	0,0873	0,0851	0,0392	0,0780	0,0873	0,0792	0,0832	0,0180	0,05	0,05
Cd- ppm	0,010	0,010		0,011	0,010		0,021	0,015		0,012	0,035		0,003	0,005
Cr ppm	0,047	0,056	0,042	0,048	0,068	0,045	0,046	0,038	0,034	0,045	0,043	0,028	0,05	0,1
Zn ppm	0,252	0,265	0,141	0,250	0,223	0,138	0,201	0,241	0,149	0,178	0,094	0,081	5	2
Riesgo	ALTO	ALTO		ALTO	ALTO		ALTO	ALTO		ALTO	ALTO	ALTO		
Cat-Subc	Categoría 3													

Fuente: DIGESA

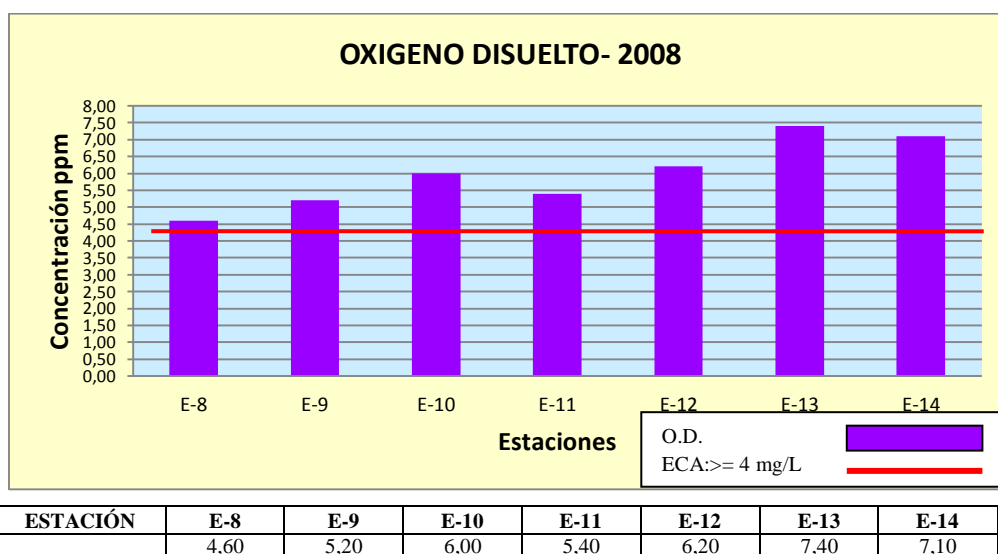


Parámetros que sobrepasan los valores límites o guía del ECA para agua

**Gráfico N° 9.2**  
**Concentración de Oxígeno Disuelto en Estaciones, Año-2008**

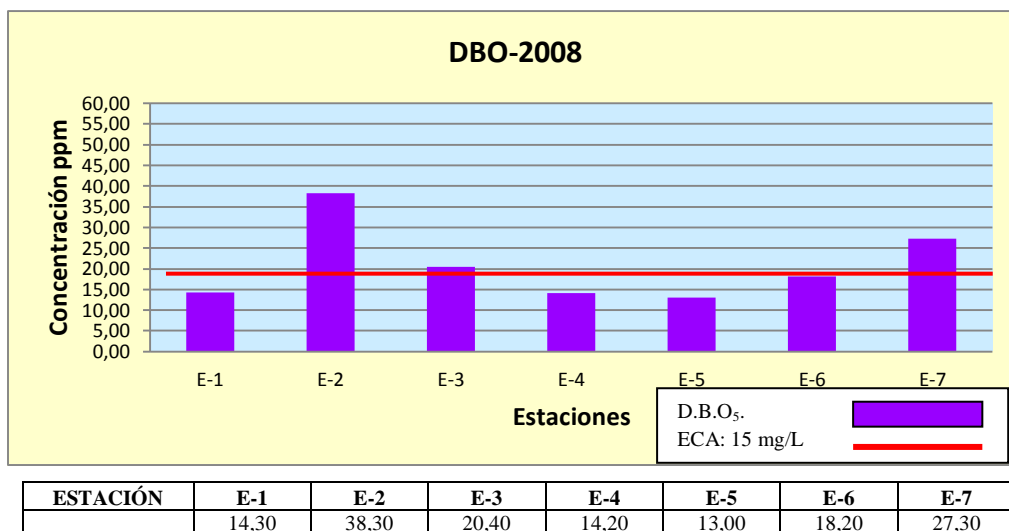


**Gráfico N° 9.3**  
**Concentración de Oxígeno Disuelto en Estaciones, Año-2008**

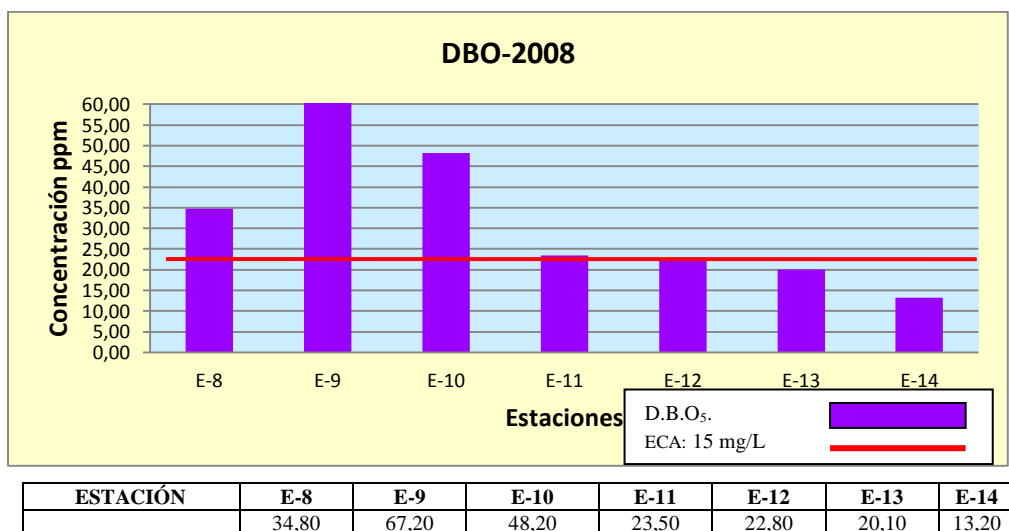


De los Gráficos N° 9.2 y 9.3, se observa que existen niveles bajos de oxígeno disuelto debido a la presencia de gran cantidad de coliformes termotolerantes, y coliformes totales los cuales nos indican el agotamiento de este parámetro en la cuenca baja del río Chillón

**Gráfico N° 9.4**  
**Concentración de Demanda Bioquímica en Estaciones, Año-2008**



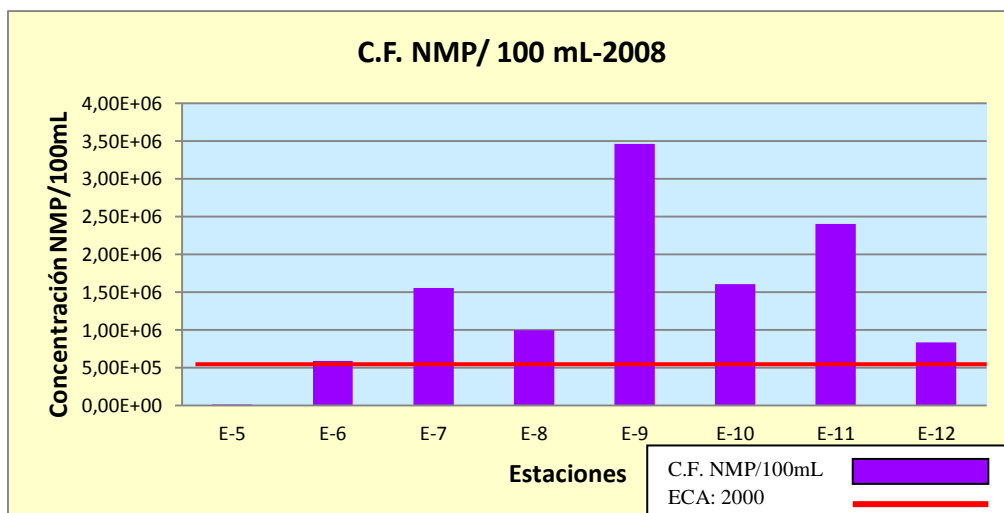
**Gráfico N° 9.5**  
**Concentración de Demanda Bioquímica en Estaciones, Año-2008**



Se observa en los Gráficos, que existe una demanda bioquímica de oxígeno alta, debido a la gran cantidad de materia orgánica en el agua, ello es debido a la existencia de la gran cantidad de desagües domésticos que existen en los Asentamientos Humanos (AA.HH), ubicados en la ribera del río y al arrojado de residuos sólidos en la cuenca baja del río Chillón.

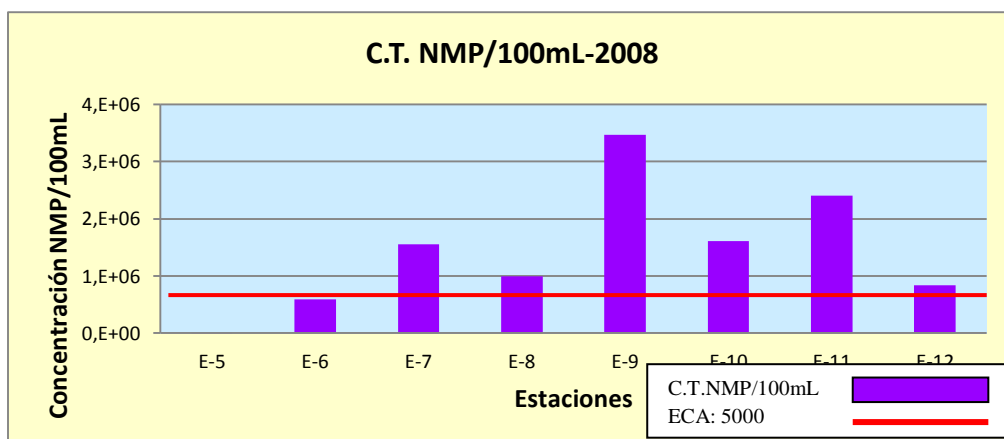


**Gráfico N° 9.6**  
**Concentración de Coliformes Fecales en Estaciones, Año-2008**



ESTACIÓN	E-5	E-6	E-7	E-8	E-9	E-10	E-11	E-12
	1,13E+04	5,88E+05	1,56E+06	9,98E+05	3,46E+06	1,60E+06	2,40E+06	8,39E+05

**Gráfico N° 9.7**  
**Concentración de Coliformes Totales en Estaciones, Año-2008**

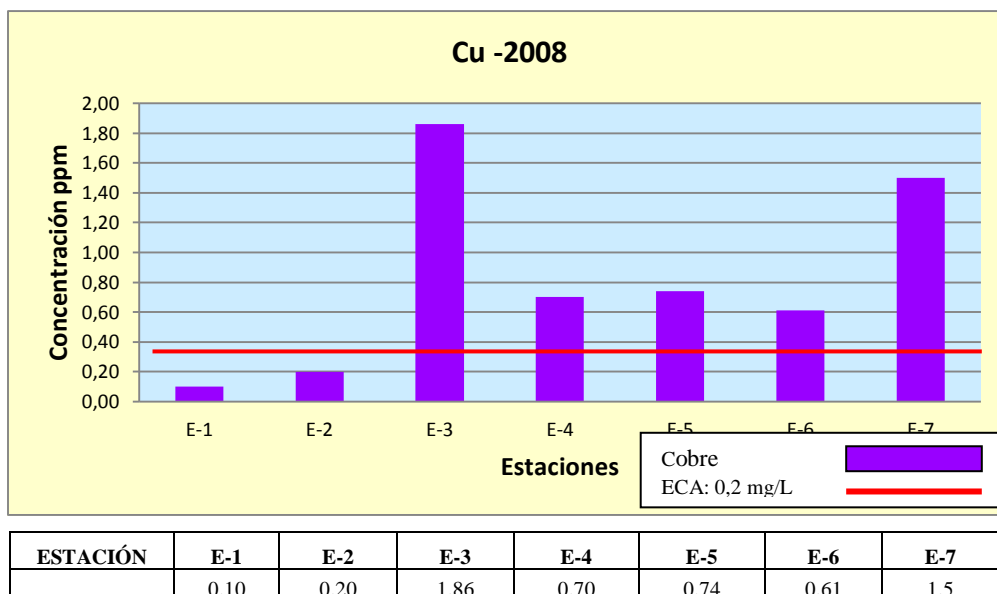


ESTACIÓN	E-5	E-6	E-7	E-8	E-9	E-10	E-11	E-12
	11,267	588,467	1,56E+06	997.778	3'462,222	1'603,333	2,40E+06	8,39E+05

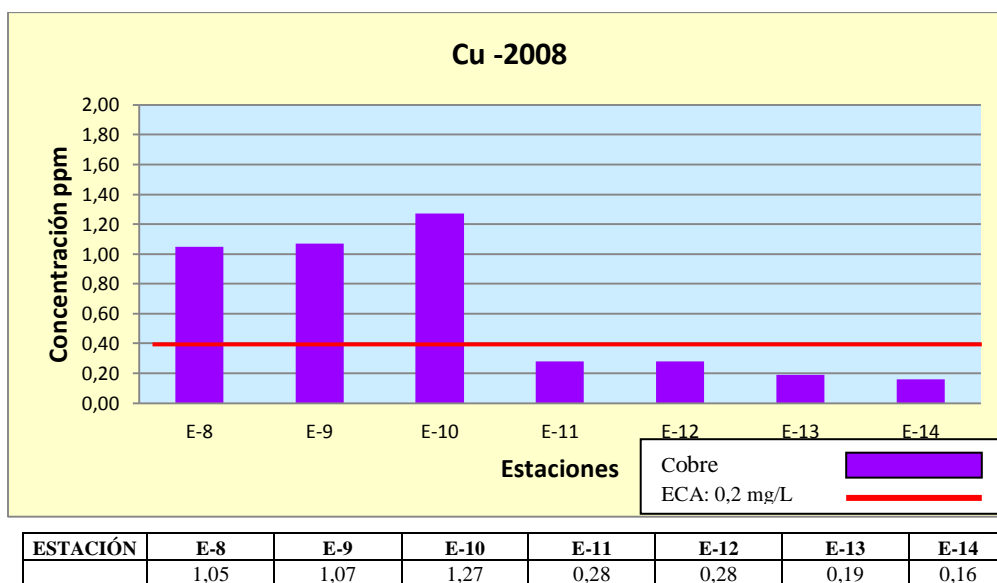
La presencia de coliformes fecales o termotolerantes se aprecia en el gráfico N° 9.6, que sobrepasa el ECA para agua, lo cual se debe en gran parte a la presencia de aguas residuales domésticas.

Lo mismo ocurre con el gráfico N° 9.7 donde se observa que los coliformes totales que sobrepasan el ECA del agua debido a la gran cantidad de desagües domésticos y arrojado de residuos sólidos en el río Chillón.

**Gráfico N° 9.8**  
**Concentración de Cobre en Estaciones, Año-2008**

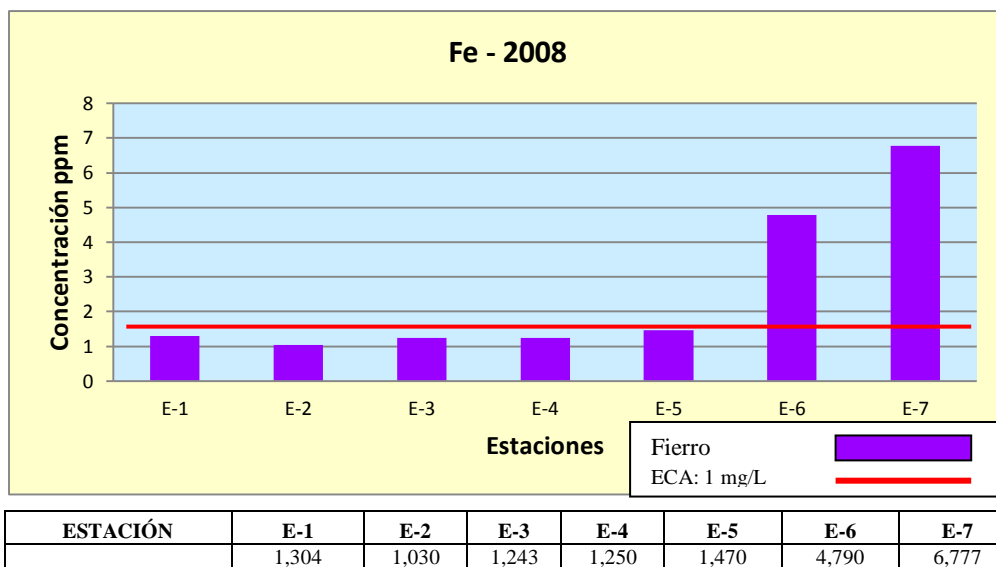


**Gráfico N° 9.9**  
**Concentración de Cobre en Estaciones, Año-2008**

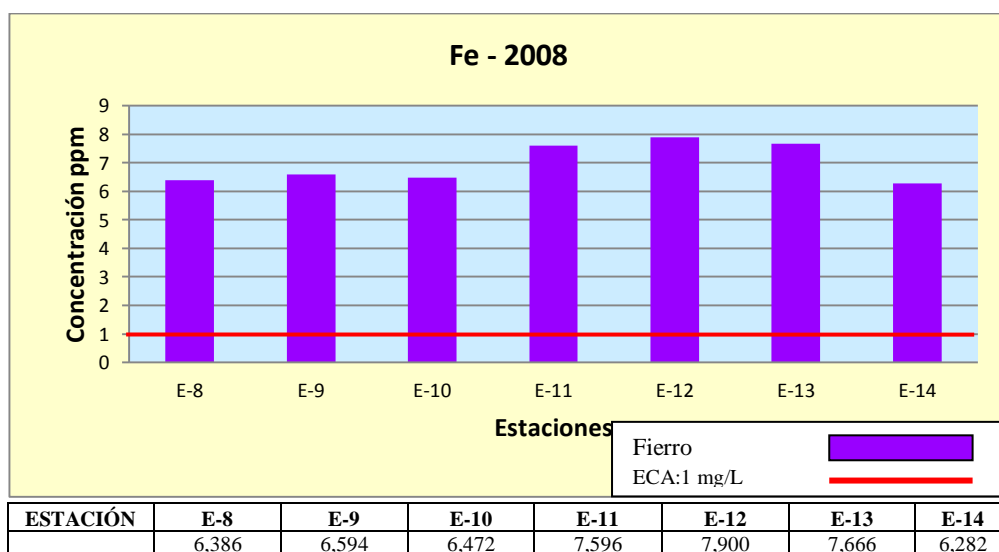


En el gráfico N° 9.8 y 9.9, se aprecia los altos niveles de concentración de cobre en catorce estaciones monitoreadas, encontrándose por encima del ECA para agua, debido a la presencia de fábricas de baterías y plantas de fundición informales que se encuentran ubicadas en su gran mayoría en el distrito de Carabayllo.

**Gráfico N° 9.10**  
**Concentración de Fierro en Estaciones, Año-2008**

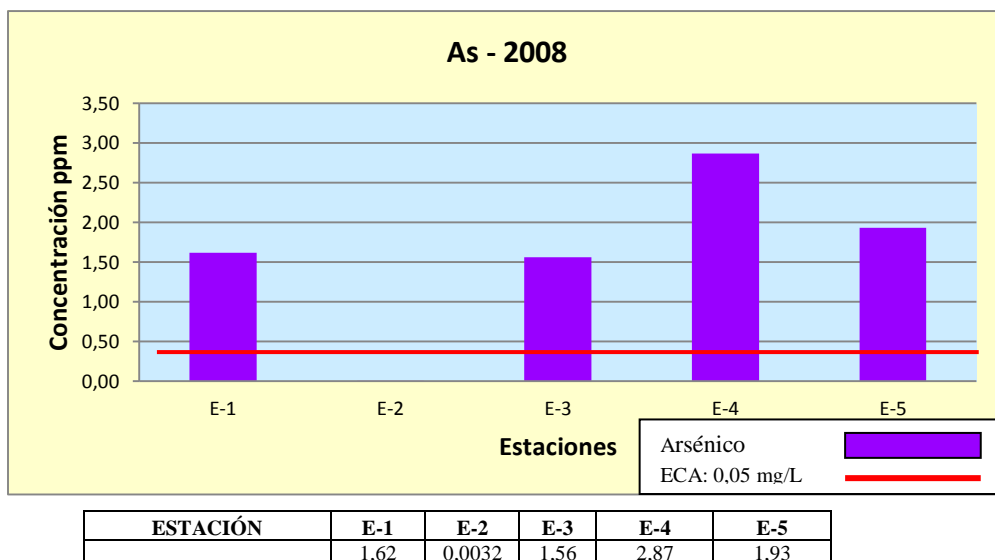


**Gráfico N° 9.11**  
**Concentración de Fierro en Estaciones, Año-2008**

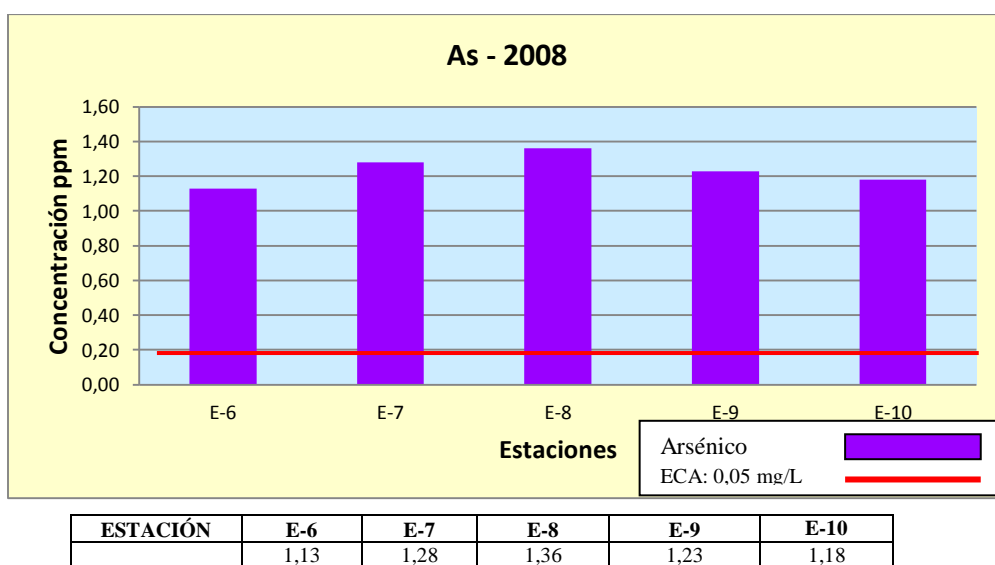


Con respecto a la concentración de fierro, en 14 estaciones monitoreadas se observa que a partir de la estación E-06 hasta la estación E-14, sobrepasan los parámetros establecidos, siendo las fuentes de contaminación, la presencia de las industrias informales, como son las fábricas de baterías, fundiciones, curtiembres, papeles etc.

**Gráfico N° 9.12**  
**Concentración de Arsénico en Estaciones, Año-2008**

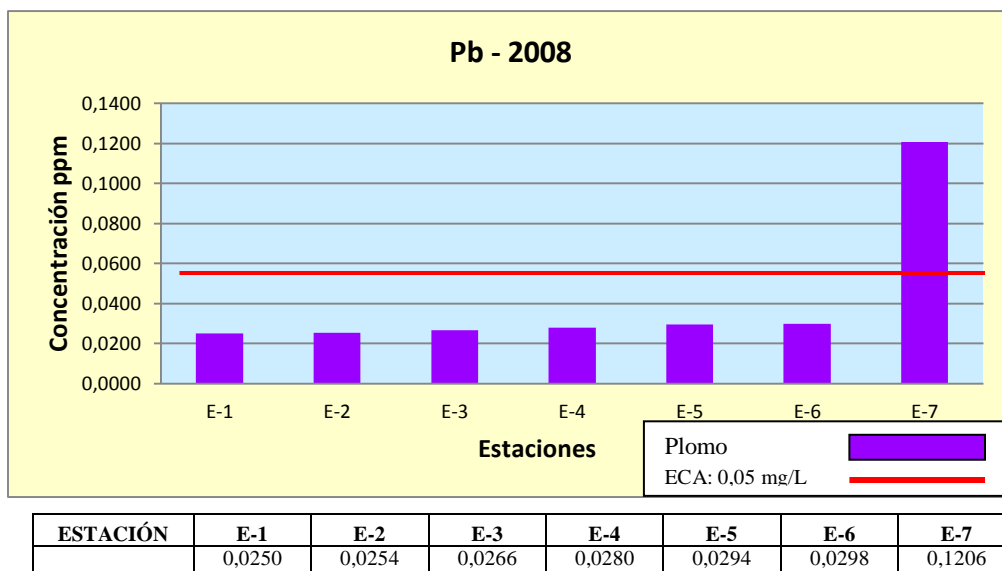


**Gráfico N° 9.13**  
**Concentración de Arsénico en Estaciones, Año-2008**

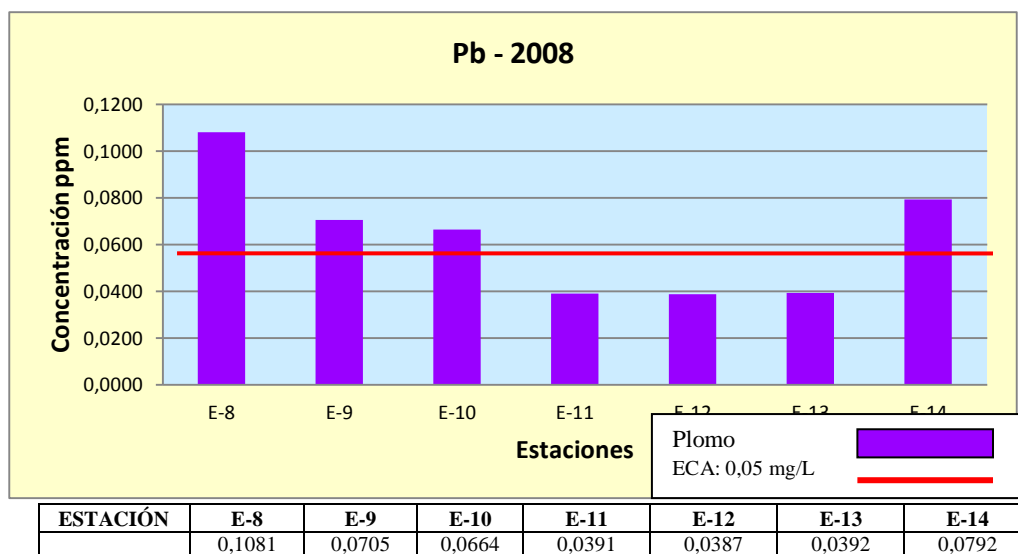


La presencia de arsénico se observa en los gráficos N° 9.12 y 9.13, mostrándonos que existen niveles altos de concentración en todas las estaciones monitoreadas debido a la presencia de efluentes de fábricas clandestinas de baterías, fundición, pinturas, así también se debe su presencia a las actividades agrícolas es decir al uso de insecticidas, herbicidas, usados en agricultura, que se ubican en la cuenca baja del río Chillón

**Gráfico N° 9.14**  
**Concentración de Plomo en Estaciones, Año-2008**

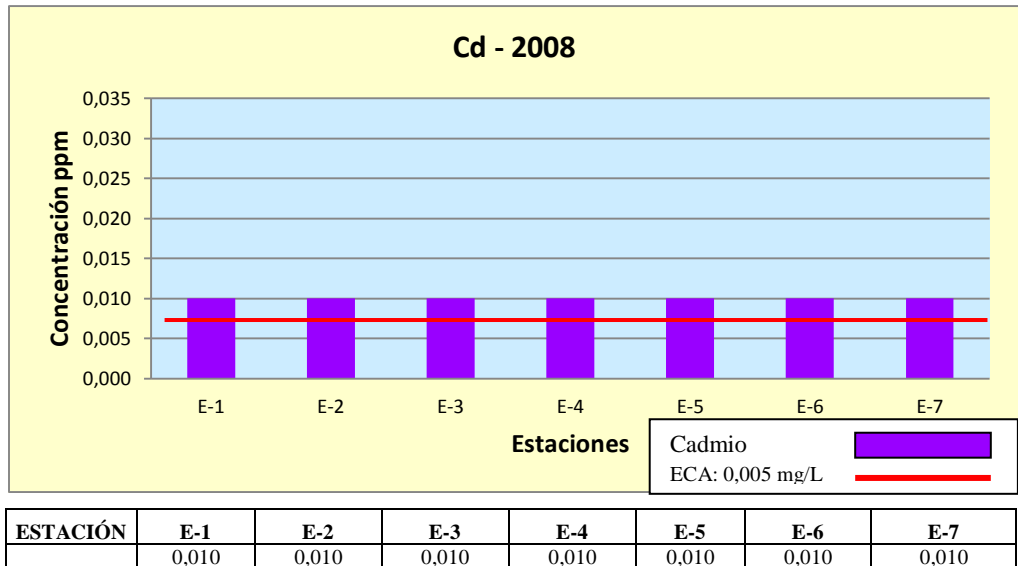


**Gráfico N° 9.15**  
**Concentración de Plomo en Estaciones, Año-2008**

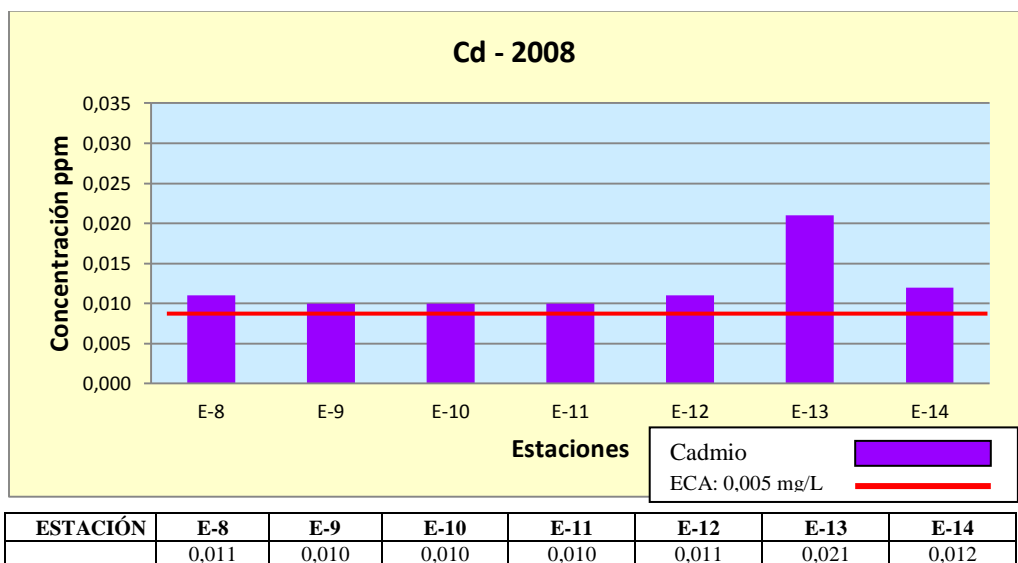


En cuanto al plomo se observa en los gráficos que las estaciones E-07, E-08, E-09, E-10 y E-14, las que sobrepasan el ECA para agua. La dirección General de Salud Ambiental realizó la evaluación de la cuenca baja del río Chillón, como parte de la vigilancia de los recursos hídricos, de los resultados obtenidos se concluye que existen puntos críticos en todas las estaciones evaluadas y recomienda continuar con la vigilancia para estos parámetros como son plomo, arsénico, cobre, cromo, coliformes fecales y coliformes totales.

**Gráfico N° 9.16**  
**Concentración de Cadmio en Estaciones, Año-2008**

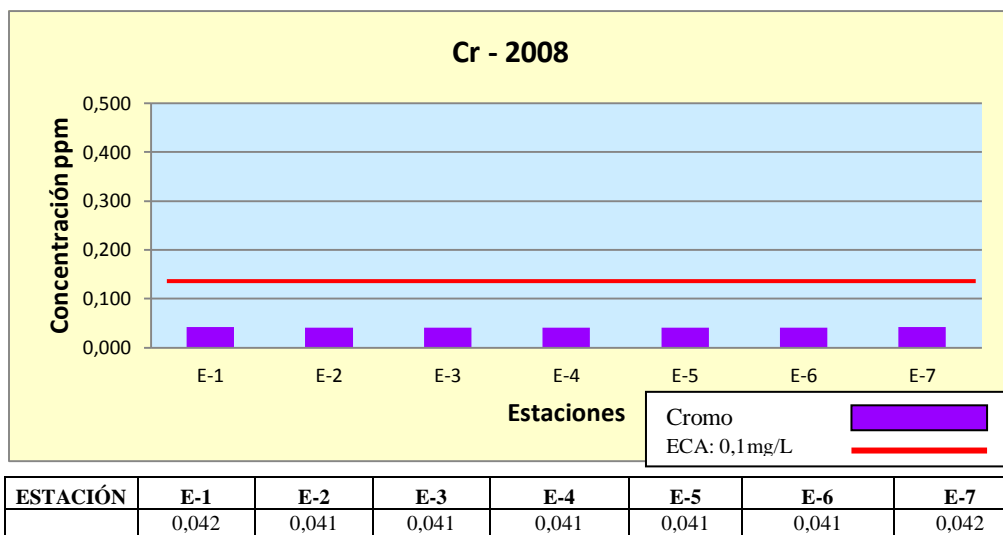


**Gráfico N° 9.17**  
**Concentración de Cadmio en Estaciones, Año-2008**

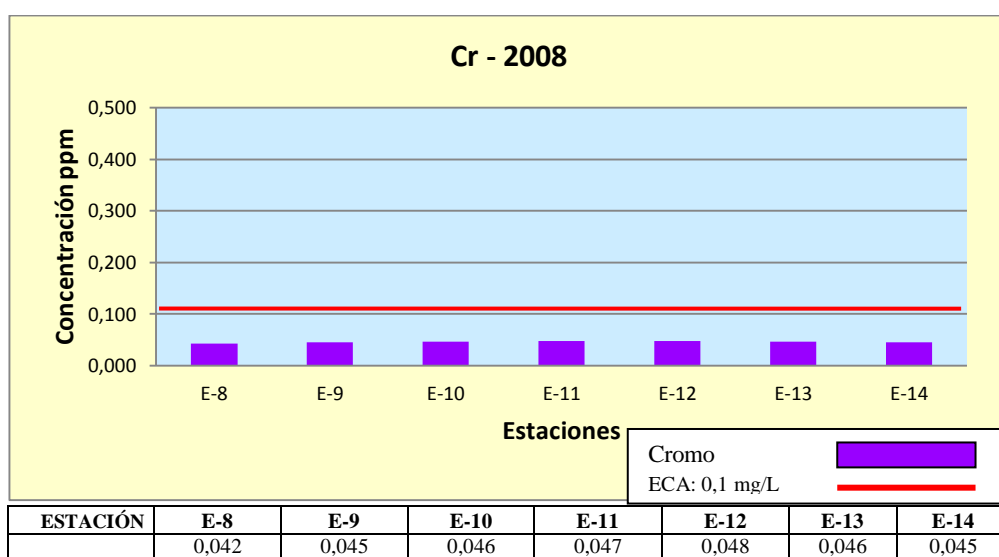


La presencia de cadmio , se observa en todas las estaciones que las concentraciones sobrepasan el ECA para agua, siendo la estación E-13 la que registra la más alta concentración debido a la presencia de la quema de combustibles fósiles, como carbón y petróleo, aunque su presencia se debe al refinado de zinc, plomo o cobre.

**Gráfico N° 9.18**  
**Concentración de Cromo en Estaciones, Año-2008**

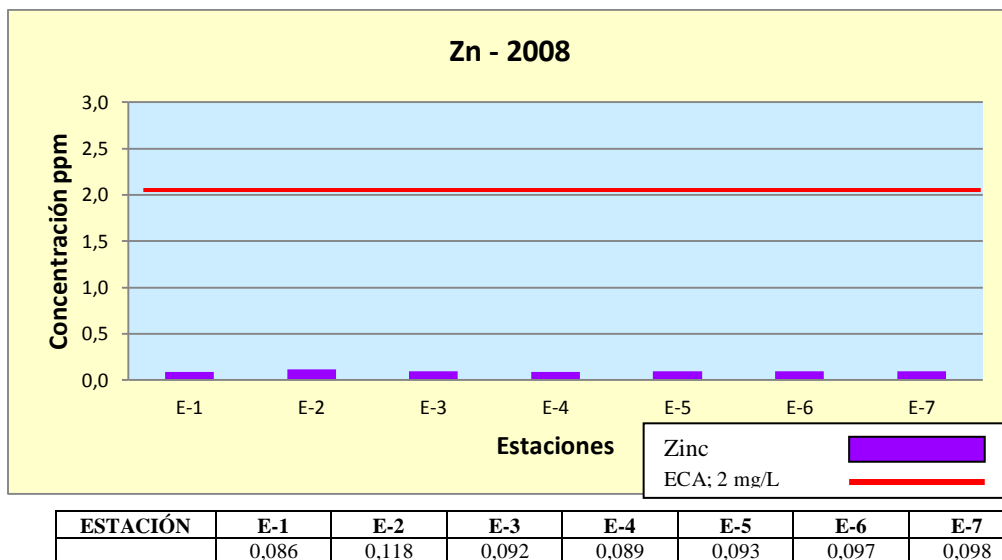


**Gráfico N° 9.19**  
**Concentración de Cromo en Estaciones, Año-2008**

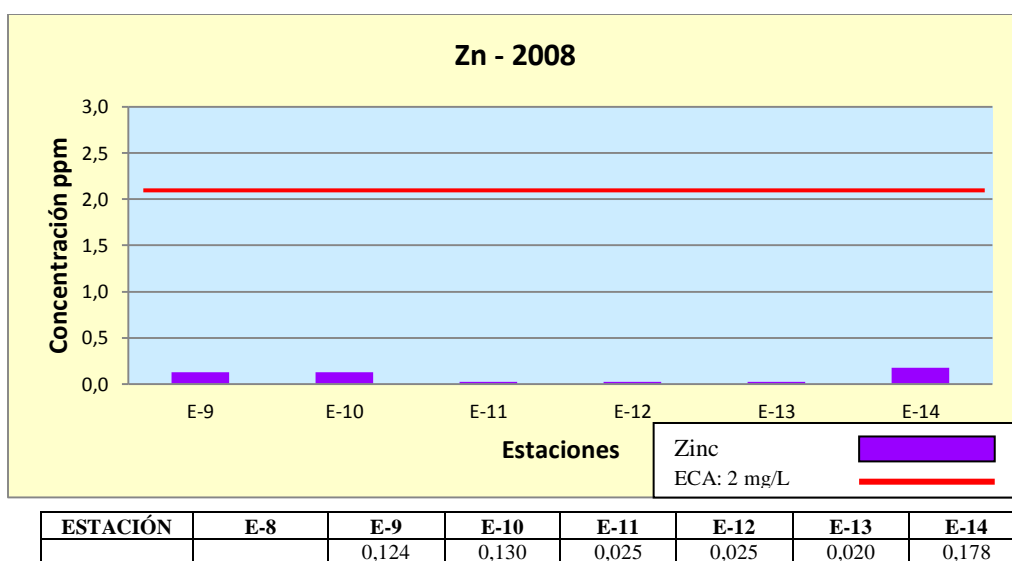


Con respecto a la presencia de cromo se observa que en todas las estaciones monitoreadas su concentración se encuentra por debajo del ECA para agua Categoría 3: “Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto”, siendo necesario realizarse el monitoreo constante debido a la alta toxicidad del cromo debido a las plantas de curtiembre ubicadas en la cuenca baja del río Chillón.

**Gráfico N° 9.20**  
**Concentración de Zinc en Estaciones, Año-2008**



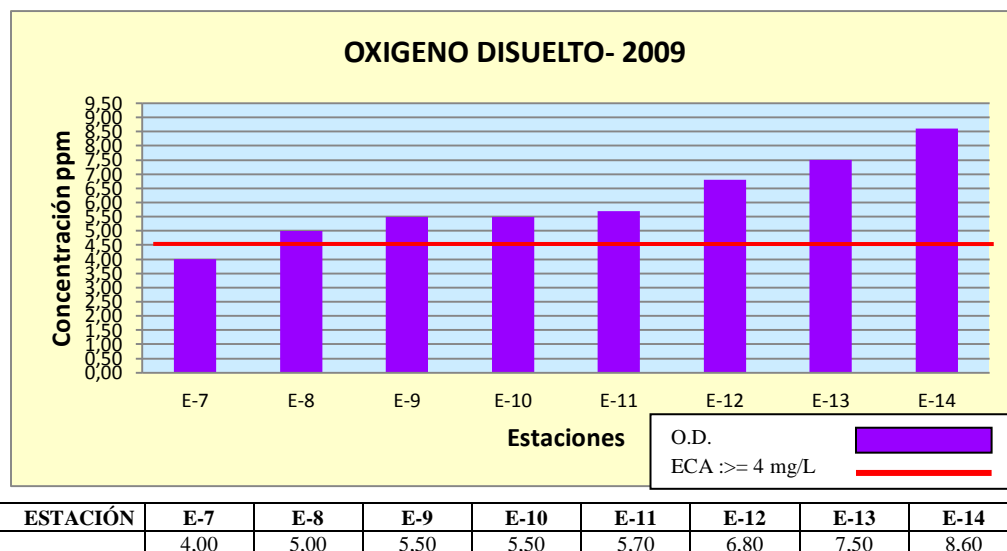
**Gráfico N° 9.21**  
**Concentración de Zinc en Estaciones, Año-2008**



La presencia de Zn se observa en los gráfico que, su concentración en todas las estaciones no sobrepasan según el estándar establecido en el D.S.N° 002-2008-MINAN. La dirección General de Salud Ambiental realizó la evaluación de la cuenca baja del río Chillón, como parte de la vigilancia de los recursos hídricos, de los resultados obtenidos se concluye que existen puntos críticos en todas las estaciones evaluadas y recomienda continuar con la vigilancia para estos parámetros como son plomo, arsénico, cobre, coliformes fecales y coliformes totales.



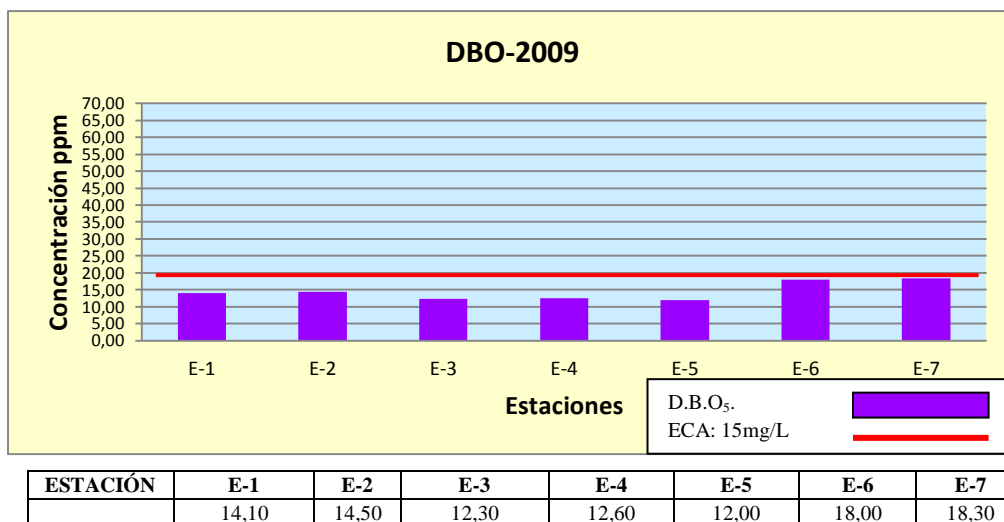
**Gráfico N° 9.22**  
**Concentración de Oxígeno Disuelto en Estaciones, Año-2009**



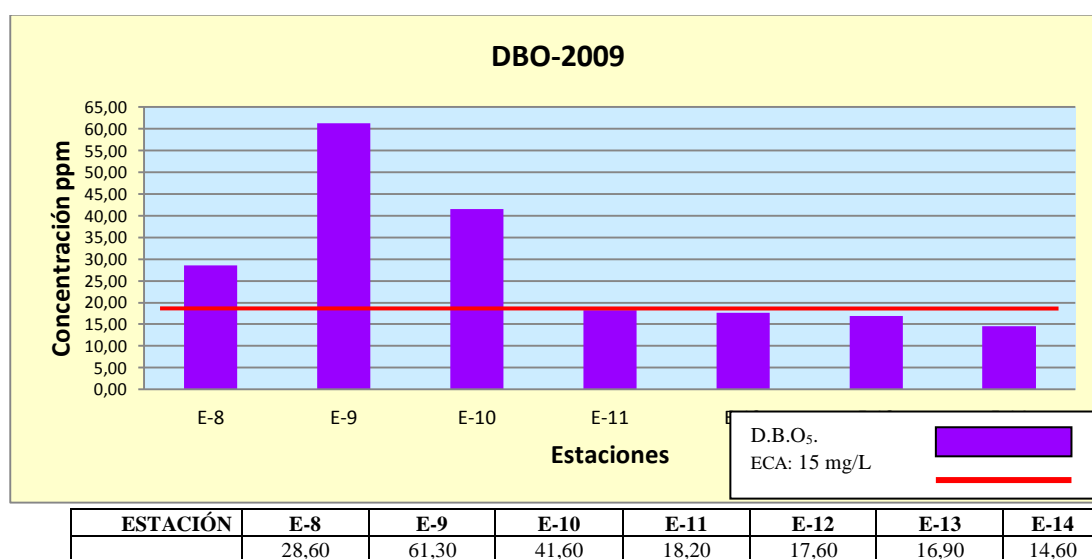
La dirección General de Salud Ambiental realizó la evaluación de la cuenca baja del río Chillón, como parte de la vigilancia de los recursos hídricos, en el año 2009, de lo cual se tiene para el parámetro de oxígeno disuelto, el cual se encuentra disuelto en el agua, proveniente principalmente del oxígeno absorbido de la atmósfera por el movimiento constante del agua como los oleajes, saltos y rápidos, siendo otra fuente de oxígeno disuelto la fotosíntesis del fitoplancton, las algas y las plantas acuáticas (eliminan dióxido de carbono y lo reemplazan con oxígeno). La importancia del oxígeno en el agua es vital para la vida acuática (peces, plantas, bacterias aerobias, entre otras), por ello la falta del mismo es dañina para ella. Asimismo, la falta de oxígeno disuelto es un indicador de contaminación que puede estar en función de plantas acuáticas, materia orgánica oxidable de organismos y de gérmenes aerobios, existencia de grasas, de hidrocarburos, detergentes, etc.

El gráfico nos muestra que de 08 estaciones monitoreadas se observa que todavía persiste elevadas concentraciones de O.D debido a que se sigue depositando gran cantidad de materia orgánica en el río Chillón que sobrepasan el ECA para agua. D.S.N°002-2008-MINAN, Resolución Jefatural N° 002-2010. Autoridad Nacional del Agua (ANA) Anexo 1, Categoría 3: “Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto”

**Gráfico N° 9.23**  
**Concentración de Demanda Bioquímica en Estaciones, Año-2009**

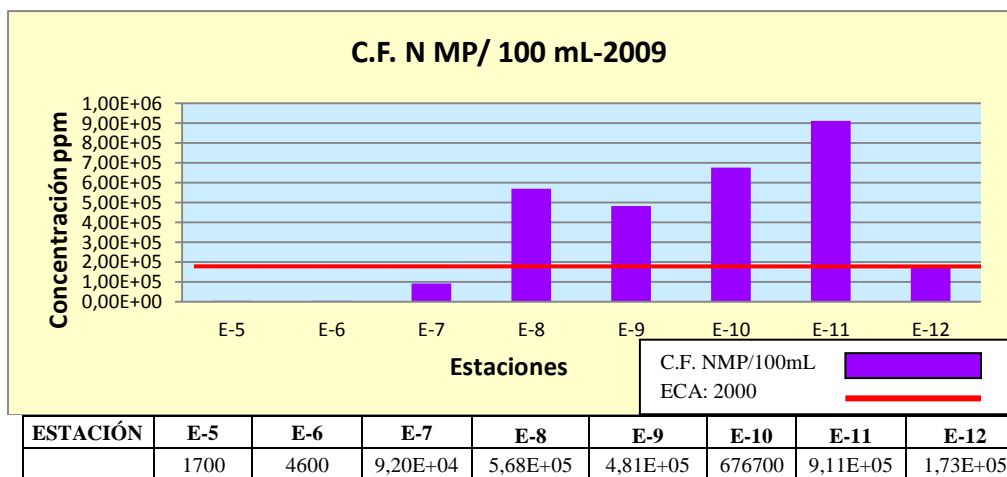


**Gráfico N° 9.24**  
**Concentración de Demanda Bioquímica en Estaciones, Año-2009**

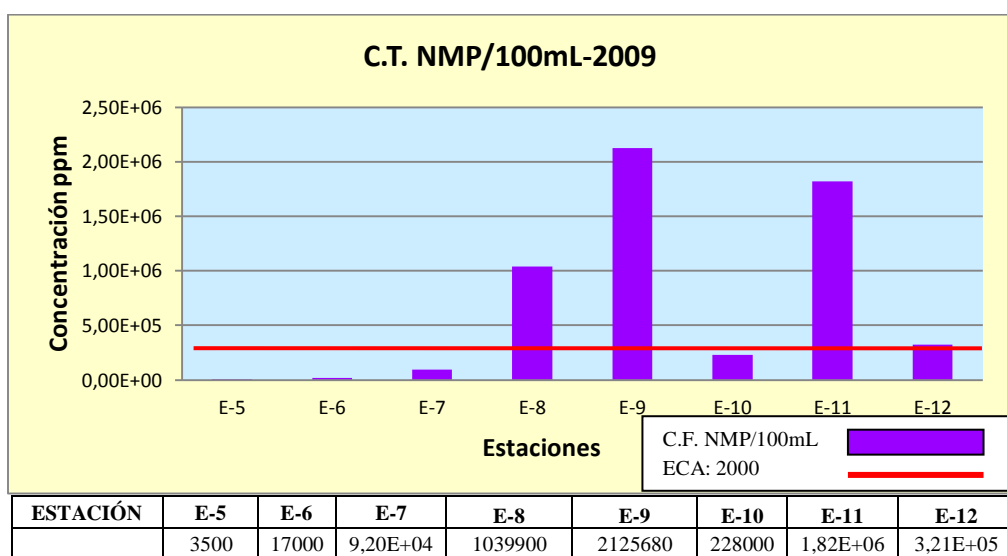


Las concentraciones de la DBO<sub>5</sub>, se observa en los gráficos mostrados, que presenta altas concentraciones sobre todo en las estaciones E.-08, E-09, E-10, lo cual nos indica la alta contaminación orgánica, la demanda bioquímica, mide la cantidad de oxígeno consumido por microorganismos en la degradación de la materia orgánica, todo ello nos lleva a observar el consumo de esta agua representa riesgos para la salud.

**Gráfico N° 9.25**  
**Concentración de Coliformes Fecales en Estaciones, Año-2009**

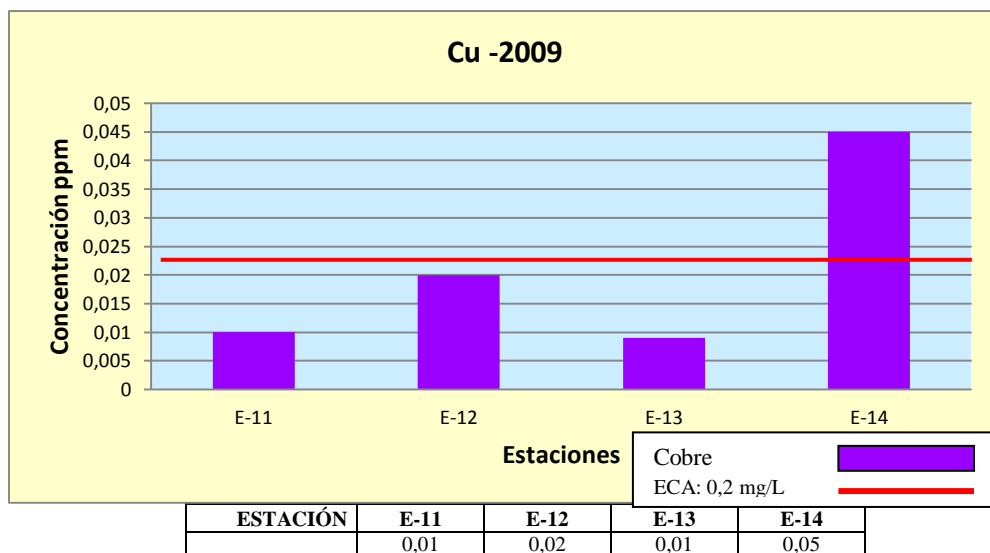


**Gráfico N° 9.26**  
**Concentración de Coliformes Totales en Estaciones, Año-2009**



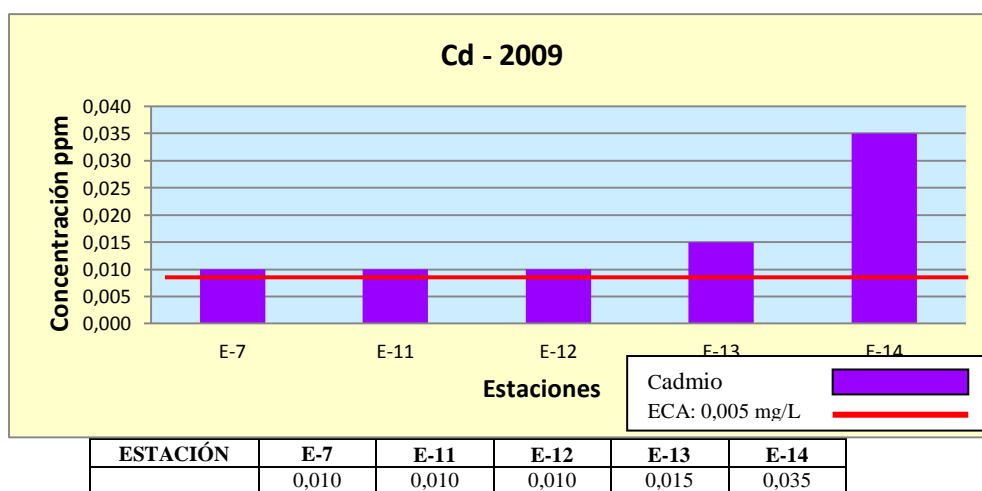
Con respecto a los coliformes fecales o termotolerantes, se observa en el gráfico N° 9.25, que presenta altas concentraciones sobrepasando el ECA para agua, ello se debe a la presencia de aguas orgánicamente enriquecidas con efluentes industriales, materias vegetales y suelos en descomposición este tipo de coliformes fecales comprenden a los géneros de *Escherichia* y en menor grado *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*, se sabe que este grupo de organismos fermentan la lactosa entre los 44 a 45°C, se miden como el número de muestras más probables por 100 mililitros (NMP/100ml). Ocurriendo lo mismo con los coliformes totales que sobrepasan el ECA para agua en el gráfico N° 9.26

**Gráfico N° 9.27**  
**Concentración de Cobre en Estaciones, Año-2009**



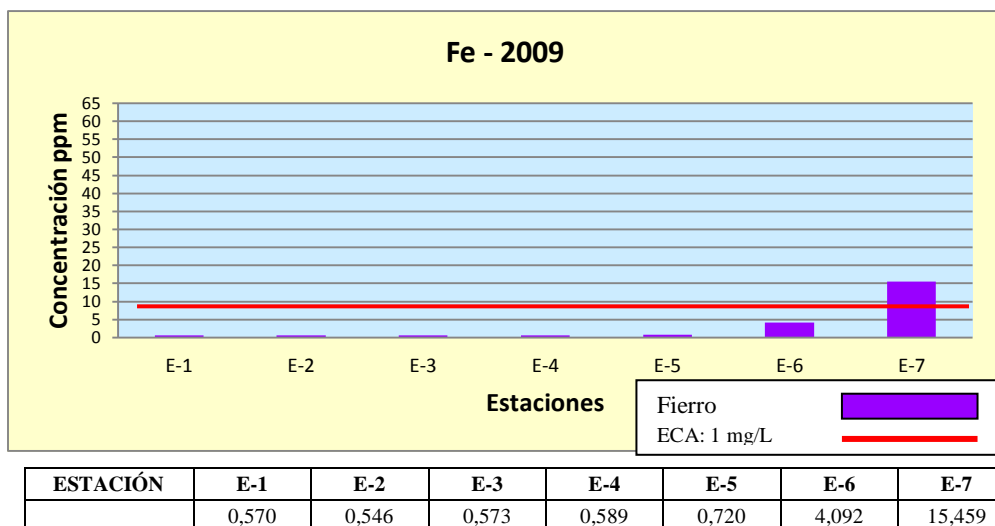
La concentración de cobre, se aprecia en el gráfico N° 9.27, que sobrepasa el ECA para agua en la estación E-14, debido a la presencia de las industrias informales que se ubican en las riberas del río Chillón, como son las plantas de fundición y fabricas de baterías, o también pueden deberse su presencia a aditivos empleados para controlar el crecimiento de algas.

**Gráfico N° 9.28**  
**Concentración de Cadmio en Estaciones, Año-2009**



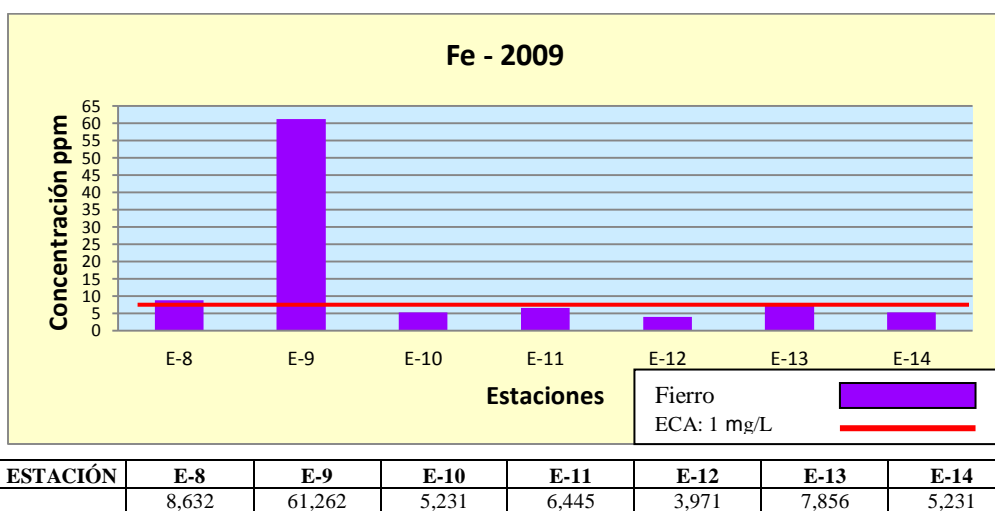
La presencia de cadmio se observa en el gráfico N° 9.28, que sobrepasa el ECA para agua debido a las plantas de fundición que se encuentran en la ribera del río.

**Gráfico N° 9.29**  
**Concentración de Fierro en Estaciones, Año-2009**



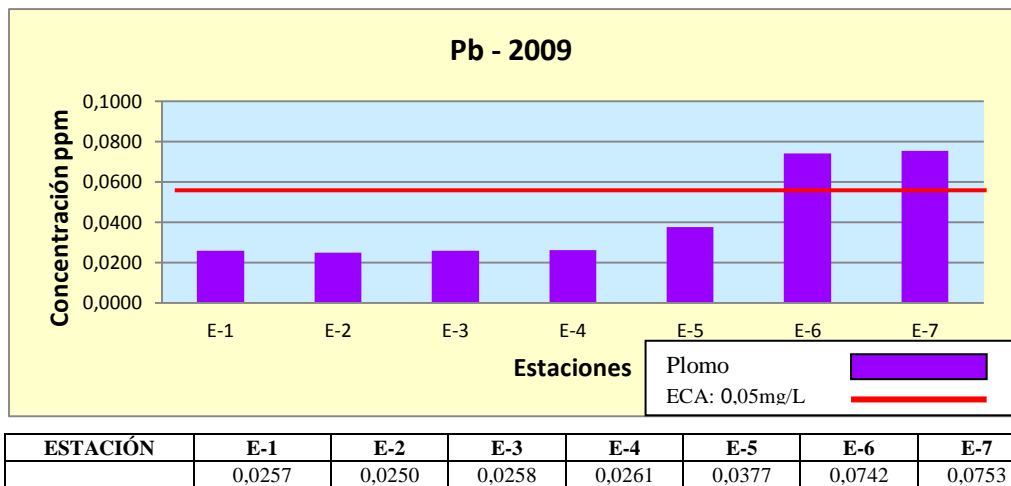
La concentración de fierro se observa en la E-07, es alta debido a la presencia de las plantas de fundiciones clandestinas, ubicadas en la ribera del río.

**Gráfico N° 9.30**  
**Concentración de Fierro en Estaciones, Año-2009**

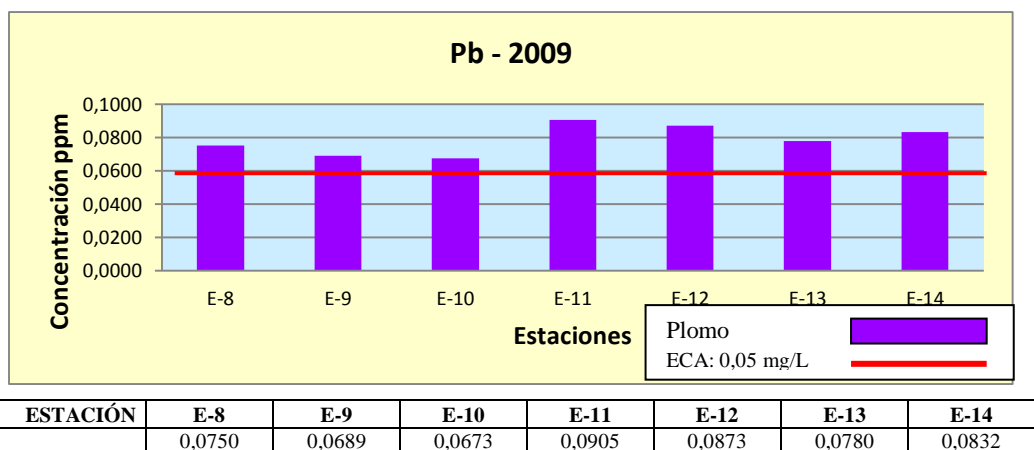


Para el parámetro de fierro se tomo en cuenta 09 estaciones del gráfico N° 9.30, se observa que la E-09, es la que presenta mayor concentración de fierro sobrepasando el estándar establecido en el D.S.N° 002-2008-MINAM.

**Gráfico N° 9.31**  
**Concentración de Plomo en Estaciones, Año-2009**

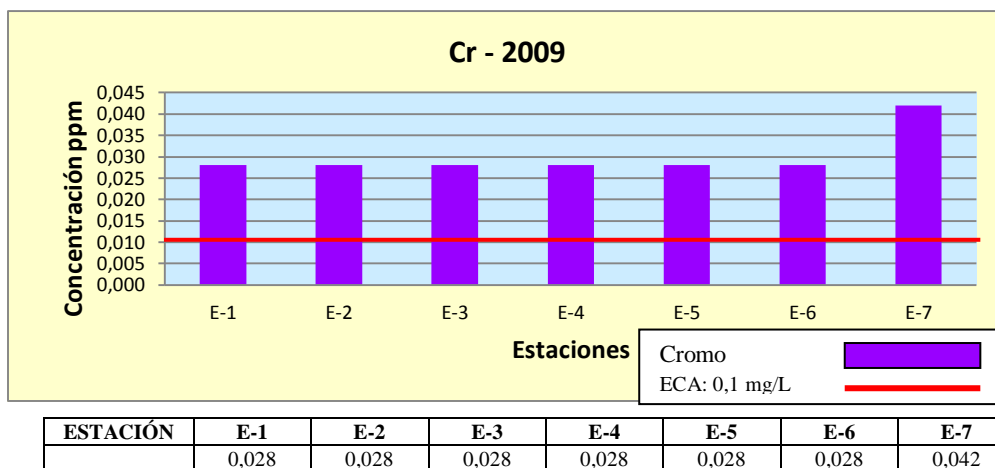


**Gráfico N° 9.32**  
**Concentración de Plomo en Estaciones, Año-2009**

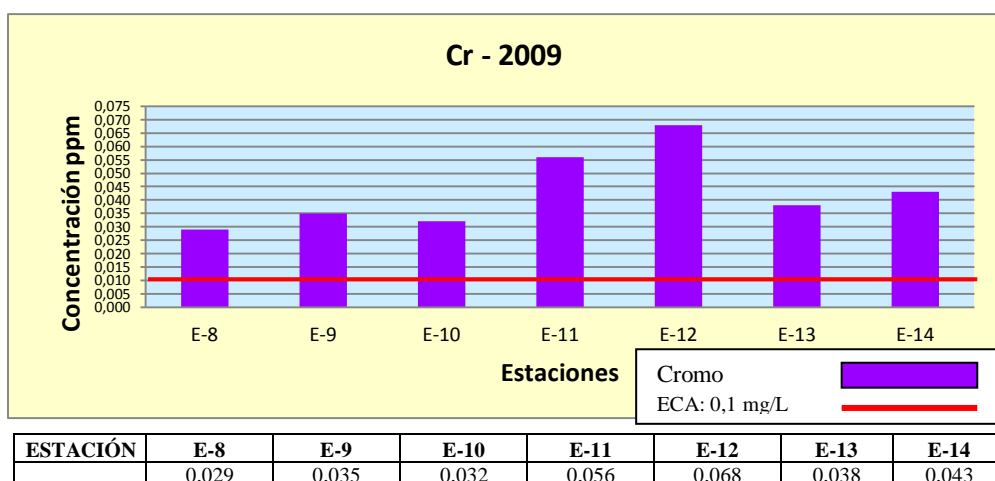


De acuerdo a los gráficos mostrados, se observa que a partir de la estación E-08, hasta la estación E-14, las concentraciones de plomo se encuentran por encima del estándar establecido en el D.S.N° 002-2008-MINAM, debido principalmente a la industrial informal de fabricas de baterías y fundiciones, ubicadas en la cuenca baja del río Chillón.

**Gráfico N° 9.33**  
**Concentración de Cromo en Estaciones, Año-2009**

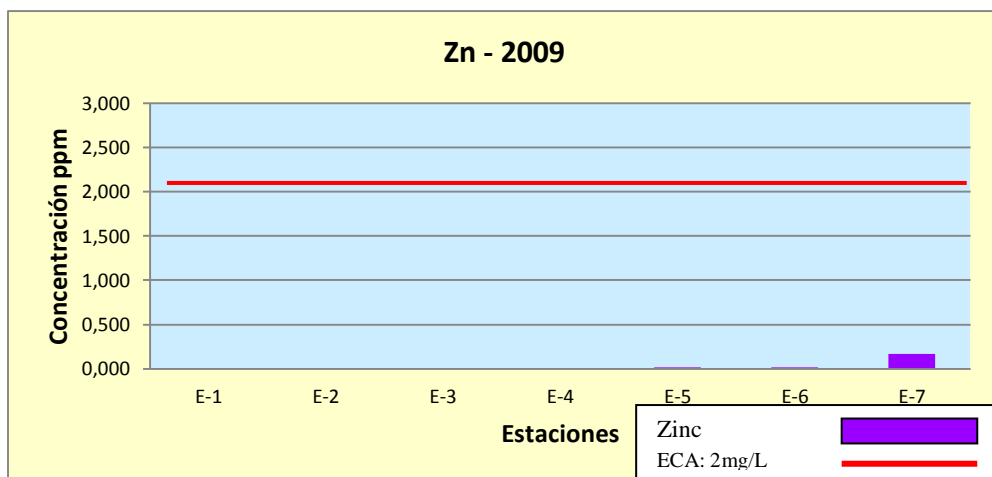


**Gráfico N° 9.34**  
**Concentración de Cromo en Estaciones, Año-2009**



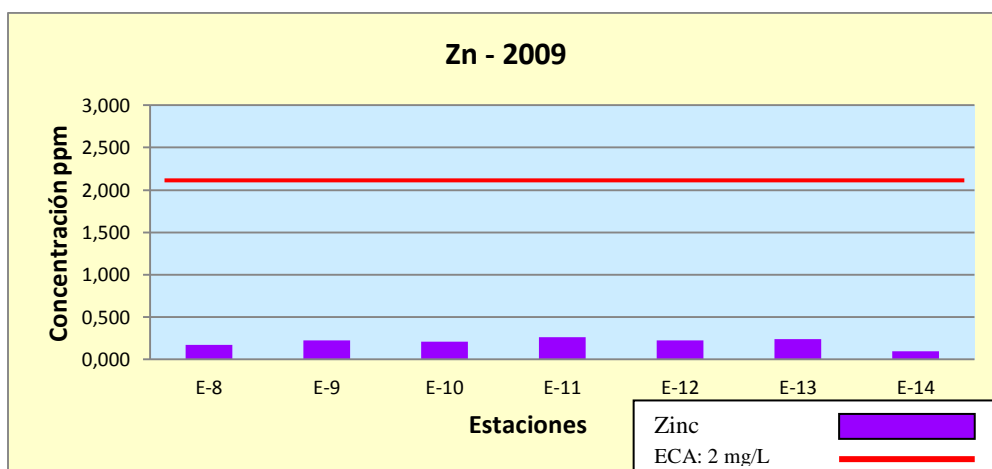
Las concentraciones de cromo monitoreadas en el año 2009 fueron de alerta a los organismos competentes sobre todo a La Autoridad Nacional del Agua ANA, Resolución Jefatural N° 002-2010-ANA, Anexo 1, Categoría 3, debido a que sobrepasan los estándares establecido en el D.S.N° 002-2008-MINAM, como se pueden apreciar en los gráficos respectivos, debido a las industrias informales de curtiembre y papeleras que se ubican en la cuenca baja del río Chillón.

**Gráfico N° 9.35**  
**Concentración de Zinc en Estaciones, Año-2009**



ESTACIÓN	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7
	0,011	0,011	0,011	0,011	0,013	0,013	0,165

**Gráfico N° 9.36**  
**Concentración de Zinc en Estaciones, Año-2009**

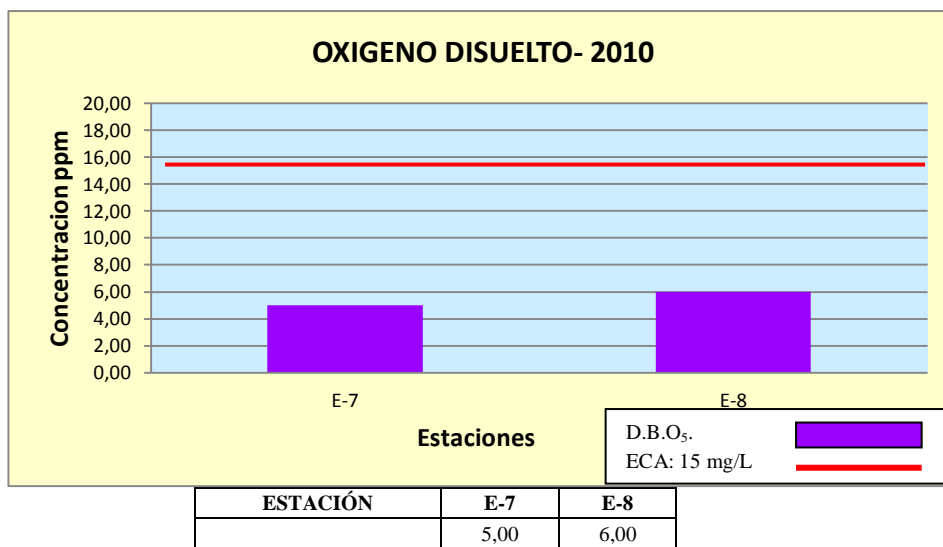


ESTACIÓN	E-8	E-9	E-10	E-11	E-12	E-13	E-14
	0,170	0,226	0,210	0,265	0,223	0,241	0,094

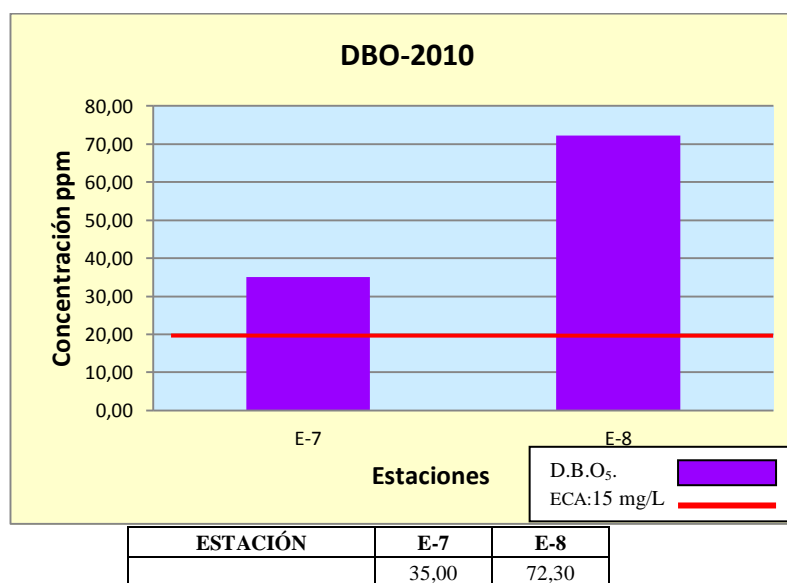
Para el parámetro de Zn, se observa en los gráficos N° 9.35 y 9.36, que en todas las estaciones monitoreadas, las concentraciones se encuentran por debajo del ECA para agua.



**Gráfico N° 9.37**  
**Concentración de Oxígeno Disuelto en Estaciones, Año-2010**



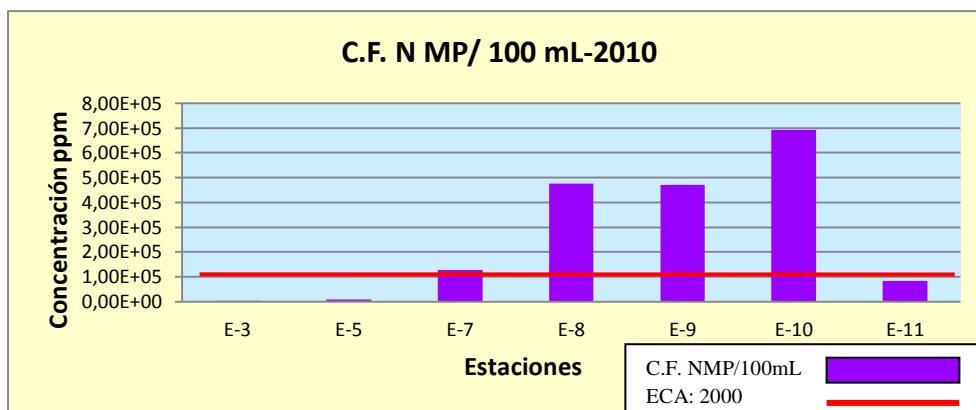
**Gráfico N° 9.38**  
**Concentración de Demanda Bioquímica en Estaciones, Año-2010**



La concentración de oxígeno disuelto registrado en las dos estaciones fue de 5 y 6 mg/L, encontrándose por debajo del estándar de agua, categoría 3. Como se aprecia en el gráfico N° 9.37.

En cuanto a la concentración de la demanda bioquímica de oxígeno, se observa en el gráfico N° 9.38, que sobrepasa el ECA para agua en las dos estaciones monitoreadas.

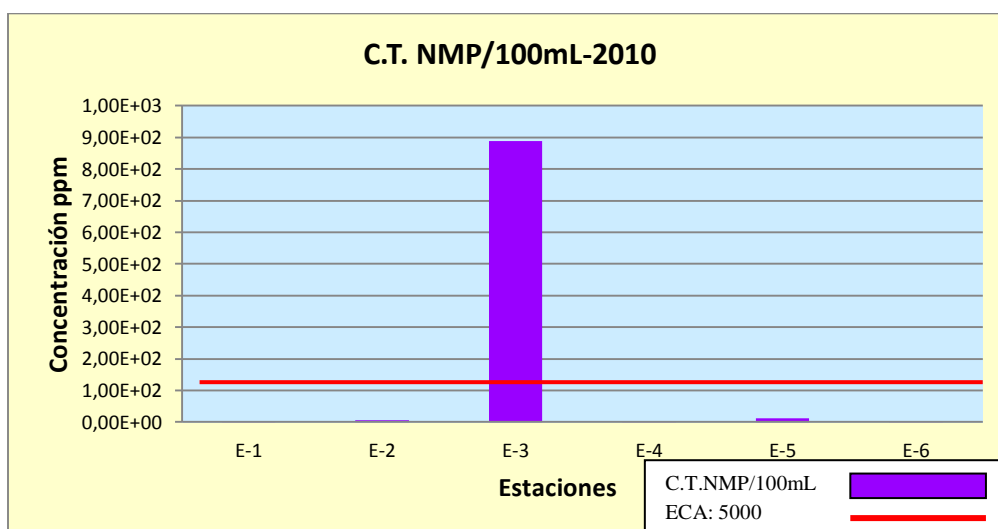
**Gráfico N° 9.39**  
**Concentración de Coliformes Fecales en Estaciones, Año-2010**



ESTACIÓN	E-3	E-5	E-7	E-8	E-9	E-10	E-11
	2300,00	8250,00	126750,00	475250,00	471250,00	693250,00	82963,00

La concentración de coliformes fecales, se observa en el gráfico N° 9.39, supera los estándares del ECA para agua, categoría 3. Esto es muy factible que se deba a la presencia de poblaciones urbanas que se ubican aguas arriba de los puntos de monitoreo, que descargan sus efluentes domésticos en el río.

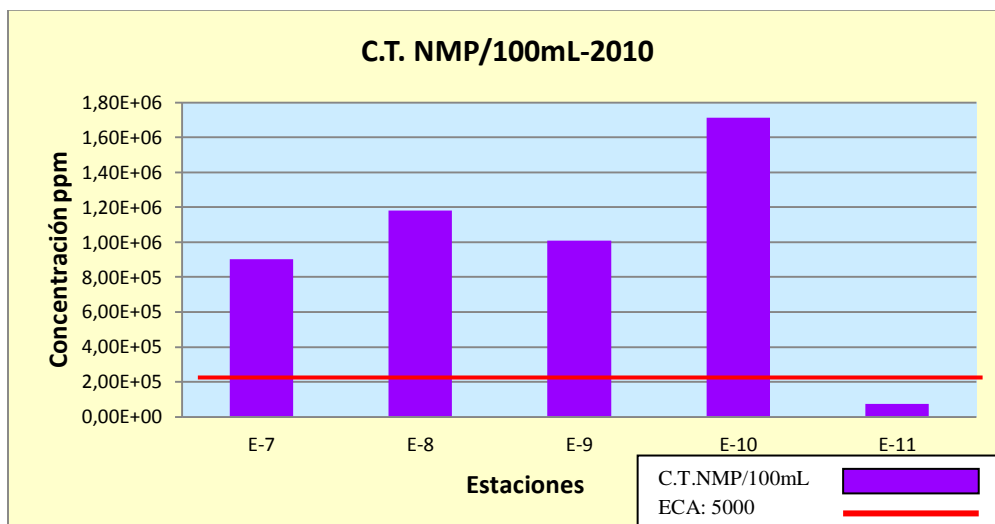
**Gráfico N° 9.40**  
**Concentración de Coliformes Totales en Estaciones, Año-2010**



ESTACIÓN	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7
	1,608	6,038	888	2,033	11,267	1,555	902.375

La presencia de coliformes totales, se observase en el gráfico N° 9.40, se encuentran por encima del ECA para agua, sólo se tomo en cuenta la E-03.

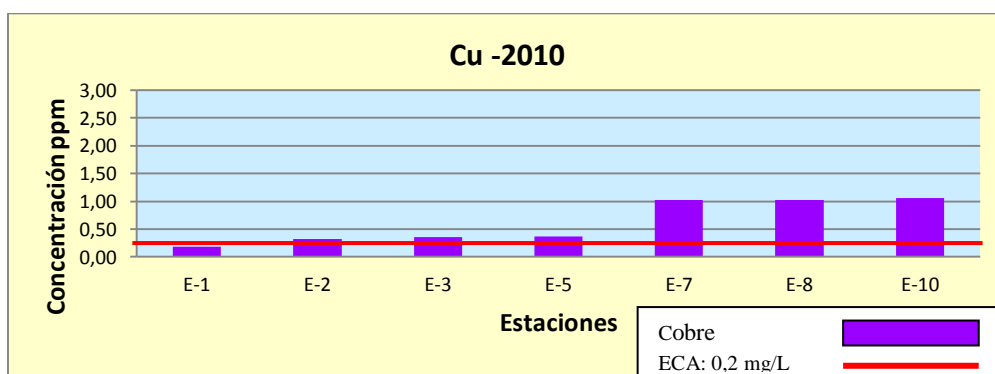
**Gráfico N° 9.41**  
**Concentración de Coliformes Totales en Estaciones, Año-2010**



ESTACIÓN	E-7	E-8	E-9	E-10	E-11
	1181,125	1007,500	1711,750	72288	53462

La presencia de coliformes totales, se observase en el gráfico N° 9.41, se encuentran por encima del ECA para agua. Debido a la presencia de gran cantidad de aguas residuales de las poblaciones aledañas al río que son depositadas en la cuenca baja del río Chillón.

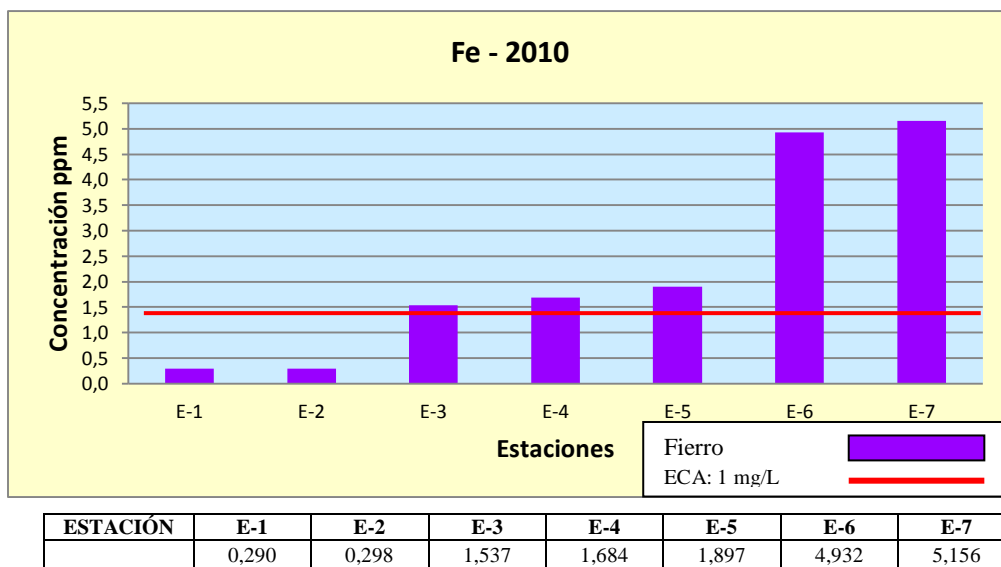
**Gráfico N° 9.42**  
**Concentración de Cobre en Estaciones, Año-2010**



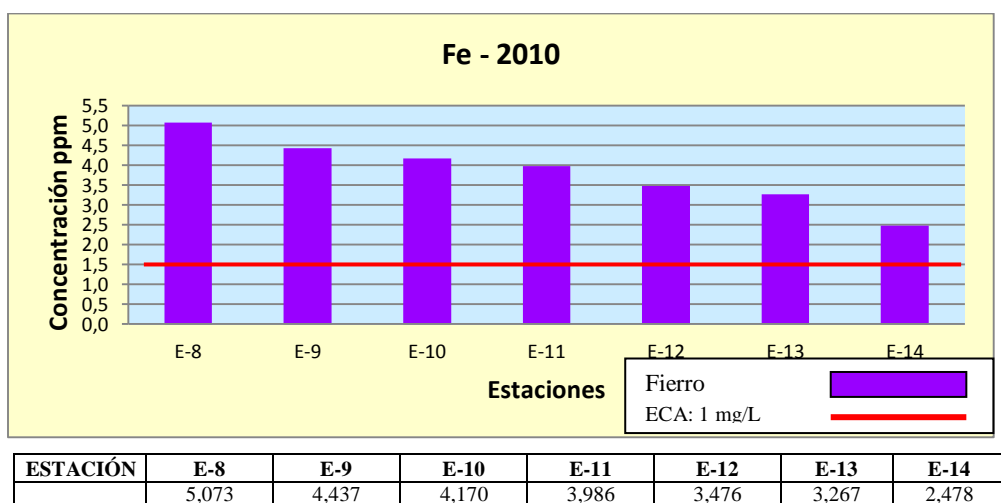
ESTACIÓN	E-1	E-2	E-3	E-5	E-7	E-8	E-10
	0,18	0,32	0,35	0,37	1,019	1,019	1,053

En el gráfico N° 9.42, la concentración de cobre se aprecia que en tres estaciones monitoreadas es alta sobrepasando el ECA para agua.

**Gráfico N° 9.43**  
**Concentración de Fierro en Estaciones, Año-2010**



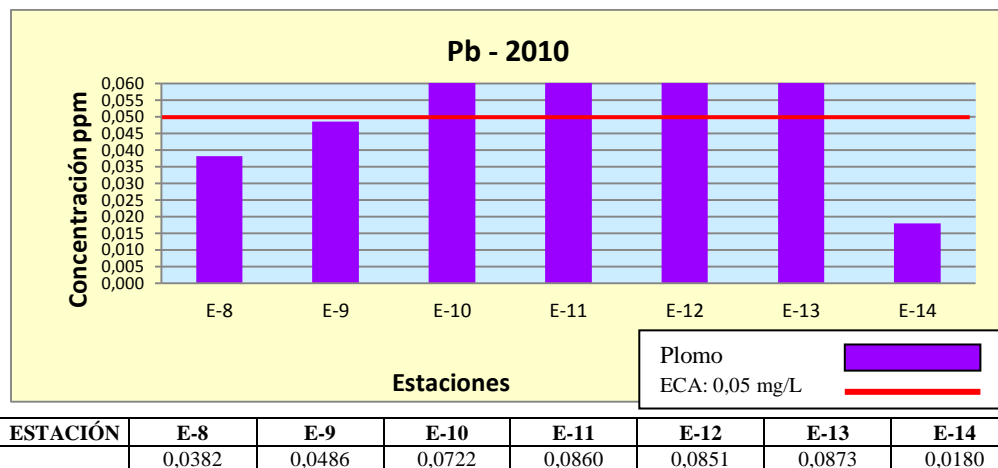
**Gráfico N° 9.44**  
**Concentración de Fierro en Estaciones, Año-2010**



La presencia de fierro, su concentración en 07 estaciones monitoreadas, sigue siendo alta, como se puede apreciar en los gráficos mostrados, se encuentran por encima de los estándares de agua, categoría 3, las fuentes posibles de fierro son las fabricas de baterías, y fundiciones así como también se pudo observar que él poblador de dicha cuenca, quema desmontes de construcción y residuos sólidos, como radiadores, cables y materiales tóxicos. Los cuales contaminan el agua, sobrepasando el estándar del D.S.N° 002.2008.

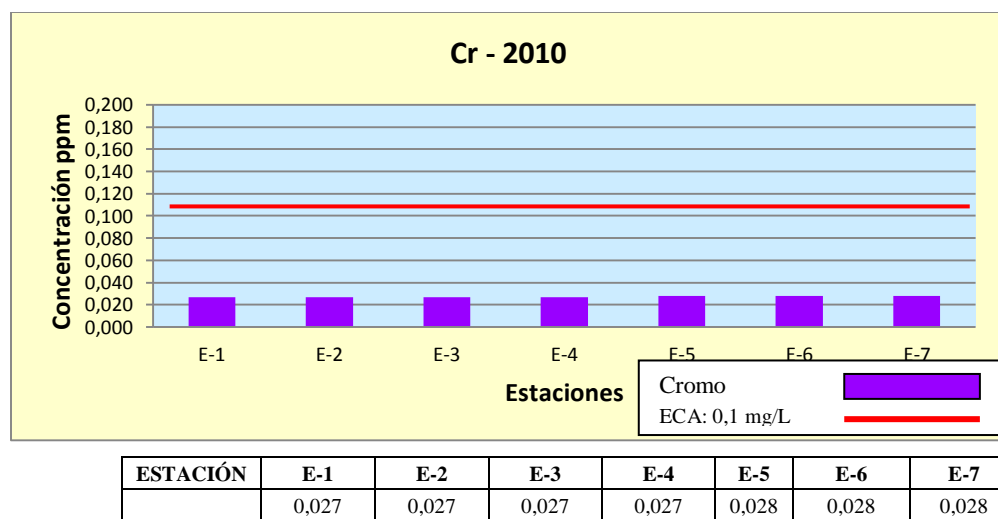


**Gráfico N° 9.47**  
**Concentración de Plomo en Estaciones, Año-2010**



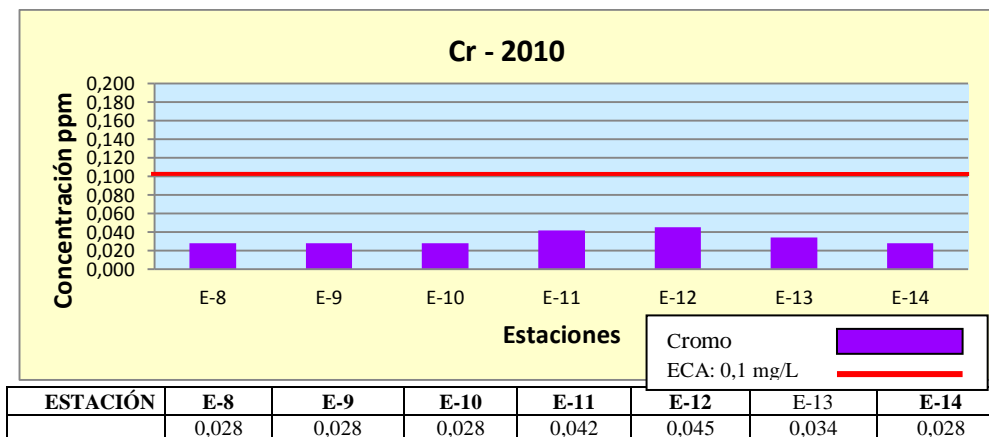
En el gráfico N° 9.47, se observa que la concentración de plomo solo se mantiene por encima del ECA para agua en las Estaciones E-10 hasta la E-13. Esto se debe a la supervisión y fiscalización de la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

**Gráfico N° 9.48**  
**Concentración de Cromo en Estaciones, Año-2010**



Con respecto a las concentraciones de cromo se observa en el gráfico respectivo, que cumple con el estándar de calidad del agua, categoría 3, la concentración es inferior a la concentración establecida en el D.S.N° 002-2008 MINAM, ello se debería a la fiscalización de la ANA (Autoridad Nacional del Agua).

**Gráfico N° 9.49**  
**Concentración de Cromo en Estaciones, Año-2010**



Las concentraciones de cromo durante el año 2010, se aprecia en el cuadro N° 9.49 que ha disminuido notoriamente, cumpliendo con el estándar de calidad del agua, categoría 3, es decir en estos puntos de monitoreo la concentración de cromo es inferior a la concentración establecida en el D.S.N° 002-2008 MINAM, a pesar que se sabe que existen efluentes de curtiembres que se encuentran en la ribera del río Chillón, nos llama la atención estos resultados, se recomienda la supervisión de la ANA, debido a que este parámetro es altamente contaminante para la salud y el medio ambiente.

**Gráfico N° 9.50**  
**Concentración de Zinc en Estaciones, Año-2010**

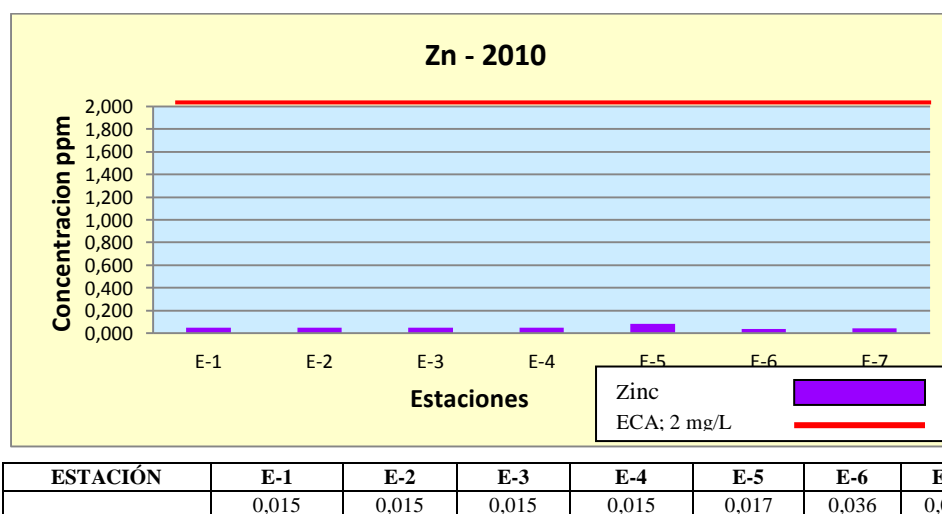
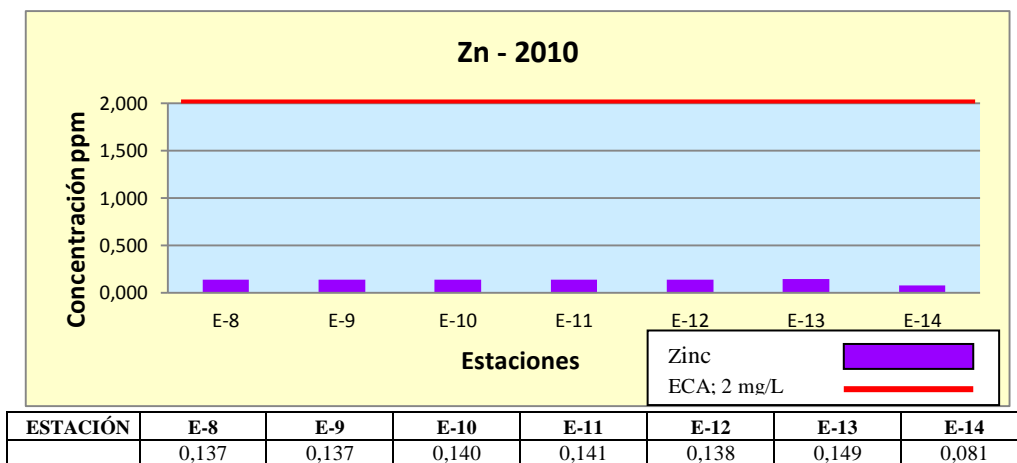


Gráfico N° 9.51

## Concentración de Zinc en Estaciones, Año-2010



La presencia de Zn como se puede apreciar en los gráficos. Se encuentran por debajo del ECA para agua, Categoría 3.

Durante el trabajo de campo realizado en el Año 2010, se monitorearon 14 estaciones en la cuenca baja del río Chillón, los análisis químicos respectivos se realizaron en el laboratorio de Digesa podemos observar que los valores de concentración de metales como cobre, cromo, zinc se encuentran por debajo del estándar del agua D.S.N 002-2008-MINAM. Pero no ocurre lo mismo con los otros metales como plomo, arsénico, hierro, cadmio que no cumplen con el ECA para el agua. La contaminación de estos metales es preocupante, por ello se plantea que se debería incluir dentro de la tabla de parámetros el análisis de metales de lodos en el lecho del río Chillón.

Se observó que esta zona está fuertemente impactada pero la contaminación es focal y no se disemina, el agua del río fluye continuamente y aguas abajo de la estación E-03 ya que recibe el impacto de los botaderos de residuos peligrosos de curtiembres y plantas de fundición por ello se seleccionó también la estación E-05.

La descarga del canal de regadío La Cachaza vierte una alta carga microbiológica al río Chillón. Existe la descarga de la planta papelera Yesicar en Puente Piedra, para lo cual se ha monitoreado la Estación E-06 y E-07 de la cuenca baja del río Chillón.



Los afloramientos de aguas subterráneas que existen en todo el trayecto del río también están expuestos a la contaminación. Se observa que existe alta concentración de metales tóxicos como plomo, arsénico, cadmio, fierro acumulados en el lecho del río, debido a la sedimentación de partículas que son arrastradas por la turbulencia y por los mecanismos de remoción y sedimentación. Para todas estas estaciones de monitoreo se tomó en cuenta el ECA del Agua Cat-Subc: 1-A2 y 3 del año 2010, que se muestran en los cuadros anteriores, como D.S.N° 002-2008-MINAM

## 9.2. UBICACIÓN DE ZONAS CRÍTICAS DONDE SE REALIZÓ LA TOMA DE MUESTRAS DE AGUAS Y LODOS

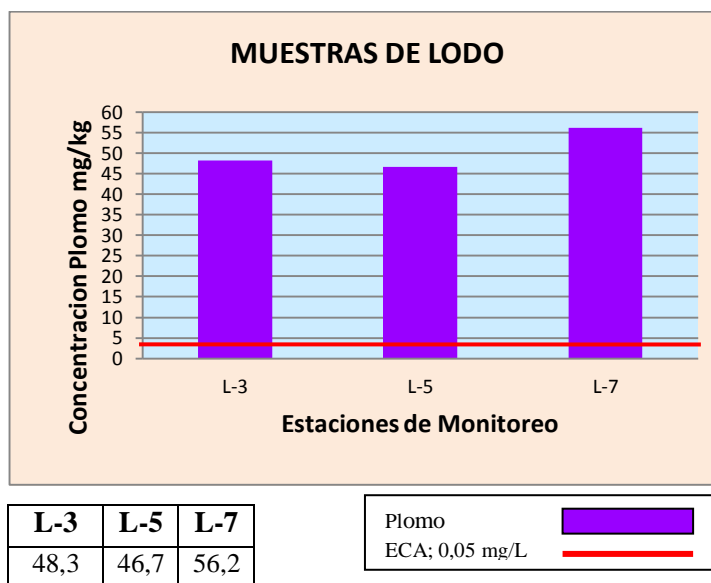
Para el estudio de las muestras de lodos se tomo en cuenta los siguientes puntos de monitoreo según el cuadro N° 9.4

**Cuadro N° 9.4**  
**Estaciones de Monitoreo: L-3, L-5, L-7**

Parámetro	unidad	L-3	L-5	L-7
Plomo	mg/Kg	48,31	46,72	56,20
Cromo	mg/Kg	104 637	25891,32	1793,42
Cadmio	mg/Kg		256,38	204,91
Arsénico	mg/Kg		20,73	20,96
Fierro	mg/kg		27583,2	

Fecha de Muestreo: 05-09-10-CIMM PERU

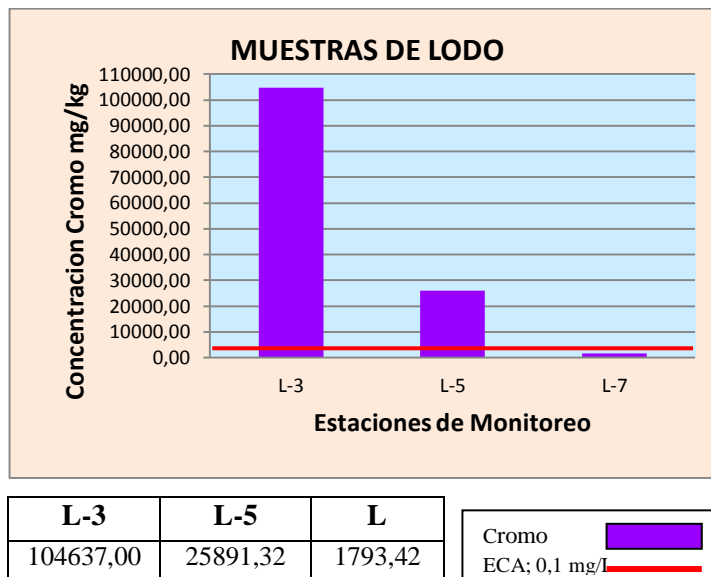
**Gráfico N° 9.52**  
**Concentración de Plomo en Estaciones de Monitoreo, Año 2010**



En el Gráfico N° 9.52, se observa que existe alta concentración de metales tóxicos como plomo acumulados en el lecho del río, donde estas partículas son arrastradas por la turbulencia y por los mecanismos de remoción y sedimentación se concentran en el fondo del lecho del río.

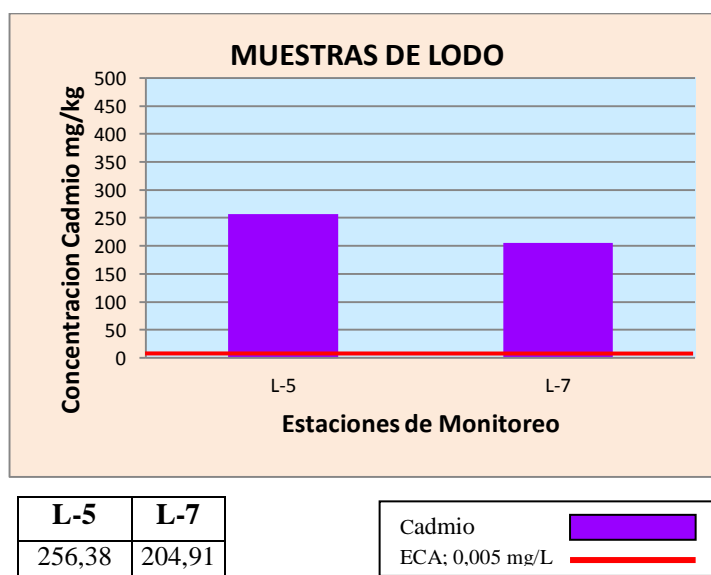
Su presencia es debido a las plantas de fundición informales que botan sus residuos de escorias en la ribera del río Chillón. Es necesario la supervisión y fiscalización de la ANA.

**Gráfico N° 9.53**  
**Concentración de Cromo en Estaciones de Monitoreo, Año 2010**



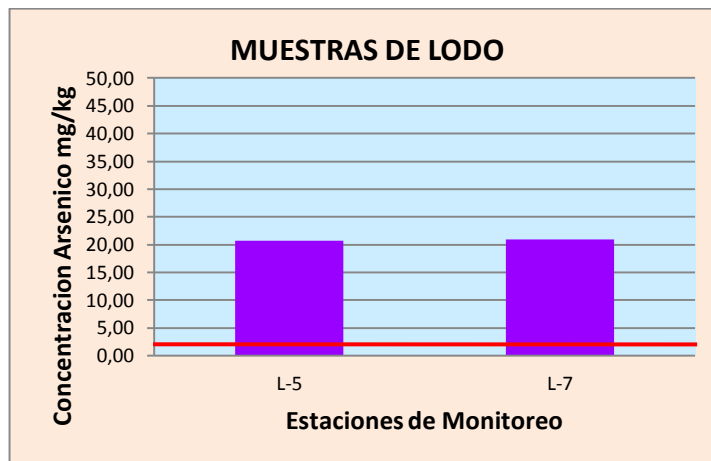
En la Gráfico N° 9.53, se observa que existe una alta concentración de cromo acumulado en el lecho del río, debido a la presencia de botaderos de residuos de curtiembre, encontrándose por encima del ECA para agua.

**Gráfico N° 9.54**  
**Concentración de Cadmio en Estaciones de Monitoreo**





En la Gráfico N° 9.54, se observa que existe una alta concentración de cadmio acumulados en el lecho del río, debido a la presencia de fundiciones que arrojan sus residuos sólidos al río Chillón, sobrepasando el ECA para agua.

**Gráfico N° 9.55**  
**Concentración de Arsénico en Estaciones de Monitoreo- Año 2010**

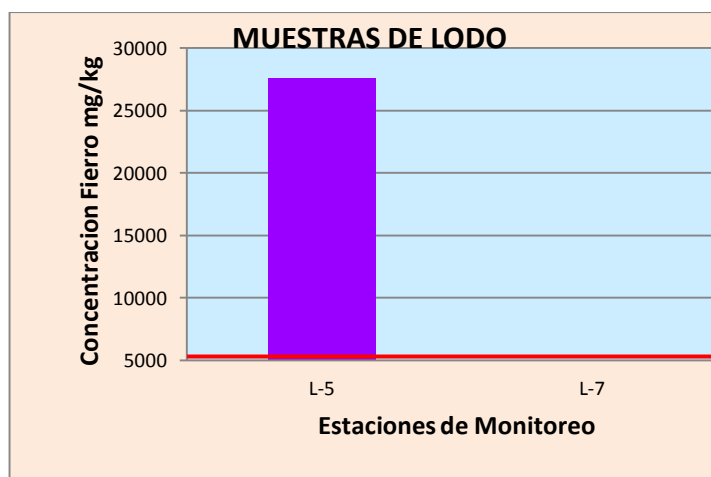


L-5	L-7
20,73	20,96



Cadmio	
ECA; 0,05 mg/L	

En el Gráfico N° 9.55, existe una alta concentración de arsénico que es acumulado en el lecho del río, debido a la presencia de efluentes industriales, se observa que las concentraciones de arsénico sobrepasan el ECA para agua.

**Gráfico N° 9.56**  
**Concentración de Hierro en Estaciones de Monitoreo-Año 2010**



L-5
27583,2

Cadmio	
ECA; 0,05 mg/L	

En el Gráfico N° 9.56, se observa que existe alta concentración de hierro acumulados en el lecho del río, debido a la presencia de residuos de escorias de la planta de fundición clandestina.

### **9.3. FUENTES DE CONTAMINACIÓN MÁS NOTORIOS EN EL AGUA DEL RÍO CHILLÓN DEBIDO AL TURISMO EN EL PUEBLO DE OBRAJILLO.**

Obrajillo es un pintoresco pueblo situado al Nor Oeste de la provincia de Canta, exactamente a 3 kilómetros, y a una altura de 2,600 msnm, su clima es cálido durante el día y frío por las noches, en la temporada de mayo a setiembre su clima es seco y el resto del año su clima es lluviosos, tiene una temperatura promedio de 12°C.

El río Chillón atraviesa dicho pueblo, motivo por el cual el turismo desde hace más de una década se ha incrementado notablemente y creciendo en forma desordenada. A la altura del Puente del río Chillón-Obrajillo, se ubican una gran cantidad de restaurantes, cerca de dicho puente se observan gran cantidad de caballos, los cuales son alquilados por horas para el turismo, creando un foco infeccioso de gran cantidad de deposiciones orgánicas.

A 100 m, se ubica una nueva fuente de contaminación. Se han construido pozas de grandes dimensiones para la crianza de truchas. Este terreno es propiedad de la comunidad de San Miguel, provincia de San Buenaventura.

Se tomaron muestras a 100 m, antes del Puente del río Chillón Obrajillo y a 100 m, después de dicho puente y se observó que el turista y el poblador ribereño, arrojan, residuos sólidos, detergentes, pilas seca y desagües de los restaurantes de la zona, etc.

Se realizó el análisis físico y químico y el resultado arroja gran cantidad de sulfatos y sales que sobrepasan los valores del estándar de la calidad ambiental para agua.

**Cuadro N° 9.5**  
**Análisis de Parámetros Físicos y Químicos en Muestras de Agua del río**  
**Chillón en Obrajillo**

ECA del agua para consumo doméstico	Sulfatos SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> mg/L	Dureza mg/L	Detergentes (SAAM) mg/L	Coliformes Totales NMP/100mL	pH
<b>Parámetros D.S.N° 002-20008- MINAM ECA Categoría: 1-A1</b>	250	500	0.5	50	6,5-8,5
<b>100 m, antes del Puente del río Chillón (Obrajillo)</b>	2 658	653	0,2	63	6,76
<b>100 m, después del Puente del río Chillón (Obrajillo)</b>	2 751	674	0,3	78	6,83

Coliformes Totales: NMP/100mL Número más probable en 100mL

El poblador ribereño, utiliza las aguas del río Chillón, para sus actividades domésticas y consumo. La cantidad de materia orgánica (coliformes totales) es un poco alta debido a la presencia de efluentes domésticos de los restaurantes, que se encuentran en la ribera del río. Actualmente el pueblo de Obrajillo se encuentra en un proceso de rehabilitación e infraestructura de su red de alcantarillado de agua y desagües, el cual se está ejecutando y se espera terminar con las obras durante el año 2012, con fondos del Gobierno Regional de Lima.

#### **9.4. CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR PRESENCIA DE MERCURIO DEBIDO A LA MINERÍA ARTESANAL**

##### **9.4.1. Situación actual de la Minería Aurífera artesanal de Santa Rosa de Quives-Canta**

Desde el mes de Octubre del 2004, mineros artesanales se instalaron con rústicos y pequeños campamentos, en la zona de Yangas y Pucará en el distrito de Santa Rosa de Quives, Provincia de Canta, localizadas a una hora y media del distrito de Carabaylo, en el cono norte de la ciudad de Lima, estos campamentos fueron habilitados por los mineros artesanales cerca de la carretera y al río lugar donde les sería adecuado para procesar los minerales que traen de la mina que se encuentra a 4

horas de camino. Este evento ha propiciado que muchos mineros y pequeñas empresas solicitaran concesión de varias cuadrículas en las áreas de influencia al hallazgo.

El problema de estos mineros es que instalaron sus equipos de procesamiento artesanal, molinos y quimbaletes en las zonas urbanas de Yangas y Pucará. Siendo el desarrollo de esta actividad generadora de fuentes potenciales de contaminación en la Cuenca del río Chillón.

Actualmente, el gobierno local de la zona ha reubicado dichos campamentos y sus equipos de procesamiento en la parte alta de Pucará, tratando de esa forma no se contamine las aguas del río Chillón.

#### **9.4.2. Ubicación de extracción de oro en Santa Rosa de Quives**

Existen cuatro centros mineros artesanales: La Lomada, Caracol, Huaycoloro y la Aguada, el de mayor concentración de mineros es la Aguada. Actualmente existen nuevas zonas como, Laja, Villa Rica, Agua Dulce y Caracol Alto. En estos lugares los mineros se instalan en rudimentarios campamentos a base de estera y plástico, para tomar un descanso durante el periodo que dure la extracción del mineral, acostumbran a trabajar en grupos, de esa manera se cuidan y puedan auxiliarse ante cualquier accidente llevan consigo agua del río, o del manantial que se encuentra en Yangas, en depósitos de plástico, y víveres para alimentarse y usar en la explotación del oro, aproximadamente existe entre 500 y 1000 mineros artesanales.

La mineralización se presenta en vetas delgadas que van desde 2 cm a 30 cm, muchas veces se presentan de manera fortuita pequeñas bolsonadas de mineral. La extracción lo realizan con sumo cuidado tratando de extraer la parte más rica a fin de no extraer excesivo volumen, con el fin de que el peso de los costales sea el mínimo Para el reconocimiento del mineral aplican métodos empíricos, una forma de hacerlo es usando el “plateado”, para lo cual usan un plato, llamado (puruña).

### **9.4.3. Transporte**

Desde el Año 2007, existe una carretera de penetración no afirmada a la altura de río Seco por la Zona de Caballero, pero sólo se encuentra movilidad en la madrugada, donde los mineros artesanales acumulan mineral y luego lo ensacan con un peso de 50-60 kg para ser llevados a las Plantas de Cianuración del Sur del país, así como de algunas fundiciones que se encuentran por la zona de Puente Piedra, y el Cono Norte de Lima.

### **9.4.4. Procesamiento del oro en forma artesanal**

Dentro de las actividades que se desarrollan en la extracción del oro en forma artesanal distinguimos: Mineros que extraen el mineral y lo traen hacia zonas donde existen molinos, quimbaletes, o lo venden directamente a las plantas de cianuración.

Molinero que presta servicio de molienda y quimbalete, el minero que extrae el mineral. Primero, acude al dueño del molino para recuperar el oro, separa su turno, para luego pasar a la molienda de su mineral, luego alquila el mercurio y empieza a trabajar en los quimbaletes, en esta etapa el mineral y las partículas de oro y plata se ponen en contacto con el mercurio formando la amalgama por el constante movimiento de la piedra, no tiene un tiempo definido, por lo que empíricamente deciden lavar y decantar toda la amalgama formada, la amalgama concentrada con exceso de mercurio es exprimida con una tela especial a fin de evitar generación de grandes cantidades de vapor de mercurio durante el refogado.

El relave producido por la decantación, sin duda, arrastra partículas finas de mercurio, que son almacenadas en pozas o cochas de decantación, siendo este relave después de un tiempo de decantación retirado de la poza y secado para luego ser vendido a las plantas de cianuración.

En otros lugares los propios dueños de los molinos procesan los relaves mediante cianuración en pilas. Con el quimbalete el minero logra recuperar entre 50 al 60%, ya que su eficiencia dependerá de la Ley y de otros factores, como que la persona encargada del servicio de molienda y quimbalete no realiza ningún cobro por la



molienda y el uso del quimbalete, a cambio de quedarse con el relave, de este modo el dueño del molino acumula el relave para ser vendido a terceros ya que mediante métodos de cianuración recuperan 90 a 95%.

El minero artesanal carece de las normas elementales de seguridad y protección existentes, ya que su único objetivo es conseguir mineral de buena ley.

Al minero artesanal, no le importa la manipulación y toxicidad del mercurio, no existen una posta ni menos un centro de salud, por lo cual ante cualquier accidente recurren al Hospital de Collique. En el distrito de Comas.

#### **9.4.5. Presencia de mercurio en el agua del río Chillón**

Las mayores pérdidas de mercurio líquido se producen durante la operación del “quimbaleteo”(en el caso del oro primario), que origina que el mercurio se disgregue en partículas muy finas, conocidas como “harina de mercurio”, que flotan y por rebose son arrastrados conjuntamente con el relave, tanto el mercurio líquido, como el vapor de mercurio condensado, terminan en los cursos de agua y por acción de microorganismos acuáticos se transforman en compuestos altamente tóxicos, uno de los cuales es el metilmercurio, que es fácilmente absorbido a través de la piel, vía respiratoria y vía gastrointestinal de esta forma que el mercurio entra en la cadena alimenticia (invertebrados acuáticos y pequeños peces), para después concentrarse principalmente en los peces carnívoros y depredadores del hábitat acuático.

##### **9.4.5.1. Contaminación de muestras de agua por mercurio**

Se realizó la toma de muestras de agua del río Chillón, los puntos de monitoreo de las muestras de agua fueron en el curso de agua del río pasando el puente Magdalena (Yangas), por otro lado, se observó que la quebrada Pucará se encontraba seca en abril del 2011. El reporte de análisis químico para detectar mercurio arrojó que se encontraba debajo de los L.M.P es decir  $<0.02\text{mg/l}$ .

Esto se debería a que la minería artesanal se ubica en una zona eriaza y el curso de agua superficial se encuentra a 1.2 Km, de la planta artesanal.

## **9.5. MITIGACIÓN DE LAS AGUAS SUPERFICIALES Y SU TRATAMIENTO**

Se entienden como medida de mitigación la implementación o aplicación de cualquier política, estrategia, obra o acción tendiente a eliminar o minimizar los impactos adversos que puedan presentarse durante las diversas etapas de ejecución de un proyecto (construcción, operación y terminación) y mejorara la calidad ambiental aprovechando las oportunidades existentes, bajo este contexto se debe tener en cuenta lo siguiente:

### **a).- Evitar las actividades que puedan resultar en impactos adversos a ciertas áreas consideradas como ambiente sensible**

Este enfoque es el más importante de las medidas de mitigación, por ello se deben tener en cuenta las siguientes medidas preventivas, sobre todo en las zonas donde los impactos son negativos, para el presente estudio nos enfocaremos en la cuenca baja del río Chillón.

### **b).- Medidas preventivas para el mejoramiento del recurso hídrico en la cuenca baja del río Chillón**

Los resultados de los análisis realizados, nos muestran que hay que proponer soluciones prioritarias para mejorar la calidad ambiental de la zona de la franja ribereña, en las cuales se deben tomar una serie de medidas preventivas para el mejoramiento y conservación del recurso hídrico con fines de desarrollo a nivel integral. Las cuales podrían plantearse como:

- Articulación de los actores locales y crear estrategias de desarrollo que superen los enfoques sectoriales y establezca una visión integral de la ciudad y el territorio con una perspectiva de sostenibilidad.
- La gestión ambiental y ordenamiento territorial en los gobiernos locales de estos distritos debe abarcar la implementación de planes, programas y proyectos que integren de manera creativa los objetivos del desarrollo sostenible de cuencas: crecimiento económico, equidad social y sustentabilidad ambiental.

- Los lineamientos de política para el desarrollo de cuencas mediante una gestión urbana ambiental debe contemplar la superación de los principales problemas de pobreza, exclusión social y marginalidad.
- Desarrollo de foros con la participación de las instituciones a nivel regional y local involucradas de los diferentes sectores, participación ciudadana, sector privado y estatal.

**c).- Minimizar los impactos adversos que se presentan en la Cuenca del río**

Evitar la urbanización de las áreas agrícolas que aún quedan en la cercanía del río, ya que esta población tiene como disposición de sus residuos al mismo río.

- Los Gobiernos locales, como las Municipalidades deben poner multas a las empresas que arrojen sus efluentes industriales sin previo tratamiento en las aguas del río. Se tiene conocimiento de que muchas de las industrias informales como son las fundiciones, curtiembres y algunas papeleras como es el caso de la Papelera Yesicar, que arroja sus efluentes en horas de la madrugada.
- Hacer campañas para que el poblador ribereño no arroje sus residuos domésticos a la orilla del río.
- Las municipalidades deben tomar conciencia en políticas de recojo de basura, sobre todo en las zonas que se encuentran cerca de la ribera del río Chillón. Erradicar definitivamente los criaderos de cerdos en las riberas del río
- Control permanente de los efluentes industriales y domésticos, a fin de impedir que no sean arrojados al río Chillón, previo tratamiento para su uso, sobre todo en zonas de riego de vegetales de tallo cortó y largo.
- Evitar que los agricultores de Chuquitanta, rieguen sus chacras con aguas del canal de la Cachaza
- Realizar una vigilancia epidemiológica de enfermedades causadas por la contaminación del agua, contaminación del aire, residuos sólidos y alimentos.

**d).- Rehabilitación de los impactos adversos en la Cuenca del río**

- Impacto ambiental a la flora y fauna acuática y terrestre
- Lograr recuperar zonas de biodiversidad en la cuenca baja.
- Conservar las zonas agrícolas que son el pulmón de la ciudad.
- Saneamiento físico, legal y sanitario de zonas marginales
- Plan de ordenamiento territorial en la zona ribereña.
- Tender a fortalecer la presencia comunal en todas y cada una de las actividades programadas, para que en, coordinación con el Estado, Gobierno Regional, Gobierno Local, ONG, Junta de Usuarios de Riego, empresarios privados, Instituciones Educativas y participación ciudadana, se logre mayor sensibilidad por el cuidado del agua en la zona ribereña.
- Los gobiernos locales, regionales y Juntas de Regantes soliciten la participación de los profesionales para la transferencia tecnológica de las instituciones del Estado - Universidad - Sociedad.
- Mayor participación de los Ingenieros Ambientales y de Recursos Naturales que conjuntamente con otras disciplinas elaboren los planes de gestión ambiental, salud ambiental y la asistencia técnica para la implementación de sistemas de control y tratamiento de aguas, residuos sólidos, recuperación de suelos, conservación de los recursos naturales, entre otros.

**e).- Mejoramiento a nivel de Gobiernos Locales y Central**

- Es necesario que se coordine y gestione proyectos para sistemas de redes de agua y desagüe a los pueblos jóvenes que están asentados en la ribera del río, para disminuir la alta carga microbiológica y no afecte a las aguas de regadío en la zona de Chuquitanta en San Martín de Porres, Carabayllo, Callao, Ventanilla, Comas y Puente Piedra.
- Para un adecuado manejo del recurso agua y control de efluentes es necesario implementar un eficiente programa de monitoreo que garantice tener una información constante sobre la calidad del agua y sus variaciones en el área donde se realicen las actividades industriales y cómo descargan en la Cuenca del río Chillón.

- Es necesaria la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano, aguas superficiales, agua subterránea y agua de regadío donde es apremiante por la gran población expuesta a las condiciones de insalubridad que presentan actualmente, lo que conlleva a la necesidad de capacitar a la población. Se demanda mayor presencia del Estado a través del sector Salud y gobiernos locales, así como reasignar recursos para la inversión, operación y mantenimiento en el aspecto de la infraestructura de agua y manejo de residuos sólidos urbanos.

### 9.5.1. Tratamiento de las aguas Superficiales

De acuerdo a la evaluación de las actividades desarrolladas en la Cuenca del río Chillón y sus características ambientales, las aguas del río Chillón se definen:

Según la clasificación de acuerdo con la Resolución Jefatural 002-21010-ANA-Anexo N° 1, la cual contiene la clasificación de cuerpos de aguas superficiales y marinos-costeros

- a) Tramo naciente hasta la planta de tratamiento de SEDAPAL-Punchauca.
  - \* **Categoría 1:**“Poblacional y Recreacional”, **Subcategoría A2:** Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional
- b) Aguas abajo de la planta de tratamiento de SEDAPAL hasta su desembocadura al mar en el Callao
  - \* **Categoría 3:**“Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto”

La clasificación de Categoría 1 Subcategoría A2, dice que el tratamiento de esta agua debe ser con coagulación, sedimentación y cloración en la zona de captación del río Chillón.

Desde el 2001, existe la Planta de tratamiento del Consorcio Agua Azul, ubicada en la localidad de Punchauca a la altura del Km 26,5, de la carretera a Canta, la cual abastece aproximadamente a 800,000 habitantes, efectuándose la distribución alrededor de 2.0 m<sup>3</sup>/seg, a las poblaciones del Cono Norte de la Ciudad de Lima. Esta planta tiene la concesión de la captación de las aguas superficiales y subterráneas de la Cuenca de río Chillón.

Existen en la cuenca baja del río Chillón 03 (tres) PTAR (planta de tratamiento de aguas residuales), con fines de uso para riego de áreas verdes, es decir parques, jardines. Actualmente se cuenta con las plantas de tratamiento de aguas residuales en los distritos de Puente Piedra, Ventanilla y Ancón.

Las aguas residuales, están compuestas por materias orgánicas e inorgánicas que sin tratamiento apropiado constituyen un elevado riesgo para la salud pública y para el ambiente.

La ingesta directa de agua por fuentes contaminadas o indirecta a través de alimentos de consumo crudo, de tallo bajo, regados por aguas residuales o de tallo alto sin tratar o insuficientemente tratadas, así como el contacto con campos regados con aguas residuales insuficientemente tratadas y sin tomar las debidas restricciones, representan un elevado riesgo de infección parasítica (giardiasis, amebiasis, teniasis, ascariasis), vírica (hepatitis, diarreas por rotavirus) y bacteriana (cólera, tifoidea, EDAS en general). Del mismo modo, cuando las aguas residuales sin tratar son vertidas a los cuerpos de agua, el hábitat de la vida acuática y marina se verá afectado por la acumulación de sólidos, el oxígeno disminuirá por la descomposición aerobia de la materia orgánica, y los organismos acuáticos pueden perjudicarse aun más por la presencia de sustancias tóxicas, lo que puede extenderse hasta los organismos superiores por la bioacumulación en la cadena alimentaria. Si la descarga entra en aguas confinadas, como un lago o una bahía, su contenido de nutrientes puede ocasionar la eutrofización, con molesta vegetación que puede afectar la pesca y las áreas recreativas. Los desechos sólidos generados en el tratamiento de las aguas servidas (arenas y lodos) pueden contaminar el suelo y las aguas si no se manejan correctamente.

Otro problema que afecta directamente la eficacia de las PTAR, lo constituye el ingreso de efluentes industriales a los sistemas de alcantarillado, cuya carga orgánica y otros elementos como metales pesados, ácidos y bases que generan sobrecarga en

las unidades de tratamiento y afectan negativamente los procesos biológicos de depuración.

La descarga de una industria puede equipararse a varios cientos o miles de personas y es por eso que en la actualidad el MVCS está impulsando la creación de LMP para descargas de efluentes industriales al sistema de alcantarillado con el propósito de evitar trasladar el sobrecosto de tratamiento al usuario común. Al mismo tiempo, la SUNASS en la actualidad viene determinando la tarifa por factor contaminante con el propósito de generar incentivos económicos para el tratamiento de las aguas residuales en el ámbito de la industria.

Por el contrario, una PTAR eficaz en el cumplimiento de sus objetivos de calidad logra un impacto positivo sobre el ambiente. Los impactos directos incluyen la disminución de molestias y de los peligros para la salud pública en el área colindante a las PTAR, mejoramiento de la calidad y aumento del uso beneficioso de las aguas receptoras con respecto a la descarga de aguas residuales crudas. Los impactos indirectos incluyen la conservación de áreas al servicio del desarrollo, mayor productividad en acuicultura, pesquería, agricultura y bosques, incremento de la actividad turística y recreativa, y menores demandas sobre otras fuentes de agua como resultado de la reutilización del efluente.

La SUNASS, en este documento, postula algunas soluciones bajo el enfoque del marco lógico para encarar el problema de inoperatividad, ineficiencia y abandono de las PTAR, así como el déficit de inversión en sistemas eficientes para el tratamiento de las aguas residuales. Dado el desarrollo económico que está experimentando el Perú, se espera incorporar de manera sostenible el rehusó de las aguas residuales. Sobre el particular, la firma de tratados internacionales como el Tratado de Libre Comercio (TLC) con Estados Unidos, Canadá, Unión Europea, China y otros países desarrollados plantea un reto al sector saneamiento, no sólo para lograr mayores coberturas en la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado en zonas urbanas, sino también para tratar eficientemente las aguas residuales recolectadas y darles uso con fines productivos.

Parte de la solución del problema requiere inversiones, por lo que será necesario contar con fondos del Estado en sus diferentes niveles de gobierno a través del Programa Agua Para Todos (APT) y a las fuentes de financiamiento internacional usualmente empleadas, como los Fondos del Banco Mundial (BM), del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), del Banco de Cooperación Internacional del Japón (JBIC) y otros fondos de la cooperación, ya sea vía aporte financiero (donación) y vía préstamo con tasas de interés cada vez más bajas debido al mejoramiento del grado de inversión del Perú. Se explorará el uso de instrumentos financieros ligados al mercado de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), entre los que destaca la captura de metano en el caso de las PTAR, cuyo flujo de fondos puede ser incorporado cuantitativamente en el análisis de costo-efectividad de las alternativas tecnológicas en proyectos de tratamiento de aguas servidas. En esta misma línea, se pueden valorizar los gastos evitados en recuperación de la salud, así como los menores costos del tratamiento de agua para uso doméstico e industrial y mayores rentas de la pesca, el turismo, la recreación y los ingresos generados por la venta de lodo tratado como mejorador de suelos, lo que puede servir para tomar mejores decisiones al momento de seleccionar la mejor alternativa tecnológica con un enfoque integral y de largo plazo.

#### **9.5.1.1 Los límites máximos permisibles (LMP) y estándares de calidad del agua (ECA)**

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) se definen como la concentración de los parámetros físicos, químicos y biológicos en el agua en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni del ambiente. El ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales, las políticas públicas y en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental. Es por ello que el diseño de las PTAR parte de la definición del ECA para el tipo de uso que se le otorga al cuerpo de agua que recibirá sus efluentes.

Por su parte, los Límites Máximos Permisibles (LMP) se definen como la concentración de los parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan un efluente, que al ser excedido causa o puede causar daños para la salud, bienestar



humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por la respectiva autoridad competente.

Del mismo modo, en tanto no se aprueben nuevos LMP de fuentes industriales en las redes colectoras de aguas residuales y su procedimiento de implementación, se encuentra vigente el Reglamento de Desagües Industriales aprobado mediante Decreto Supremo N° 28/60 SAPL.

Al respecto, es preciso resaltar que la aprobación e implementación de los nuevos LMP de efluentes industriales y la implementación del ECA para el Agua dotará a la SUNASS de los instrumentos necesarios para implementar el principio contaminador-pagador, mediante una tarifa diferenciada de tratamiento de aguas residuales para los usuarios industriales cuya carga orgánica diaria equivale a varios cientos o miles de veces la de un usuario doméstico común, pese a ello en la actualidad el importe que pagan los usuarios industriales solo considera el volumen de aguas residuales que vierten al sistema de alcantarillado. De esta manera se evitará que la población en general que goza del servicio de tratamiento de aguas residuales, subsidie a la población industrial.

#### **9.5.1.2. Obligatoriedad de tratar las aguas residuales**

La Ley de Recursos Hídricos N° 29338, Ley que deroga a la Ley General de Aguas, en su artículo 83° del Título V, señala que. Está prohibido verter sustancias contaminantes y residuos de cualquier tipo en el agua y en los bienes asociados a ésta, que representan riesgos significativos según los criterios de toxicidad, persistencia o bioacumulación. La Autoridad Ambiental respectiva, en concordancia con la Autoridad Nacional, establece los criterios y la relación de sustancias. En el artículo 79° del Título V, establece que la autoridad Nacional autoriza el vertimiento del agua residual tratada a un cuerpo natural de agua continental o marina, previa opinión técnica favorable de las Autoridades Ambiental y de Salud sobre el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA-Agua) y límites Máximos Permisibles (LMP). Queda prohibido el vertimiento directo o indirecto de agua residual sin dicha autorización.

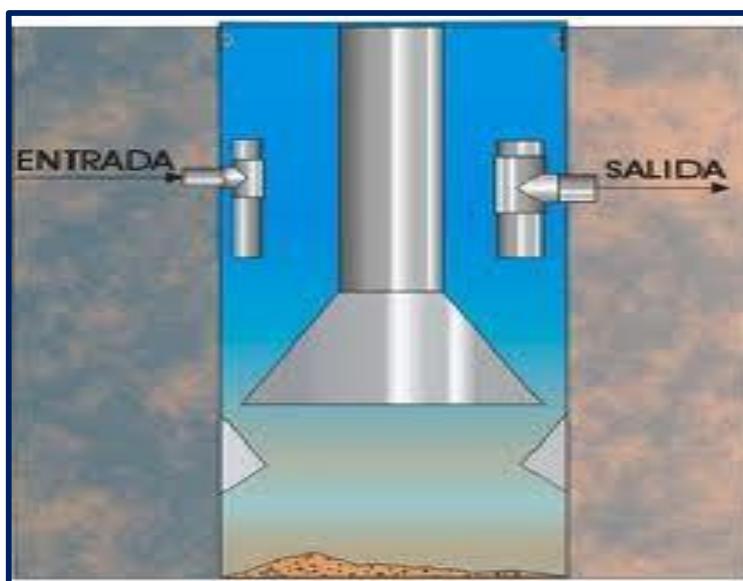
El Reglamento de Desagües Industriales, de alcance nacional, en su artículo 701 establece que, por razones sanitarias, no se permitirá la descarga directa de los desagües y residuos industriales en los cuerpos de agua.

### 9.5.1.3 Nivel mínimo de tratamiento

Como complemento, la Norma Técnica OS.090 del Reglamento Nacional de Edificaciones, que norma el desarrollo de proyectos de tratamiento de aguas residuales, en su numeral 4.3.11 establece que en ningún caso se permitirá la descarga de aguas residuales sin tratamiento a un cuerpo receptor, aun cuando los estudios del cuerpo receptor indiquen que no es necesario el tratamiento. Señala que el tratamiento mínimo que deberán recibir las aguas residuales antes de su descarga deberá ser el tratamiento primario. Es decir, un nivel de tratamiento capaz de remover la materia orgánica sedimentable, entre los que se encuentra el tanque Imhoff, el tanque séptico, el tanque o laguna de sedimentación y las lagunas en general, aunque estas últimas se encuentren dentro de los procesos de tratamiento secundario, que es un objetivo adicional al alcanzado mediante el tratamiento primario.

**Gráfico N° 9.57**

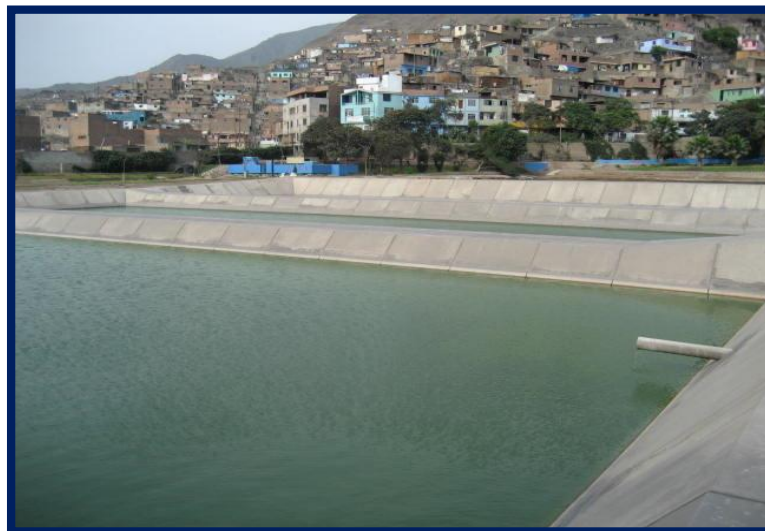
#### **Tratamiento de remoción de materia orgánica-Tanque Imhoff**



Fuente: CEPIS- Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

### Fotografía N° 9.1

#### Tratamiento de remoción de materia orgánica -Laguna de Sedimentación



Fuente: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (CITRAR-UNI)

#### 9.5.1.4 Autorización sanitaria de los sistemas de tratamiento y disposición sanitaria de aguas residuales

La Ley de Recurso Hídricos N° 29338, en su Artículo 80° del Título V. Establece que todo vertimiento de agua residual en una fuente natural de agua requiere de autorización de vertimiento, para cuyo efecto debe presentar el instrumento ambiental pertinente aprobado por la autoridad ambiental respectiva, el cual debe contemplar los siguientes aspectos respecto de las emisiones:

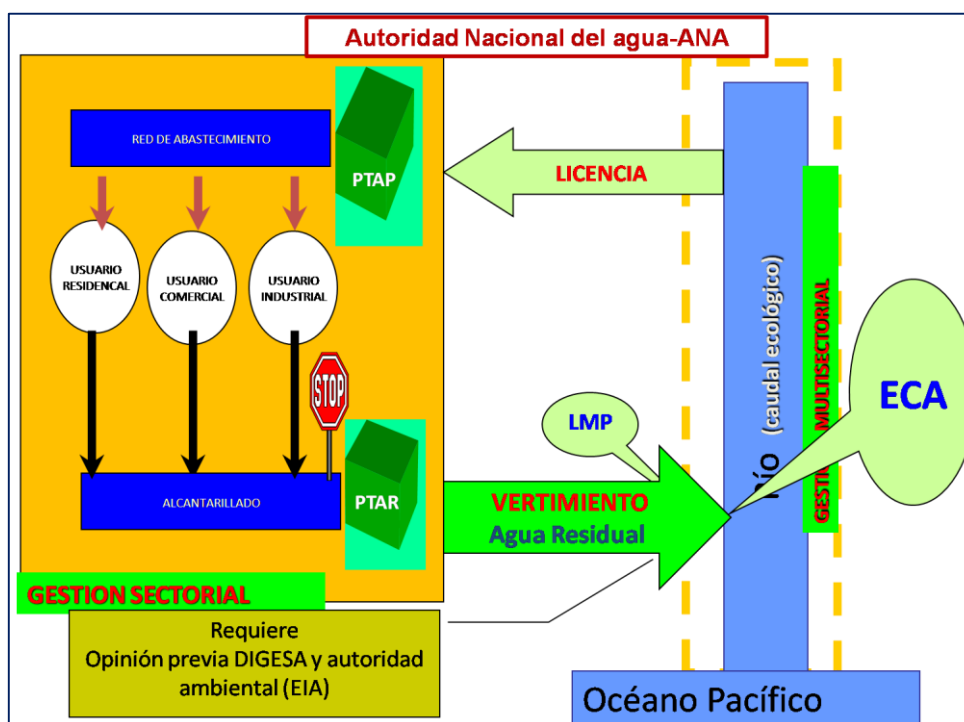
- 1). Someter los residuos a los necesarios tratamientos previos.
- 2). Comprobar que las condiciones del receptor permitan los procesos naturales de purificación

La autoridad nacional del agua ANA es la encargada de habilitar o suspender los permisos de los vertimientos en los cuerpos receptores de acuerdo a la Resolución Jefatural N° 002-2010-ANA.

La autorización de vertimientos se otorga por un plazo determinado y prorrogable, de acuerdo con la duración de la actividad principal en la que se usa el agua y está sujeta a lo establecido en la Ley y en el Reglamento.

La autoridad sanitaria establecerá los plazos para que los responsables de dichos vertimientos los adecúen de acuerdo con la prioridad de uso y el volumen de la descarga.

**Gráfico N° 9.58**  
**Autorización sanitaria de los sistemas de tratamiento y disposición**  
**Sanitaria de aguas residuales**



Fuente: (Autoridad Nacional del Agua) ANA

Los artículos precedentes determinan dos aspectos relevantes:

- 1) todo vertimiento o planta de tratamiento de aguas residuales domésticas requiere autorización sanitaria para operar.
- 2) aquellas que no cuenten con autorización deberán regularizar su situación en los plazos señalados por la autoridad sanitaria es decir, DIGESA.

El Texto Único de Procedimientos Administrativos del Ministerio de Salud, procedimiento 15, establece los pasos para la obtención de la autorización sanitaria para vertimiento y reuso

**Cuadro N° 9.6**  
**Requerimientos de área por tipo de tecnología para PTAR de 500 l/s**

<b>Tecnología</b>	<b>T (días)</b>	<b>h (m)</b>	<b>Área prom (Ha)</b>
Lagunas facultativas	10-20	1,5	43,20
Lagunas aireadas	2-7	3-5	4,86
Lodos activados (A. Extend)	0,6-2	<5	1,87
	<b>Carga (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>dia)</b>		<b>A prom (Ha)</b>
Filtros percoladores	1-3		2,16

Fuente: Norma Técnica OS-090 (rangos de Periodo de Retención-T, profundidad-h y carga hidráulica)

## 9.6. EVALUACIÓN DEL RIESGO EN AGUAS SUPERFICIALES DE LA CUENCA BAJA DEL RÍO CHILLÓN

### 9.6.1 Actividades más frecuentes en la Cuenca del río Chillón

Se determinó las actividades que se encuentran más frecuentes e impactan sobre la calidad ambiental de la cuenca baja del río Chillón son: los botaderos de residuos sólidos que representan un 26%, criaderos de cerdos 19%, descargas de aguas residuales 18,51%, agricultura 14,81%, ganadería 14,81%, planta de fundición 7,40%. Los resultados se muestran en la Cuadro N° 9.7

**Cuadro N° 9.7**  
**Actividades más frecuentes en los distritos de la cuenca baja del río Chillón que impactan sobre la calidad ambiental**

<b>Distrito</b>	<b>Actividades que impactan la calidad ambiental</b>	<b>%</b>
Todos los distritos	Botaderos	26.00
Comas, SMP, Ventanilla, Callao	Criaderos de Cerdos	19.00
Puente Piedra, Comas	Fundición	7.40
Carabayllo, Comas, Puente Piedra, S.M.P.	Agricultura	14.81
Carabayllo, Comas, S.M.P.	Ganadería	14.81
Comas, Puente Piedra, Callao	Descargas efluentes	18.51

Fuente: Estudio de EIA-Región Callao

### Impacto de carga bacteriana en las aguas superficiales del río Chillón

Se realizaron análisis de muestras de agua para la determinación de los coliformes fecales o termotolerantes. Las estaciones E-07 y E-08, presentaron valores mayores

de 4000 NMP/100 ml para coliformes fecales o termotolerantes que superaron los valores establecidos en la R.J N° 002-2010-ANA-Anexo 1

\* **Categoría 1:**“Poblacional y Recreacional”, **Subcategoría A2:** Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

Los coliformes fecales o termotolerantes son un subgrupo de los coliformes totales, capaz de fermentar la lactosa a 44,5° C. Los coliformes fecales o termotolerantes se denominan así por su capacidad de soportar temperaturas más elevadas. Esta es la característica que diferencia de los coliformes totales. Los coliformes son una familia de bacterias que se encuentran comúnmente en las plantas, el suelo y los animales, incluyendo a los humanos. La presencia de bacterias coliformes en el suministro de agua es un indicio de que el suministro de agua puede estar contaminado con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Generalmente, las bacterias coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo.

Los grupos de microorganismos más habituales en heces humanas son bacteroides fragilis, coliformes totales y fecales, escherichia coli y estreptococos fecales. Aproximadamente el 95% del grupo de los coliformes presentes en heces están formados por Escherichia coli y ciertas especies de Klebsiella. Muchos de estos microorganismos no son exclusivos del intestino humano, sino que forman parte también de la flora intestinal de diversos animales de sangre caliente.

En cuanto a las condiciones sanitarias que presentan los poblados, se analizaron 26 zonas de asentamientos humanos (AA.HH) y zonas urbanas de los cuales 17 no presentaban servicios de agua y desagüe representando un 65,38% del total y 9 poblados contaban con agua y desagüe que representaban el 34,6%. Cuadro N° 9.8

**Cuadro N° 9.8**  
**Servicios de agua y desagüe evaluados en 26 poblados de 7 distritos**  
**Cuenca baja del río Chillón**

Condición Sanitaria	Distritos						
	Carabayllo	Comas	Puente Piedra	Los Olivos	SMP	Ventanilla	Callao
N° de Poblados	(2)	(1)	(6)	(6)	(5)	(5)	(1)
N° Familias	63	9	500	500	900	1000	250
Sin agua y desagüe	(2) 7.69%	(1) 3.84%	(4) 15.38%	(0) 0%	(4) 15.38%	(5) 19.23%	(1) 3.84%
Con agua y desagüe			(2) 7.69%	(6) 23.07%	(1) 3.84%		

Fuente: MINSA, N° poblados ( ), % porcentaje

En la cuenca baja del río Chillón se puede observar el número de familias que están siendo afectadas por la contaminación ambiental y por no contar con una condición sanitaria óptima, lo cual conlleva a Familias que cuenta con y sin servicio de agua y desagüe. Según los resultados de la encuesta aplicada a los pobladores se aprecia que existe una frecuencia alta por enfermedades respiratorias, diarreicas, alergias a la piel y enfermedades al estómago. Cuadro N° 9.9

**Cuadro N° 9.9**  
**Cuenca baja-Enfermedades que afectan a la población de la zona ribereña**  
**26 poblados encuestados**

Enfermedades	Distritos						
	Carabayllo	Comas	Puente Piedra	Los Olivos	SMP	Ventanilla	Callao
	ENCUESTADOS						
	25		5	15	46	18	8
	N° DE ENFERMOS						
Gripe	12		1	8	19	8	2
Diarrea	10		1	5	15	7	2
Páncreas						1	
Alergia al polvo	2		3		4	1	
Osteoporosis							1
Estómago	1				2	1	2
Diabetes					2		
Desnutrición					2		
Rubeola				1			
Asma				1			
No enferma					2		1

Fuente: MINSA, aplicado en 26 poblados encuestados

### 9.6.1.1. Evaluación del Riesgo en Aguas Superficiales de la cuenca baja del río Chillón

Se ha establecido criterios de riesgo en base a los ECA del Agua, como se muestra en el Cuadro N° 9.10

**Cuadro N° 9.10**  
**Evaluación de Riesgo Sanitarios y Ambientales por Parámetros**

ALTO	La mediana es igual o mayor al valor límite del ECA del Agua o un resultado puntual es superior en más de 10 veces al valor límite del ECA del Agua-Boletín de DIGESA
MODERADO	El Percentil 90 es mayor o igual al valor límite del ECA del Agua y la mediana es menor que el valor límite del ECA del Agua-Según Boletín de DIGESA
NINGUNO	El Percentil 90 es menor o igual al valor límite del ECA del Agua -Según Boletín de DIGESA
PERCENTIL 90	Es el valor que se ubica en el lugar noventaésimo de un conjunto de números ordenados ascendentemente
MEDIANA	Colocando todos los valores en orden creciente o decreciente, la mediana es aquél que ocupa el lugar central

Fuente: Boletines de Monitoreo -DIGESA

En base a los resultados de los análisis químicos respectivos en muestras de agua durante el año 2010, podemos observar el comportamiento de los siguientes parámetros:

- Oxígeno Disuelto. En las dos estaciones monitoreadas se observan que se encuentran por debajo del estándar para agua.
- DBO<sub>5</sub>: En las estaciones E-07, E-08, existe una alta concentración
- Coliformes Fecales o Termotolerantes: En las estaciones monitoreadas E-07 hasta la E-11, el riesgo es alto en cuanto a este parámetro
- Coliformes Totales: Se tomó en cuenta las estaciones E-03, hasta la estación E-11 encontrándose por encima del estándar para agua según D.S.N° 002-2008 MINAM, debido a la presencia de gran cantidad de desagües domésticos que son depositados en la cuenca baja del río Chillón
- Cobre: En todas las estaciones no presentan ningún peligro excepto E-07, E-08, E-09, se observa que presentan un riesgo moderado.
- Arsénico: Su concentración sigue siendo alta, debido a los efluentes industriales y a la presencia de aguas subterráneas que se encuentran en la trayectoria del río Chillón lo cual debe ser evaluada por el ANA.



- Zinc y Cromo: Se observa que las concentraciones cumplen con los valores del ECA del agua, según D.S N° 002-2008-MINAM, Resolución Jefatural N° 002-2010-ANA –Anexo 1, Categoría 3
- Plomo: Las concentraciones de plomo en las estaciones E-10 hasta la estación E-13, se observa alto riesgo de contaminación, debido a las descargas de hornos de fundición, baterías, fábricas de pintura.
- Hierro: Las estaciones E-03 hasta la estación E-05, no presentan un alto riesgo, mientras que las estaciones E-06, hasta la estación E-14, presentan un alto riesgo que sobrepasan los valores del ECA, D.S N° 002-2008- MINAM, Resolución Jefatural N° 002-2010-ANA –Anexo 1, Categoría 3

#### **9.6.2. Peligros físicos naturales generados por fenómenos naturales ocurridos por procesos dinámicos en la superficie de la tierra y asentamientos urbanos vulnerables**

El establecimiento de la población en las márgenes de los ríos ha sido un proceso natural debido a la riqueza que ofrecen sus suelos y el hábitat, pero en la actualidad el desborde urbano, está deteriorando, el equilibrio natural del ecosistema fluvial siendo uno de los principales factores que degeneran la calidad del agua y sus riberas.

**1.- Sismos** (o también conocidos como peligro sísmico). Según la Norma Peruana E.030-97 de Diseño Sismo resistente, el territorio nacional se encuentra dividido en tres zonas sísmicas. Esta zonificación se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada durante muchos años en el país, en las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información geotectónica. Clasificando al departamento de Lima como la zona 3, caracterizada por tener un factor de zona (Z) de 0.40, el cual establece la interpretación de la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

**Fotografía N° 9.2****Ocurrencia de Peligros físicos naturales generados por fenómenos naturales****Cuenca baja del río Chillón**

Fuente: Poblaciones Vulnerables-S.M.P-Ventanilla

Diversos análisis referidos a la máxima intensidad sísmica y a la probabilidad condicional de la ocurrencia de un terremoto grande o muy grande para diferentes lugares en la Costa de América del Sur, elaborados por el Centro Regional de Sismología para América del Sur en 1985, clasifican como la máxima intensidad probable para el departamento de Lima de IX con una probabilidad condicional (se refiere a los terremotos causados por movimientos entre-placas).

**2a.- Flujo de lodo.** Entre las poblaciones vulnerables a este peligro físico natural identificado tenemos a los asentamientos humanos: Carmen Alto, San Martín, 12 de Agosto, 5 de Mayo, Las Lomas, Aposento Alto, La Juventud, 27 de Noviembre, 28 de Julio, Santa Rosa de Collique, Bellavista, Santísima Cruz de Mayo, LaCumbre, Los Ángeles, Primavera, Nueva Esperanza, La Soledad, Incahuasi, Buenos Aires, Santa Rosa de Collique VI Zona; pueblos jóvenes: La Merced, Federico Villareal, Cerro El Calvario, Nuevo Carmen Alto, Sector La Libertad, Zona Año Nuevo, Clorinda Málaga, Aposento Alto y otros ubicados en las laderas de los cerros.

**2b.- Derrumbes.** Entre los asentamientos urbanos vulnerables ante la probabilidad de ocurrencia de este peligro tenemos a los AA.HH. 11 de Julio, La Juventud,

Carmen Alto, El Misti, y otros centros poblados ubicados en las laderas altas de los cerros.

**2c.- Desprendimientos de rocas.** Entre las poblaciones vulnerables ante la probabilidad de ocurrencia del peligro físico natural se identificaron a los siguientes AA.HH.: Carmen Alto, Los Ángeles, Madrigal, Aposento Alto, Pasamayo, El Mirador, San José, Monte Calvario, Las Casuarinas, y otros ubicados en las laderas de los cerros.

**2d.- Afloramiento de agua subterránea.** Este peligro físico natural define en la actualidad una zona ambientalmente crítica en el área geográfica que se encuentra ubicada entre la Av. Universitaria, Av. Trapiche, Av. Los Incas y Av. San Carlos del distrito de Comas, comprendiendo el sector de El Pinar, La Alborada y áreas vecinas afectando a 12000 habitantes, lo cual representa el 3.4% de la población total del distrito de Comas.

Además, existen en la zona dos colegios: el primero es el Centro Educativo Nacional 8158 «Isabel Flores de Oliva», construido en el año 1995, de dos niveles, ubicado en la urbanización La Alborada II etapa y colindante al terreno SEDAPAL (humedal y puquial), y el segundo, el Centro Educativo Particular «Liceo Santo Domingo», construido en el año 1996, de cuatro niveles, ubicado en la Urb. El Pinar, Parcela G.

Otras de las zonas en las que se ha observado la ocurrencia de este peligro físico natural es la zona agrícola. Zona que hoy en día está siendo ocupada por asentamientos urbanos de manera informal y sin tener en cuenta las características y condiciones naturales del suelo; y sin tener conciencia del gran peligro ambiental (riesgos físicos, sanitarios y otros) al que se exponen los pobladores residentes en esta zona. Las viviendas existentes en esta zona han sido construidas con material noble, no se ha empleado mano de obra calificada y se han usado dosificaciones inadecuadas de mezclas en la cimentación; además, fueron construidas teniendo en cuenta que la napa freática se encontraba a diez metros bajo suelo, encontrándose en la actualidad a 20 cm de la superficie del suelo; lo cual significa que no se tuvo en cuenta que el suelo saturado del tipo limo-arcilloso-arenoso como el que predomina

en esta zona antiguamente agrícola, disminuye su capacidad portante ante la presencia de agua.

La presencia de agua subterránea en los sectores mencionados se evidencia por el humedecimiento del suelo, los espejos de agua que afloran a la superficie en unos sectores más que en otros (menor pendiente) y también por las excavaciones efectuadas para captar y conducir dichas aguas subterráneas y amortiguar de alguna manera su nivel.

A principios de 1980, esta zona era conocida como zona de nivel freático elevado (humedal, pantano, puquial), por lo que aprovechando esta condición natural se construyeron sistemas de galerías filtrantes que abastecían de agua potable a los mismos sectores, lo que permitió disminuir el nivel freático. Entre las causas probables por las que esta condición natural pueda regresar a su forma inicial y sea considerada como un peligro de tipo físico natural tenemos: la clausura de pozos tubulares de la zona, construcción de la Represa Punchauca, recuperación de la napa freática a nivel regional.

Entre las poblaciones vulnerables a este peligro físico natural se identificaron a las siguientes: Villa Santa Cruz, Asoc. Viv. El Roble, Villa Ordóñez, Asoc. Viv. Nuevo Amazonas, Villa Ávalos, Asoc. Viv. San Andrés, Villa Estela, Asoc. Viv. San Carlos, Urb. Huertos de Pro, parcelas de cultivo en la zona agrícola, AA. HH. Jaime Yoshiyama, Asoc. Viv. Villa Lastenia, AA. HH. Chacra Cerro, Asoc. Viv. Las Begonias, Urb. El Paraíso, Asoc. Viv. Nuevo Sol, Urb. La Alborada 2<sup>da</sup> Etapa, Asoc. Viv. Vista Alegre, Urb. El Pinar (Parcela F, G, E y D), y otros (zona de los alrededores).

### **3.- Peligros naturales generados por fenómenos naturales de tipo meteorológico o hidrológico y asentamientos urbanos vulnerables**

#### **3a.- Inundaciones por desborde del río Chillón.**

Posibles inundaciones podrían ocurrir por desbordes del río Chillón en los sectores de Chacra Cerro, donde el lecho del río es superficial e inclusive está a nivel superior que las calles y pistas de los centros poblados aledaños que se han asentado de manera informal. Las antiguas obras de protección ribereña en ambas márgenes se encuentran cubiertas por desmonte y material provenientes del mismo cauce y en algunos sectores no existen evidencias de éstas, observándose material de desmonte y basura como en el caso del Puente Chillón aguas arriba y aguas abajo, en la carretera Panamericana Norte.

Entre las zonas geográficas que podrían ser afectadas ante la ocurrencia de este peligro tenemos a las asociaciones de vivienda Prog. Viv. Las Alondras y Prog. Viv. Ciudadela de Sipán.

Así también se registraron parcelas agrícolas que también podrían ser afectadas ante la ocurrencia de este peligro, las que deben acondicionarse a fin de garantizar la seguridad física de futuros asentamientos urbanos de tipo informal o formal.

**3b.- Erosión de riberas.** Este fenómeno se observa en la parte inferior del cauce del río Chillón en el sector de Chacra Cerro y comprende el desgaste de la ribera del río debido al escurrimiento superficial, infiltraciones y otros.

### Fotografía N° 9.3

**Asentamientos urbanos vulnerables localizados en la Cuenca baja del río Chillón**



Cuadro N° 9.11

**Medidas de mitigación ante la ocurrencia de peligros naturales de tipo físico natural.**

PELIGRO	VULNERABILIDAD	MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN
<p align="center"><b>FLUJO DE LODO DESPRENDIMIENTO DE ROCAS DERRUMBES</b></p>	<p>Zonas residenciales en incipiente nivel de consolidación urbana, localizadas en las faldas de los cerros con pendientes muy elevadas y que se caracterizan por estar en áreas de alto y muy alto riesgo físico ambiental.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración del Inventario de Desastres Naturales del distrito.</li> <li>• Elaboración del Mapa de Riego Ambiental del distrito.</li> <li>• Elaboración de Normas Ambientales de Prevención de Desastres Naturales de Tipo Físico Natural.</li> <li>• Desarrollar Programas de Forestación en las laderas altas del distrito</li> <li>• Diseño de Ornato Vial en zonas de muy alto y alto riesgo ambiental de tipo físico natural.</li> <li>• Construcción de muros de contención, diques de taludes, fijación de rocas sueltas <i>in situ</i>.</li> <li>• Identificación de zonas de refugio y vías de escape en caso de sismos y otros peligros físicos naturales.</li> <li>• Prohibir la ocupación del suelo para uso urbano o de cualquier otra índole, a través de la zonificación del uso del suelo actual.</li> <li>• Prohibir y controlar la ocupación y el asentamiento urbano de los conos deyección de las quebradas.</li> </ul>
	<p>Ecosistemas naturales como lomas costeras y embalses estacionales ubicados en la parte alta del distrito.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementación de normas ambientales referidas al uso, manejo y clasificación de los recursos naturales, definiéndose como zonas de reserva ecológica.</li> <li>• Implementación de atrapanieblas.</li> <li>• Delimitar la zona del ecosistema de lomas.</li> <li>• Construir el cerco perimétrico de la zona del ecosistema de lomas.</li> <li>• Impulsar la preservación y conservación de especies naturales forestales de tipo vegetación de lomas oriundas del lugar.</li> <li>• Implementación de Programa de Control y Manejo de Lomas.</li> </ul>
<p align="center"><b>INUNDACIONES POR</b></p>	<p>Borde limítrofe con San Juan de Lurigancho, comprendiendo las unidades Geomorfológicas de cadena de montañas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuperación de especies forestales nativas en vías de extinción.</li> <li>• Implementación del Programa de Control y Manejo de Lomas.</li> <li>• Promoción de los entornos naturales como un entorno y recurso paisajístico.</li> <li>• Elaboración de normas ambientales que protejan y señalen el uso sostenido de los entornos naturales en el distrito de Comas.</li> <li>• Implementar un programa de control urbano a fin de evitar la ocupación de esta zona.</li> </ul>

<p style="text-align: center;"><b>DESBORDE DEL RÍO CHILLÓN</b></p>	<p><b>Asociación de vivienda de tipo informal y/o formal; y parcelas agrícolas.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Considerar e implementar la Faja Marginal del Río Chillón como una zona de protección ribereña, la cual es definida tan igual a la faja marginal del río Chillón (según Resolución Administrativa 263-2001- AG-DRA-LC / ATDR. CHRL).</li> <li>• Efectuar obras de encauzamiento y enrocado del río Chillón.</li> <li>• Construcción de muros de contención y diques en zonas más críticas.</li> <li>• Se debe efectuar una adecuada limpieza y descolmatado.</li> <li>• Implementación de cultivos de surcos casi paralelos a las curvas de nivel, dándoles pequeña pendiente.</li> <li>• Prohibir la ocupación del suelo y la construcción estructuras en las zonas de muy alto y alto peligro por inundaciones.</li> <li>• Disminuir los puntos críticos por acumulación de residuos sólidos.</li> <li>• Implementación de diferentes especies forestales compatibles al tipo de suelo.</li> <li>• Control y manejo especial a los residuos sólidos.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>AFLORAMIENTO DE AGUAS SUB-TERRÁNEAS</b></p>	<p><b>Centros poblados en consolidación urbana incipiente y que en la actualidad se encuentran en estado de emergencia.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impulsar la seguridad física de las viviendas y de la población existente.</li> <li>• Lograr el acondicionamiento urbanístico de las zonas aledañas recuperables.</li> <li>• Implementación del Proyecto Integral de Drenaje en el que se considere a los canales de irrigación a fin de utilizar las aguas del afloramiento subterráneo.</li> <li>• Acondicionamiento del suelo de tal manera que esté apto para la vivienda.</li> <li>• Elaborar la microzonificación del área afectada.</li> <li>• Generación de un Sistema de Riego para áreas verdes urbanas.</li> <li>• Reubicación de los pobladores asentados en las zonas más críticas. Desarrollar programas de control urbano en esta zona, a fin de evitar el crecimiento urbano y la construcción de viviendas.</li> <li>• Elaborar e implementar un diseño del tipo de vivienda compatible con las características del suelo.</li> <li>• Implementar programas de control sanitario.</li> <li>• Garantizar el desarrollo de programas y campañas preventivas de salud.</li> <li>• Considerar a esta zona como una reserva ecológica con fines de turismo.</li> <li>• Conformar brigadas de defensa civil y brigadas ecológicas. Desarrollar campañas de sensibilización y capacitación a la población.</li> <li>• Implementar programas deletrización.</li> <li>• Implementar programas de calidad del agua para consumo humano.</li> </ul>

	<p><b>Parcelas agrícolas amenazadas por la ocupación urbana informal.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar zonas de refugio en caso de sismos y agrave del afloramiento.</li> <li>• Garantizar el desarrollo de programas y campañas preventivas.</li> <li>• Conservar el área intangible del río Chillón: Faja Marginal.</li> <li>• Elaborar estudios específicos: mecánica de Suelos, hidrogeológico, nivel de la napa freática, sismo resistencia del suelo.</li> <li>• Implementar programas de control urbano en zonas en las que se ha evidenciado la presencia de afloramientos de aguas subterráneas a fin de evitar la ocupación informal del suelo.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Contaminación ambiental.</b></li> <li>• <b>Desorden urbano.</b></li> <li>• <b>Déficit de servicios básicos.</b></li> <li>• <b>Déficit de áreas verdes.</b></li> <li>• <b>Otros.</b></li> </ul>	<p><b>Diversas actividades urbanas que se caracterizan por no ser óptimas, originando el deterioro del medio ambiente y poniendo en peligro la salud de las poblaciones asentadas en esta zona (zona baja, media y alta del distrito).</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño y densificación de áreas verdes en las bermas centrales de las avenidas del distrito.</li> <li>• Manejo integral de los residuos sólidos domiciliarios, hospitalarios y los de tipo peligroso.</li> <li>• Reciclaje y comercialización de residuos sólidos.</li> <li>• Mejoramiento del estado de conservación de las áreas verdes urbanas.</li> <li>• Ordenamiento del comercio informal.</li> <li>• Implementar el sistema local de gestión ambiental.</li> <li>• Programas y campañas de prevención de desastres naturales.</li> <li>• Programa de higiene a la vivienda.</li> <li>• Identificación de zonas de refugio en caso de sismos.</li> <li>• Programa de seguridad en caso de incendios y/o explosiones.</li> <li>• Revisiones periódicas a los equipos contra incendios.</li> <li>• Implementar programas de diseño urbanístico sismo resistente.</li> <li>• Conformar brigadas ecológicas y de defensa civil.</li> </ul>

### **9.7. EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO CHILLÓN**

El establecimiento de la población en las márgenes de los ríos ha sido un proceso natural debido a la riqueza que ofrecen sus suelos y el hábitat, pero en la actualidad el desborde urbano está deteriorando el equilibrio natural del ecosistema fluvial siendo uno de los principales factores que degeneran la calidad del agua y sus riberas.

Las condiciones actuales de los ríos, requieren del estudio de su comportamiento ante ciertas perturbaciones, generadas por el ser humano, sus características iniciales, su



desarrollo y la interacción con el medio circundante, para poder reconocer las consecuencias de su deterioro, entender la importancia de su preservación y valorar los productos generados por una cuenca en equilibrio.

La educación es la mejor arma para combatir todos y cada uno de estos males y generar una salud ambiental en el entorno de la cuenca, Las Municipalidades y el gobierno local, con el apoyo de la empresa privada, tienen el deber de realizar actividades de concientización, sobre todo en las escuelas, ya que finalmente son los niños los más afectados, de igual forma se debe mejorar el recojo de basura producida sobre todo por los pobladores que se ubican alrededor de la Cuenca del río Chillón, además de implementar los servicios de agua y desagüe.

La elección de un futuro distinto para el río Chillón está en la capacidad de educar a la población, por parte de quienes tienen (o deberían tener) el conocimiento y la capacidad para revertir la situación; las autoridades y la población organizada en ciudadanía ambiental.

Por lo tanto, se debe fomentar una sensibilización ambiental en la población que habita dentro de la Cuenca del río Chillón, mediante la implementación de una campaña masiva de Educación Ambiental.

#### **9.7.1. Formación de escuelas para el desarrollo sostenible de la Cuenca del río Chillón**

En mayo del 2007 se conforma la Red de Escuelas para el desarrollo sostenible, en el marco de movimiento de Escuelas seguras, limpias y saludables, promovidas por el Ministerio de Educación, el decenio de la Educación para el Desarrollo Sostenible 2005-2014, y del proyecto Empoderamiento Social para la gestión participativa de la cuenca del Chillón, ejecutada por Alternativa (2006-2009), con la participación de 16 instituciones educativas en la cuenca baja del río Chillón, involucrando a los distritos de Comas (5), Carabayllo (6) y Puente Piedra (5), posteriormente en el año 2008 se incrementa la cuenca media y alta y se tiene a los distritos de Yangas, Canta, Huaros y Culhuay.

La red tiene como propósito contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de los padres de familia, alumnos y docentes y al óptimo desarrollo de capacidades fomentando el uso del ámbito de la cuenca, como espacio estratégico para promover una Escuela para el Desarrollo Sostenible, que incorporen en su gestión pedagógica e institucional, acciones económicas, sociales políticas y culturales que permitan el establecimiento de relaciones apropiadas del educando con los seres actuales y futuros de su medio ambiente.

### **9.7.2. Objetivos específicos**

\* Sensibilizar e involucrar a la comunidad educativa en acciones orientadas al mejoramiento de la calidad de vida, promoviendo la valoración de las potencialidades de la Cuenca del río Chillón y la práctica de actividades para su recuperación, orientadas a formar estilos de vida saludables, hábitos de limpieza y cuidado del entorno escolar, conservación ambiental y uso sostenible de los ambientes y recursos de la institución educativa.

\* Iniciar el proceso de conversión en Escuela para el Desarrollo Sostenible, es decir, una escuela cuyos indicadores de gestión institucional, pedagógica y acciones, sociales, políticas y culturales se vean reflejados en la mejora de su entorno escolar y calidad de vida de sus miembros actuales y futuros dentro de un marco de relaciones apropiadas con los demás seres del ambiente, involucrando y participando en acciones de movilización social para el mejoramiento de sus espacios urbanos y naturales, así como de los recursos, y ecosistemas naturales de la Cuenca del río Chillón.

\* Se encuentran en marcha las actividades relacionadas a la Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible 2005-2014, a través de la capacitación, implementación y desarrollo de acciones de los diferentes actores educativos.

**Cuadro N° 9.12**  
**Instituciones Educativas de la red de Escuelas para el Desarrollo Sostenible**

<b>Distritos</b>	<b>Instituciones Educativas</b>
Comas	2031 José Valverde Caro 2026 Simón Bolívar 3061 Jorge Chávez Dartnell 8157 República de Francia José Martí
Carabayllo	8168 Los Ángeles de Naranjal 3512 Chicars 3507 Caudivilla 3054 La Flor Raúl Porras Barrenechea Tungasuca
Puente Piedra	2064 República Federal de Alemania 8180 Celso Lino Ricaldi 5172 Hijos de Luya 2069 Santa Rosa Abraham Valdelomar
Santa Rosa de Quives	Santa Rosa de Yangas
Canta	Gabriel Moreno
Huaros	Digno Maestro
Culhuay	Héroes de Sangrar

Fuente: ONG-Alternativa

### **9.7.3. Actividades de la Red de Escuelas para el Desarrollo Sostenible**

Dentro del plan de trabajo de la Red de Escuelas para el Desarrollo Sostenible de la Cuenca del río Chillón se han programado las siguientes actividades:

#### **9.7.3.1 Capacitación a Docentes**

Realizar programas de capacitación que permitan desarrollar competencia de los docentes en el diseño y aplicación de instrumentos de gestión ambiental, institucional y pedagógica, así como ejercitar a los docentes en el uso de estrategias y metodologías de la educación ambiental, para abordar conjuntamente con los educandos y la comunidad las potencialidades y problemática ambiental en la Cuenca del río Chillón

#### **9.7.3.2. Curso y Talleres de Capacitación**

Se han llevado a cabo los siguientes cursos y talleres de capacitación:

- 1.- Curso: Planeamiento y Gestión de calidad en las escuelas para el desarrollo sostenible de la Cuenca del río Chillón. Recorrido, potencialidades y

- problemática de Lima Norte (Setiembre 2007)
- 2.- Curso Taller: Proyectos Educativos Ambientales (Setiembre 2008)
  - 3.- Taller con brigadas ecológicas (Octubre 2008)
  - 4.- Curso taller: diversificación Curricular en el marco de la Educación Ambiental como tema transversal (Abril 2010)
  - 5.- Taller: Guía metodológica para docentes del atlas de la Cuenca del río Chillón (Junio 2010)

### **9.8. Líneas de Investigación a Futuro en la Cuenca del río Chillón**

Se propone las siguientes líneas de investigación en la Cuenca del río Chillón:

- 1.- Tratamiento de las aguas Residuales en toda la Cuenca del río Chillón.
- 2.- Gestión de Residuos Sólidos en la Cuenca baja del río Chillón.
- 3.- Monitoreo de la calidad del aire en la Cuenca media y baja del río Chillón.
- 4.- Estudio del efecto del Cambio Climático en la Agricultura y Fauna en la Cuenca del río Chillón.
- 5.- Mitigación de Pasivos Ambientales en la Cuenca del río Chillón.
- 6.- Proyecto de preparación artesanal de compost a partir de desechos orgánicos para ser usados en el valle del Chillón.
- 7.- Monitoreo de metales pesados y coliformes fecales en la calidad del agua en la Cuenca alta y media del río Chillón en forma mensual.
- 8.- Uso de pesticidas orgánicos en sembríos de vegetales de tallo largo y corto.
- 9.- Proyecto de rehabilitación y reforestación en la ribera del río Chillón.
- 10.- Proyecto de protección y conservación de zonas ecológicas en la Cuenca del río Chillón.
- 11.- Evaluación y tratamiento del acuífero en la Cuenca del río Chillón.
- 12.- Educación Ambiental hacia el desarrollo sostenible en la Cuenca del río Chillón.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

- La Cuenca del río Chillón, se encuentra comprendida entre la Cordillera de la Viuda, por el Este, y el borde del Océano Pacífico por el Oeste. Tiene una superficie aproximada de 2,225 Km<sup>2</sup>, un perímetro de 279 Km y una pendiente topográfica media de 4.5%.
- En el amplio cono deyectivo del río Chillón, se presenta un extenso y potente manto freático, actualmente sometido a una indiscriminada explotación, con un bombeo equivalente a 1600 litros/ segundo.
- La recarga de esta napa freática se produce mediante dos fuentes de alimentación:
  - De las filtraciones de las aguas del río Chillón y de sus canales de riego.
  - Por el afloramiento de aguas de profundidad en el área del Zapallal, con temperaturas de 26 y 27°C.
- Las fuentes de agua del río Chillón son de 4 tipos:
  - Agua superficial no regulada (Escurrecimiento superficial del río Chillón).
  - Agua superficial regulada Represamiento de las lagunas.
  - Agua subterránea.
  - Agua de recuperación o de cola.
- En la zona agrícola es posible la ocurrencia de un peligro físico natural, la cual está siendo ocupada por asentamientos humanos de manera informal, las viviendas existentes en dicha zona han sido construidas con material noble, y

se han usado dosificaciones inadecuadas de mezclas en la cimentación, lo cual significa que no se tuvo en cuenta que la napa freática se encuentra en la actualidad a 20 cm, de la superficie del suelo.

- En las Pampas de Ventanilla existen condiciones muy favorables para las ocurrencias de fenómenos de licuefacción espontánea de las arenas.
- Las características geomorfológicas de la Cuenca húmeda o receptora de lluvias (superficie accidentada con fuertes pendientes) y su bajo poder retentivo de humedad (suelos con escasa cobertura vegetal) determinan que las descargas del río tengan una respuesta inmediata a las precipitaciones pluviales
- En el escenario a corto plazo los niveles de confiabilidad indican que existirá un déficit hídrico de 16.5 MMC entre los meses de julio y diciembre, agudizándose el nivel en el mes de diciembre, principalmente en los sectores San Lorenzo, Carabayllo, Isleta y La Cachaza, esto último debido a que se espera mayor competencia entre los usos agrícola y poblacional.
- En la Cuenca del río Chillón, se han identificado cinco (05) unidades hidrogeológicas, siendo los depósitos aluviales los más importantes para la prospección y explotación de las aguas subterráneas.
- Actualmente se explota del acuífero una masa de agua subterránea, equivalente a 66'153,985 m<sup>3</sup> por año, mayormente utilizados para uso doméstico (40'365,257 m<sup>3</sup>).
- La cuenca baja del río Chillón, en caso de ocurrencia del fenómeno El Niño es propensa a inundaciones producto de la crecida del río Chillón, debido a que se encuentra ubicado en un foco de deyección natural del río, existiendo en dicha cuenca viviendas y plantas envasadoras de gas licuado.

- En la Encañada Chuquitanta, debido al represamiento inducido por la Encañada Cucaracha, se está produciendo la sedimentación de los sedimentos que el río acarrea desde la cuenca alta; proceso intensificado por la abundante acumulación de desmontes urbanos de la Ciudad de Lima y El Callao. Estos procesos están poniendo en peligro la Zona por que las máximas crecidas podrían generar desbordes del río y causar destrucción de extensas zonas urbanas de Chuquitanta.
  
- De acuerdo a la Ley de Recursos Hídricos N° 29338 y la Resolución Jefatural N° 002-2010 –ANA, Anexo N° 1, clasifica a las aguas del río Chillón como Categoría Subc: 1-A2
  - a) Desde el Puente Huaros hasta el Km 90 aguas abajo de Canta - zona óptima
  - b) Desde el Km 90 aguas abajo hasta la altura del Puente Magdalena – zona de mediana a baja contaminación.
  - c) Desde la altura del Puente Trapiche en adelante – zona de mayor riesgo potencial de contaminación. En esta ubicación le corresponde la Categoría 3, “Agua a ser usada para riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto”
  
- La contaminación en la cuenca baja del río Chillón, depende de una serie de factores entre los que se puede señalar las actividades humanas que la consideran como un botadero de basura, las actividades industriales dedicadas a la fabricación de pinturas, fundición, papeleras clandestinas, reciclaje de residuos sólidos, acumulación de desmonte, crianza de animales, arrojo de aguas residuales, asentamientos humanos (AA.HH), los cuales carecen de servicios de agua y desagües se aprecia que el color de las aguas del río Chillón se deterioran, existiendo un total incumplimiento de las normativas existentes.
  
- Otro de los impactos negativos más fuertes en la cuenca baja del río Chillón, es la existencia de criaderos de cerdos cercanos a la ribera del río que en su mayoría se alimenta de basura arrojada al río. siendo, los desechos o desagües

de estas actividades son abiertamente arrojados al lecho de río sin siquiera recibir dichos efluentes un mínimo tratamiento primario.

- El agua del río Chillón no es apta para riego de vegetales y bebida de animales ya que la concentración de dos parámetros como son coliformes fecales y coliformes totales superan el Estándar Nacional de Calidad Ambiental para el agua en la categoría 3, siendo su principal fuente de contaminación el canal de la Cachaza, por lo tanto los Coliformes fecales y Totales, superan los valores del ECA, D.S N° 002.2008-MINAM, Categoría Subc: 1-A2, Categoría 3.
- En un estudio realizado por Inrena se señala que el 86% de las muestras analizadas de agua de pozo no son aptas para consumo humano, siendo las fuentes de contaminación las prácticas inadecuadas del manejo del agua y el agua del canal de la Cachaza que se infiltra en el manto freático.
- En las visitas de campo se observa, que la Junta de Regantes de terrenos de cultivo del río Chillón utilizan al máximo el agua del río, de tal manera que se llega a ver tramos del cauce completamente secos, luego el caudal se incrementa con caudales procedentes de descargas de criaderos de cerdos y descargas industriales ubicadas en las riberas del río, tal como viene ocurriendo cerca de la Asoc. San Martín de Porres en Carabayllo
- Los agricultores del valle del río Chillón que se ubican aguas abajo de la descarga del vertimiento de las industrias papeleras son los más perjudicados ya que este efluente al ser descargado en las aguas del río Chillón trae consigo gran cantidad de sustancias orgánicas cloradas y soda cáustica produciéndose dioxinas. El impacto negativo de estos efluentes se muestra en la fotografía N° 10-1, se observa que los suelos de los sembríos de flores y hortalizas se ven contaminados por estos productos químicos.
- Cabe mencionar que en la reunión de junta de regantes del río Chillón se observa la pasividad del gobierno central, sobre todo la ANA, ya que en varias



oportunidades dichos usuarios se han quejado de la gran contaminación de los efluentes de las papeleras Yesicar y la Resolución Directoral N° 073-2011-ANA-DGCRH, dice que dichos efluentes de esta papeleras se encuentran dentro los valores del ECA para agua, y el D.S N°002.2008-MINAM, Categoría 3, pero la contaminación del canal de la cachaza, se sigue produciendo ya que estos señores arrojan sus efluentes en horas de madrugada para de ese modo evadir los resultados de toma de muestras.

- Debido a la excesiva contaminación de las aguas del río Chillón en la cuenca baja se reportan enfermedades de tipo diarreico, malaria, dengue, intoxicaciones severas e infecciones respiratorias
- Cuando las aguas residuales sin tratar son vertidas a los cuerpos de agua, el hábitat de la vida acuática y marina se verá afectado por acumulación de sólidos, el oxígeno disminuirá por la descomposición aerobia de la materia orgánica y los organismos acuáticos se perjudicaran debido a la presencia de sustancias tóxicas, pudiéndose producir la eutrofización, con molesta vegetación que puede afectar la pesca y las áreas recreativas.
- El Gobierno para el presente año ha otorgado medidas extraordinarias con la finalidad de acelerar la ejecución de ampliación y mejoramiento del colector de Puente Piedra y el tratamiento de aguas servidas del área de drenaje de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de Puente Piedra, esperamos se haga efectiva tal medida
- Por otro lado cabe señalar que no sólo el Estado es el único que invierte; también existen algunas Organizaciones No Gubernamentales (ONG), que lo hacen en este sector de agua y saneamiento, pero les falta un control y la Fiscalización de los órganos competentes.
- Observamos que la contaminación de las aguas subterráneas se produce por la migración de los contaminantes desde la superficie hasta los acuíferos subterráneos adyacentes. Este proceso es relativamente lento, dependiendo

principalmente de las características del suelo y del tipo de contaminante, así por ejemplo, los metales pesados peligrosos (cadmio, plomo, arsénico, hierro) tienden a ser inmovilizados por precipitación, u otros procesos, en muchos acuíferos, pero migran significativamente en sistemas de aguas subterráneas con bajo pH.

- De los vertimientos hallados en la Cuenca del río Chillón, se concluye finalmente que ninguno de ellos recibe siquiera un tratamiento primario.
  
- Finalmente decimos que la educación es la mejor arma para combatir todos y cada uno de estos males y generar una salud ambiental en el entorno de la Cuenca del río Chillón, Las Municipalidades y el gobierno local, con el apoyo de la empresa privada, tienen el deber de realizar actividades de concientización, sobre todo en las escuelas, ya que finalmente son los niños y jóvenes los más afectados con la contaminación de las aguas del río Chillón.

## RECOMENDACIONES

- Sugerir a las autoridades (regionales y locales) no solo la promulgación y vigencia de leyes, sino su aplicación real y efectiva para la protección del medio ambiente. Es de necesidad pública la participación del estado en la difusión de las leyes en las comunidades, sectores de riego, junta de usuarios de riego de la Cuenca del río Chillón.
- Es necesario aplicar políticas de reforestación con plantaciones de árboles de eucalipto en la cuenca media y alta del río Chillón, para evitar los deslizamientos de rocas y tierra.
- En las zonas rurales, las aguas río, aguas subterráneas, que cubren el consumo local de la población deben ser tratadas antes de ser consumidas.
- Utilizar el recurso hídrico subterráneo racionalmente, mediante sistemas de riego tecnificado e implementar cultivos con alta rentabilidad y de baja demanda de agua.
- Solicitar al SENAMHI que los informes sobre las descargas máximas instantáneas de las estaciones limnigráficas Obrajillo y Puente Magdalena, se encuentren a disposición de los tesisistas.
- Se recomienda que la ANA, realice regularmente el control de las descargas de contaminantes tóxicos y peligroso para la salud del poblador ribereño y del medio ambiente sobre todo en metales pesados como, cromo, arsénico, plomo y sobre todo la presencia de coliformes fecales y totales en la cuenca baja del río Chillón.
- Es necesario que se coordine y gestione proyectos para sistemas de redes de agua, desagüe a los pueblos jóvenes que están asentados en la ribera del río, para

disminuir la alta carga microbiológica y no afecte a las aguas de regadío en la zona de Chuquitanta en San Martín de Porres, Carabaylo, Callao, Ventanilla, Comas y Puente Piedra.

- Para un adecuado manejo del recurso agua y control de efluentes es necesario implementar un eficiente programa de monitoreo que garantice tener una información constante sobre la calidad del agua y sus variaciones en el área donde se realicen las actividades industriales y cómo descargan en la Cuenca del río Chillón.
- Es necesaria la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano, aguas superficiales, agua subterránea y agua de regadío donde es apremiante por la gran población expuesta a las condiciones de insalubridad que presentan actualmente, lo que conlleva a la necesidad de capacitar a la población.
- Se recomienda al poblador ribereño de la Cuenca del río Chillón, evitar en lo posible la quema de basura, y no derrochar el agua, sobre todo tener en cuenta que el agua es el elemento más valioso e importante para el ser humano por lo tanto debemos cuidarlo.
- Iniciar políticas públicas de educación de protección al medio ambiente, la que debe iniciarse en el hogar, con los padres de familia, quienes necesitan recibir previamente información para conocer los riesgos ambientales presentes no solo en sus hogares, sino en su comunidad.
- Se demanda mayor presencia del Estado a través del sector Salud y gobiernos locales, así como reasignar recursos para la inversión, operación y mantenimiento en el aspecto de la infraestructura de agua y manejo de residuos sólidos urbanos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Brack Egg, Antonio y Yauri Héctor (2009): “Un País Maravilloso, Guía de Educación Ambiental”, Lima-Perú

Besoain Eduardo. (2002): Mineralogía de Arcillas de Suelos, Amazon-Orton IICA. Buenos Aires – Argentina.

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, CEPIS. (1999): “Control de la Contaminación del Agua”, pp.15 a 50. Lima-Perú.

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, CEPIS. (1999): “La Calidad del Agua Potable en América Latina”.

CIDAG (1994): “La Preservación y Conservación de la Cuenca es el Eje del Desarrollo Agrícola”.

Consorcio BLASA S.A. Ing. Roberto Ribeiro A. (2001): Informe Hidrológico Estudio de Factibilidad y Ampliación de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado de los Ex Fundos Oquendo, Santa Rosa, Naranjal, Chuquitanta y Parque Porcino en los Distritos de San Martín de Porras y Callao Lima-Perú.

Comunidad Andina “Manual Técnico para el Registro y Control de Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola”. Artículo 70 de la Decisión 436.

Dirección Nacional de Censos y Encuestas. (Abril de 1996): Instituto Nacional de Estadística e Informática, INEI. “Censos Nacionales 1996”. IX de Población, IV de Vivienda. Resultados Definitivos a Nivel Provincial y Distrital. Provincia: Lima, Canta. Departamento de Lima.

Gobierno Regional del Callao (2003):“Programa de Educación Ambiental para la Conservación del Río Chillón en la Región Callao”.

INRENA, (1994): Cuenca del Río Chillón Lima-Perú.

Instituto Nacional de Estadística e Informática, INEI. Abril de 1994: “Censos Nacionales de Población IV de Vivienda”. Resultados Definitivos a Nivel Distrital. Provincia Constitucional del Callao.

INRENA, (Octubre del 2003): “Estudio Integral de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Río Chillón, Inventario de Fuentes de Agua Subterránea en el Valle del Chillón” INRENA, pp. 106 a 109 Lima-Perú.

INRENA, Octubre, 2003: Memoria Final, “Estudio Integral de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Río Chillón” Hidrología Superficial, pp.17 a 149.

Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA): (1996.-2005): “Diagnóstico de la Calidad del Agua de la Vertiente del Pacífico” Lima-Perú.

Instituto Nacional de Estadística e Informática, INEI. (1999): “Población, Mujer y Salud”. Lima y Callao. Lima – Perú.

IPES. Proyecto Switch, Julio (2007): “Tratamiento y Uso de Aguas residuales para Agricultura Urbana y Aéreas verdes, Panorama de Experiencias de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales en la ciudad de Lima”, Lima-Perú.

“Ley Recursos Hídricos Ley N° 29338, (30/03/2009) Lima-Perú.

Los valores del ECA, (31/07/08) D. S N°002.2008-MINAM, Categoría-Subc: 1- A2, Categoría 3, Lima-Perú.

Ministerio de Agricultura (Enero de 1996): Instituto Nacional de Estadística e Informática, INEI. “III Censo Nacional Agropecuario”. Resultados Definitivos. Departamento de Lima. Dirección Técnica de Censos y Encuestas. Lima-Perú.

Ministerio del Ambiente (Agosto 2010): Proyecto Línea Base Ambiental de Cuenca de Ríos Informe Final, “Estudio Línea de Base Ambiental de la Cuenca del Río Chillón” Lima-Perú.

Ministerio de Salud, MINSA. (2008): “Registro Diario MINSA – DISA III, Lima Norte”. Lima – Perú.

Ministerio de Agricultura. (8/05/2000): Aprueban el Reglamento para el Registro y Control de Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola. D.S. N° 0162000-AG.

Ministerio de Salud, DIGESA, (2008-2009-2010): La Vigilancia y Monitoreo de la Cuenca del Río Chillón y los Niveles de Contaminación del Agua, Lima-Perú.

Municipalidad de Lima Metropolitana. (2005): Estudio de Evaluación de Puntos Críticos de Contaminación en la Cuenca Baja del Río Chillón del Grupo Técnico Estratégico de la Cuenca Baja del Chillón

Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN): (1971): “Evaluación de Aguas Subterráneas y Uso Racional de los Recursos Naturales”.

Organización Naciones Unidas. ONU (1980): El Uso de Agroquímicos en la Zona y Uso de Alternativas para Enriquecer Suelos Fértiles.

ONG Alternativa. (2005): Plan de Ordenamiento de la Cuenca del Chillón.

ONG Alternativa. (2005): Grupo Técnico Estratégico de la Cuenca Baja del Río Chillón.

Peña Carlos E., Carter Deán E. Ayala Félix - Fierro. (2001): Toxicología Ambiental. Evaluación de Riesgos y Restauración Ambiental. University of Arizona. 4: 137 a 170.

Pérez V. Guillermo Instituto de Geología y Minas. (1978): Estudio Geodinámico y Geotécnico de la Cuenca del Río Chillón Lima-Perú.

Pérez Verástegui G. (1993): Estudio Hidrogeológico de la zona comprendida entre-La Pampilla - El Cerro La Regla y la Hacienda Chuquitanta Provincia del Callao-Instituto de Investigaciones y Fomento Mineros.

PROAGUA, GTZ. (2004): “Manual de Educación Sanitaria y Ambiental” Huancavelica Perú, 2004.

Reátegui Lozano Rolando. (1999): Análisis Crítico del Modelo de Enseñanza Transversal en Educación Ambiental en la Comunidad de Valencia y Propuestas Para Un Nuevo Enfoque. Universidad de Valencia. Facultad de Ciencias Biológicas Departamento de Biología animal. Programa de Doctorado en Contaminación Ambiental Madrid-España.

Serrano Varela María Inés (1999): “Enfermedades Infantiles por Agua Contaminada”. Buenos Aires – Argentina.

Servicio de Agua y Alcantarillado de Lima. SEDAPAL (1994): “Calidad del Agua Subterránea de los Acuíferos Rímac y Chillón”. Lima – Perú.

Servicio de Agua y Alcantarillado de Lima. SEDAPAL (1999): “Estudio de Factibilidad del Desarrollo para el Aprovechamiento Óptimo de las Aguas Superficiales y Subterráneas del Río Chillón”. Lima – Perú.

Tchobanoglous Crites. (2001): Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Poblaciones Mc Graw Hill. Santa Fé de Bogotá. Colombia. 2: 21 a 105, 11: 665 a 709.



# **ANEXOS**

## **ANEXO N° 01**

**PLANO DE UBICACIÓN DEL INSTITUTO**

**GEOGRÁFICO MILITAR – SEDAPAL - N° 01**

**PLANO DE MONITOREO DE LA CUENCA  
ALTA Y MEDIA - N° 04**

**PLANO DE MONITOREO DE LA CUENCA  
BAJA - N° 05**

**PLANO DE CONTAMINACIÓN DE LA CUENCA  
BAJA - N° 06**

**ANEXO N° 02**  
**MODELO DE ENCUESTA DE**  
**CONDICIONES AMBIENTALES 18/08/11**

**ANEXO N° 02****Modelo de Encuesta de Condiciones Ambientales 18/08/11**

El objetivo de la presente encuesta es analizar las condiciones ambientales a las cuales se expone el poblador, deseamos conocer sus necesidades primordiales, y el fin que se persigue es el mejoramiento de la calidad de vida, por lo tanto solicitamos su colaboración

**I.-Datos generales**

- 1.-Nombre del Asentamiento Humano o Asociación de vivienda \_\_\_\_\_  
 2.-Cuantas familias viven en el Asentamiento Humano o Asociación \_\_\_\_\_  
 3.-Cual es el distrito al cual pertenecen \_\_\_\_\_

**II.-Servicios Básicos: es importante saber cuáles son los medios de obtención de agua para consumo de la población**

- 4.-Cual es la Fuente de Agua.....  
 5.-Cuanto le cuesta el agua.....  
 6.-Tiene desagües ( ), No ( ), Tiene Letrinas Sí ( ) No ( ), Silos Sí ( ) No ( )  
 7.-Existen Vectores ( ), ratas ( ), Zancudos ( ), moscas ( ), otros Sí ( ) No ( )

**III Residuos Sólidos**

- 8.-Cada que tiempo recogen los residuos Sólidos \_\_\_\_\_  
 9.-Quien realiza el recojo de residuos Sólidos \_\_\_\_\_  
 10.-Cuanto se Paga \_\_\_\_\_

**IV.- Organización y Gestión**

- 11.-Su Asociación de Vivienda está haciendo trámites para el saneamiento del agua y desagüe con la Municipalidad u otra Institución Sí ( ) No ( )  
 ¿Qué Institución?.....  
 12.- La Municipalidad de su Distrito se preocupa por su Sector, Sí ( ) No ( )

**V Salud**

- 13.-Existe algún puesto de salud cercano Sí ( ) No ( )  
 14.-Como se llama el establecimiento de salud  
 15.-Que enfermedades padece.....  
 16.-Se enferma de diarreas continuamente Uds. o sus hijos Sí ( ) No ( )  
 17.-El Ministerio de Salud los visita, hacen campañas de Educación Sanitaria?

**VI.-Estrato Social**

- 18.- En que trabaja....., 19.-Cuanto gana.....

**VII.-Educación**

- 20.-Nivel de Educación ( ), Primaria © (i) ( ), Secundaria © (i) ( )  
 Técnico ( ), Superior ( )  
 21.-Existen Colegios cerca de la Zona ribereña: Sí ( ) No ( )  
 22.-Como se llama el Colegio donde estudian sus hijos.....  
 .....  
 23.-Sabe del cuidado del Medio Ambiente Sí ( ) No ( )  
 24.-Le gustaría que le enseñen Educación Ambiental a Usted y a sus Niños Sí ( ) No ( )  
 25.- De que problemas Ambientales padece más su Sector:.....  
 .....  
 26.- Esta Uds. consciente de los problemas ambientales en el lugar donde vive Sí ( ) No ( )  
 27.-Le gustaría que cambie Sí ( ) No ( ), No le interesa ( )  
 28.-Participa Uds. en la campaña de Limpieza con sus vecinos: Sí ( ) No ( )  
 29.-Que métodos utiliza para mejorar la calidad del agua que consume  
 .....  
 30.-Existen Zonas de recreación donde puedan ir sus hijos Sí ( ) No ( )

**ANEXO N° 03**

**ACTIVIDADES HUMANAS, QUE GENERAN**

**CONTAMINACIÓN EN LA CUENCA**

**ALTA, MEDIA Y BAJA**

**DEL RÍO CHILLÓN**

**Y**

**PUNTOS DE MONITOREO EN LA CUENCA**

**ALTA MEDIA Y BAJA DEL**

**DEL RÍO CHILLÓN**

**MINERIA INFORMAL STA ROSA DE QUIVES**

**ANEXO N° 03**

**Actividades Humanas, que generan Contaminación en la Cuenca alta del río Chillón**



**Fotografía N° 01**

**Contaminación de las aguas del río Chillón debido al turismo-Laguna de Chuchón  
Cuenca alta**



**Fotografía N° 02**

**En las orillas de la Laguna de Chuchón -Cordillera de la Viuda se observa residuos  
sólidos dejados por los turistas**



**Fotografía N° 03**

**El turista que visita la Laguna de Chuchón deja contaminantes no degradables.  
En la fotografía se observa un disco de CD dejado en dicha laguna**

**Actividades Humanas, que generan Contaminación en la Cuenca Media del río  
Chillón**



**Fotografía N° 04**

**La contaminación de las aguas del río Chillón se debe a la presencia de la actividad turística, y a los habitantes del pueblo de Obrajillo, que arrojan gran cantidad de residuos sólidos, en la orillas del río Chillón.  
Se aprecia en la vista la construcción de pozas para la crianza de truchas en la ribera del río Chillón-Obrajillo-Cuenca media-Año-2011**



**Fotografía N° 05**

**En la vista se aprecia que se arrojan desperdicios sólidos y materiales plásticos no degradables que contaminan el agua del río Chillón -Obrajillo**



**Fotografía N° 06**

**A la altura del Puente en el Pueblo de Obrajillo-Canta, el poblador del Valle del río Chillón no respeta al recurso hídrico, se siguen arrojando sólidos, y plásticos contaminando el hábitat de la vida acuática-Cuenca media-Obrajillo-Canta**

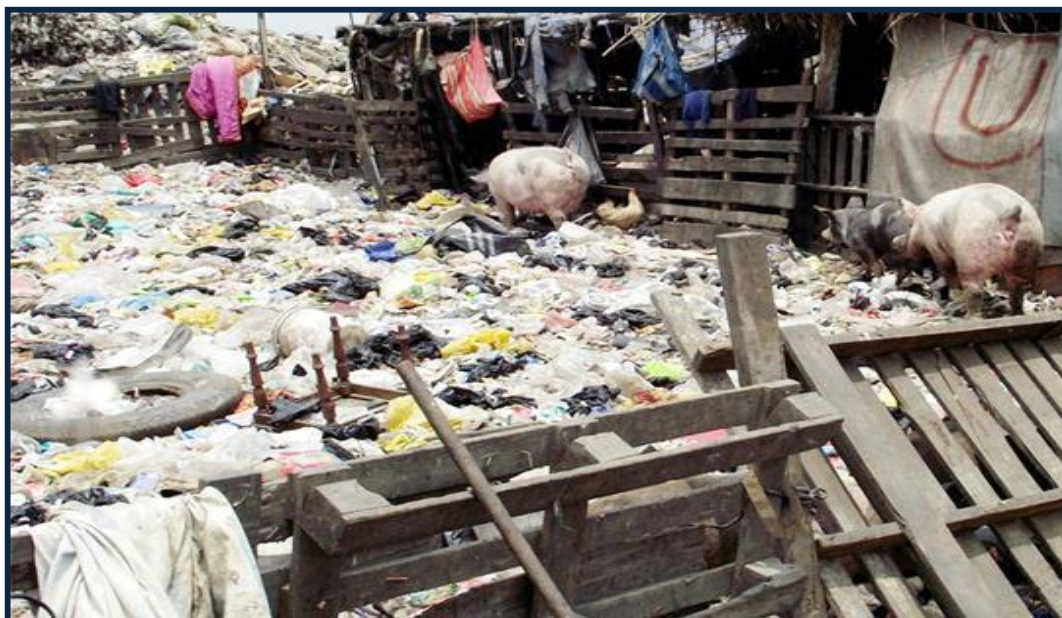


**Actividades Humanas y Agropecuarias que generan gran Contaminación en la Cuenca baja del río Chillón**



**Fotografía N° 07**

**Crianza de ganado vacuno y aves en la ribera del río Chillón-Cuenca baja Puente Piedra**



**Fotografía N° 08**

**En la vista se aprecia un criadero de cerdos, y gran cantidad de residuos sólidos en la ribera de la Cuenca baja del río Chillón-Ventanilla**



**Fotografía N° 09**

**Gran cantidad de residuos sólidos son arrojados en la ribera del río Chillón altura del Pte de Pro-Puente Piedra**



**Fotografía N° 10**

**Se aprecian en las vistas que el agua cambia de color debido a los vertimientos de los efluentes domésticos e industriales del Canal de la Cachaza-Puente Piedra**

**Puntos de Monitoreo en la-Cuenca alta y media del río Chillón**



**Fotografía N° 8.0**

**Nacimiento del río Chillón-Laguna de Chuchón-Cordillera de la Viuda-Canta**



**Fotografía N° 8.A**

**E-01-Toma de muestra en la laguna de Chuchón, Julio-2008,2009**



**Fotografía N° 8.B**  
**E-02-Altura del Puente de Huaros, Año 2008**



**Fotografía N° 8.C**  
**E-03-A 100 m, antes del Puente -Obrajillo, Año 2008**



**Fotografía N° 8.D**  
**E-04-Altura del Puente de Obrajillo, Año 2008**



**Fotografía N° 8.E**  
**E-05-Altura de la Estación Hidrométrica de SENAMHI-Obrajillo, Año 2008**



**Fotografía N° 8.F**  
**E-06-Altura del Puente Magdalena - Yangas, Año 2008**



**Fotografía N° 8.G**  
**E-07- Quebrada Caracol -Fundo Llipata-Checta, Año 2008**



**Fotografía N° 8.H**  
**E-08 El Olivar**



**Fotografía N° 8.I**  
**E-09 Altura de Punchauca – antes de SEDAPAL-Carabaylo**



**Fotografía N° 8.J**  
**E-10-Puente Chillón Altura de Pro, Año 2008**



**E-10-Puente Chillón Altura de Pro, Año 2010**



**Puntos de Monitoreo en la-Cuenca baja del rio Chillón**



**Fotografía N° 1 A**

**Aguas arriba del botadero de residuos de la curtiembre (Carabaylo) E-01**



**Fotografía N° 2 A**

**Frente a los residuos de curtiembre (Comas y Puente Piedra) E-02**



**Fotografía N° 3 A**

**Aguas abajo del botadero de residuos de la curtiembre (Comas y Puente Piedra) E-03**



**Fotografía N° 4 A**

**Frente a los residuos de la Planta de Fundición (Comas - Puente Piedra) E-04**



**Fotografía N° 5 A**  
**Aguas abajo de la Planta de Fundición (Comas-Puente Piedra) E-05**



**Fotografía N° 6 A**  
**Canal de regadío La Cachaza-E-06**



**Fotografía N° 7 A**  
**Pte. Chillón-Panamericana Norte(Los Olivos-Pte. Piedra) E-07**



**Fotografía N° 8 A**  
**Canal de regadío Chuquitanta (San Martín de Porres) E-08**



**Fotografía N° 9 A**  
**Limite con San Diego margen derecha –San Martín de Porras E-09**



**Fotografía N° 10 A**  
**Zona de diversidad biológica (Ventanilla-S.M.P) E-10**



**Fotografía N° 11 A**  
**Puente de la Av. Néstor Gambeta Callao-E-11**



**Fotografía N° 12 A**  
**Aguas abajo del Puente de la Av. Néstor Gambeta-Callao E-12**



**Fotografía N° 13 A**  
**Asentamientos Humanos Márquez y Víctor Raúl Haya de la Torre-E-13**



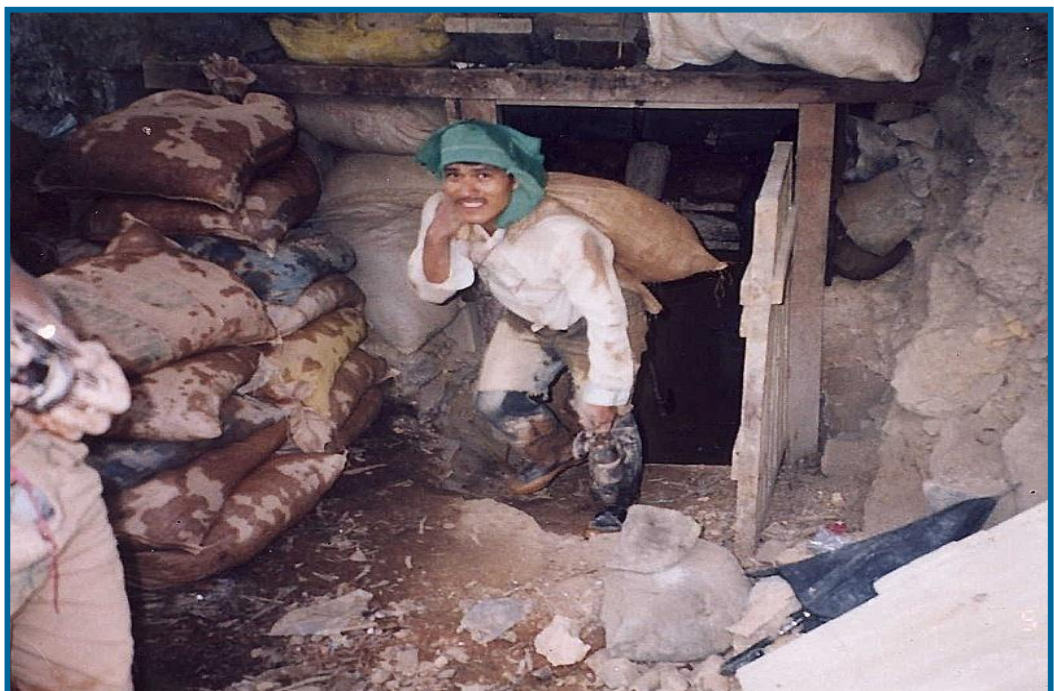
**Fotografía N° 14 A**  
**Desembocadura al mar-Callao E-14**

**MINERÍA INFORMAL – SANTA ROSA DE QUIVES**



**Fotografía N° 1-B**

**Ubicación de la minería informal en Santa Rosa de Quives**



**Fotografía N° 2-B**

**Minero artesanal saliendo del socavón**





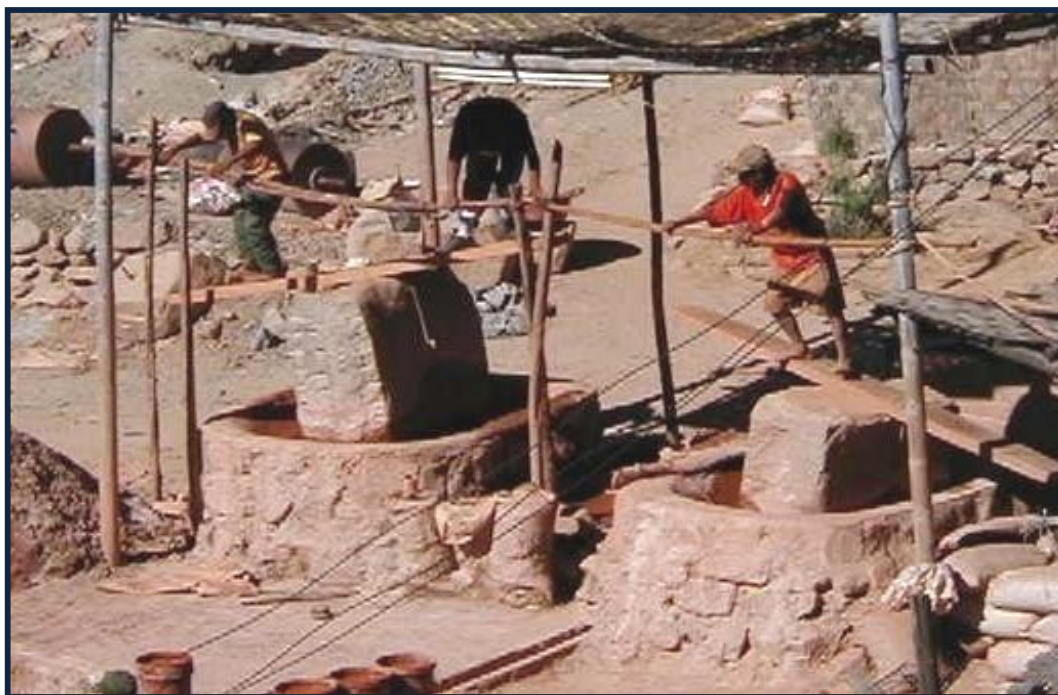
**Fotografía N° 3-B**

**Técnica del platedo, usando un plato de forma parecida al sombrero chino denominado (puruña).**



**Fotografía N° 4-B**

**Quimbaletes para la sedimentación del relave y amalgación del oro**



**Fotografía N° 5-B**  
**Mineros Artesanales usando quimbaletes**



**Fotografía N° 6.1-A**

**En el proceso de refogado, se  
Observa el vapor de mercurio**



**Fotografía N° 6.1-B**

**Es preocupante la presencia de Niños en la  
extracción del oro en forma artesanal**

**ANEXO N° 04**

**MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y REMEDICACIÓN  
DE AGUAS SUPERFICIALES**

**FOTOGRAFÍAS  
DE PELIGROS DE DESEMBALSE Y  
CONSTRUCCIÓN EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO  
CHILLÓN**

**FOTOGRAFÍA  
CONTAMINACION DE ROSALES POR  
REGADIOCON AGUA DE LA PAPELERA  
YESICAR-CHUQUITANTA - S.M.P**

**ANEXO N° 04**  
**MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y REMEDICACIÓN DE AGUAS**  
**SUPERFICIALES**

**Ejemplo de Impactos de Sistemas de Captación y Evacuación de Desechos**  
**Sólidos y Posibles Medidas de Mitigación**

<b>IMPACTOS NEGATIVOS</b>	<b>MEDIDAS DE MITIGACIÓN</b>
<b>IMPACTOS DIRECTOS</b>	
<b>CONTAMINACIÓN DEL AIRE</b>	
La carga de desperdicios que se dejan en recipientes comunales estacionarios produce polvos.	Reducir al mínimo la manipulación adicional y aumentar al máximo la capacidad en la medida de lo posible.
Producción de polvo y residuos en las rutas seguidas por los vehículos de recolección de residuos.	Suministrar vehículos cerrados para la recolección de residuos o lonas para cubrir los vehículos abiertos
Producción de polvo a causa de las operaciones de descarga en las estaciones de transferencia	Cubrir los puntos de carga y descarga, ventilar y filtrar el aire
Producción de polvo en las operaciones de descarga y distribución/ clasificación en los puntos de evacuación	Establecer un cinturón de salvaguardia en torno del vaciadero. Pavimentar los caminos de acceso. Diseñar la ubicación del frente de la labor para minimizar el tráfico de camiones. Rociar con agua los lugares de trabajo para suprimir el polvo
La quema a cielo abierto de desperdicios no recogidos produce humos	Prestar un servicio integral de recolección de residuos en el medio urbano
Producción de humos por la quema a cielo abierto de los residuos en los vaciaderos	Distribuir y compactar los desperdicios que se retiren, cubriéndolos diariamente con tierra, e instalar sistemas de control de gases
Producción de olores en los vaciaderos	Idem anterior
Producción de olores en los sistemas de elaboración de fertilizantes orgánicos	Mantener condiciones aeróbicas durante la operación de elaboración de fertilizantes orgánicos
Contaminación atmosférica debido a la actividad de incineradores o plantas de recuperación de recursos	Establecer sistemas de control para evitar la contaminación atmosférica
<b>CONTAMINACIÓN DEL AGUA</b>	
Contaminación de aguas subterráneas o superficiales por lixiviación de los vaciaderos	Ubicar los vaciaderos en lugares en los que los suelos sean relativamente impermeables, tengan propiedades atenuantes, permitan que haya una profundidad adecuada entre el piso del vaciadero y las aguas superficiales más cercanas.
Las aguas receptoras contaminadas por lixiviación sólo se pueden usar en aplicaciones benéficas	No ubicar los vaciaderos laderas arriba de fuentes de aguas subterráneas o superficiales cuya utilización pueda verse afectada por la contaminación, salvo cuando la distancia entre el vaciadero y el agua receptora sea adecuada para diluir dispersar o atenuar la contaminación
Los desperdicios que no se recogen obstruyen los drenajes abiertos y las alcantarillas	Prestar un servicio integral de recolección de residuos en el medio urbano

<b>CONTAMINACIÓN DEL SUELO</b>	
Pérdida de vegetación de raíces profundas (por ejemplo, árboles) por la acción de los gases del vaciadero.	Establecer sistemas de control de gases en los vaciaderos
<b>IMPACTOS NEGATIVOS</b>	<b>MEDIDAS DE MITIGACIÓN</b>
Contaminación del suelo y posible absorción biológica de productos químicos tóxicos (por ejemplo, metales pesados) por la aplicación de fertilizantes orgánicos (compostaje)	Sobre la base de los cultivos que recibirán la aplicación del fertilizante orgánico y de las Concentraciones químicas que puedan tolerar, se determinará qué elemento constituyente puede producir perjuicios a la tierra. Sobre esta base se determinará la cantidad del fertilizante orgánico que se podrá aplicar antes de llegar a niveles fitotóxicos.
<b>SALUD OCUPACIONAL</b>	
Accidentes de trabajo (por ejemplo, lesiones dorsales) cuando los recipientes de desperdicios están sobrecargados	Suministrar recipientes de desperdicios de tamaño apropiado (por ejemplo, con capacidad de 80 a 100 litros). Suministrar tapas para los recipientes de modo que la lluvia no aumente el peso de los desperdicios
Riesgos para los trabajadores cuando no se manipulan debidamente los desechos de origen hospitalario	Efectuar la recolección de desechos médicos por separado en vehículos dedicados especialmente a ese uso; reservar un área especial para la evacuación por separado en sistemas especialmente diseñados. Efectuar pruebas para determinar la compatibilidad de los desechos antes de efectuar la evacuación
<b>SALUD DE LA POBLACIÓN</b>	
Aumentan las poblaciones de vectores de enfermedades (por ejemplo, moscas, ratas y cucarachas) cuando no se recogen los residuos o se los vuelca a cielo abierto	Prestar un servicio integral de recolección de residuos en el medio urbano
<b>ASPECTOS ESTÉTICOS</b>	
La acción de los animales distribuye los desperdicios que se dejan en los recipientes, sacos plásticos, cestas, etc.	Educar a los residentes para que saquen los desperdicios poco antes de la hora en que pasa el servicio de recolección.
<b>IMPACTOS INDIRECTOS</b>	
<b>PROBLEMAS SOCIALES</b>	
Declinación del orgullo cívico y la motivación pública cuando los desperdicios degradan visiblemente el medio urbano	Sensibilizar al público para lograr que coopere en la observancia de las reglamentaciones ambientales respecto del abandono de desperdicios y las descargas clandestinas. Prestar un servicio adecuado de recolección y evacuación.
Los recipientes comunales de desperdicios que no están bien ubicados absorben el tiempo y las energías de los residentes	Examinar los patrones de movimiento de los residentes y encuestarlos para saber qué distancia estarían dispuestos a recorrer
Falta de cooperación de los residentes con los sistemas de recolección que no se adaptan a sus pautas sociales y culturales	Encuestar a los residentes para determinar sus pautas sociales y culturales, por ejemplo, ¿Quién se ocupa de la evacuación de residuos?, ¿A qué horas se encuentran en su hogar? ¿En qué medida aceptan la autorresponsabilidad y qué pueden costear?
Se plantean conflictos sobre el uso de la tierra cuando las plantas de tratamiento y disposición final de desechos sólidos no están bien ubicadas	Planificar las ubicaciones de estos servicios a fin de conformarse a los usos actuales y previstos de la tierra. Establecer zonas de protección para reducir al mínimo el impacto estético de estas

	obras. Tratar de limitar el tráfico de camiones a las rutas principales sin construcción residencial.
<b>IMPACTOS NEGATIVOS</b>	<b>MEDIDAS DE MITIGACIÓN</b>
El público se opone a la construcción de las plantas de desechos sólidos propuestas	Velar por el funcionamiento adecuado de las plantas existentes. Dar una demostración de la forma en que funcionarán las obras propuestas. Realizar actividades de relaciones públicas en etapas temprana del proceso de planificación de la obra, incluidas presentaciones visuales que muestren plantas similares en otros lugares.
El pueblo pierde confianza en el régimen político cuando se construyen y no funcionan apropiadamente obras de evacuación de desechos sólidos (por ejemplo incineradores)	Establecer mecanismos institucionales para que todos los proyectos grandes sean sujeto de una EIA y económicos que se presente a la consideración de las autoridades nacionales antes de que se apruebe su ejecución
<b>PROBLEMAS ECONÓMICOS</b>	
Pérdidas de ingreso para los recolectores y pérdidas de materias primas de bajo costo para la industria cuando se impide la recuperación de materiales secundarios	Diseñar los sistemas de recolección, transferencia y/o evacuación de modo de permitir la continuación del reciclaje. Aumentar la separación de productos en la fuente y la recuperación de materiales secundarios antes de que los desechos sean descargados para la recolección. Dar adiestramiento en el empleo y asistencia para el empleo a los recolectores de residuos que pierden sus trabajos.
Desvalorización de las propiedades por la presencia de desperdicios y el abandono clandestino de desperdicios	Prestar un servicio integral de recolección de residuos en el medio urbano
Perdidas en el sector turismo cuando los desperdicios degradan visiblemente el medio urbano	Ídem. Además, efectuar una limpieza periódica de calles, caminos y lugares urbanos frecuentados comúnmente por los turistas
Derroche de las rentas municipales cuando el equipo de recolección es inapropiado y el servicio de recolección es ineficiente	Poner a prueba antes de implementar los diversos sistemas de recolección. Evaluar regularmente los costos de recolección en diversos vecindarios mediante distintas técnicas y aplicar medidas para reducir los costos y mejora el servicio. Velar por el diseño de rutas óptimas de recolección de residuos. Utilizar sistemas de transferencia cuando el transporte directo no sea económico (por ejemplo, cuando el tiempo de viaje sea superior a 30 minutos o 15 km)
El desarrollo industrial se ve impedido cuando las industrias atentas a sus obligaciones ambientales carecen de instalaciones adecuadas para la disposición de residuos peligrosos	Construir instalaciones especiales para recibir desechos potencialmente peligrosos. Reglamentar y aplicar en forma equitativa las disposiciones relativas al medio ambiente, en el plano nacional, para que todas las industrias estén sujetas al mismo régimen ambiental
Se incrementa el desequilibrio de la balanza comercial del país y el consumo de energía, cuando disminuye el reciclaje de materiales derivados de los desechos que se podrían usar como materias primas en las industrias.	Dar incentivos al sector privado para recuperar materiales del reciclaje., sensibilizar al público para alentar el reciclaje. Facilitar la separación en la fuente, de productos reciclables y efectuar su recolección por separado. Diseñar sistemas de transferencia y/o disposición para separar el reciclaje de los residuos mezclados.

## MITIGACION DE TALUDES

PROYECTO: PROCESO DE MITIGACIÓN PARA ESTABILIZAR TALUDES			
<b>I. Localización del Impacto Ambiental</b>			
Fecha: 19/07/2009		Ficha N° 01	
Tramo: I, II, III, IV, V, VI		Referencia fotográfica:	
<b>II Tipo de Impacto Ambiental</b>			
Deslizamiento	X	Erosión	X
Cuerpo de agua	X	Infraestructura Vial	___
		Área Degradada	X
		Antrópico	X
		Biótico	___
<b>III. Descripción General</b>			
Zona susceptible a deslizamientos por los botaderos de residuos de construcción, escombros, acumulación de residuos sólidos domésticos generados por la población local. Existen viviendas cercanas a esta zona.			
<b>IV. Deslizamiento o inestabilidad</b>			
Tipo de deslizamiento:	Rotacional ___	Traslacional ___	Complejo X
Actividad del Movimiento:	Potencial X	Activado ___	Estabilizado ___
Desarrollo del movimiento:	Insipiente X	Colapsado ___	
Tipo de suelo:	Suelo residual X	Roca meteorizada	Roca parental
Posibles causas: Acumulación de residuos sólidos, deterioro del suelo			
<b>V. Erosión</b>			
Tipo de suelo:	Suelo residual X	Roca meteorizada	Roca parental _
Estado de humedad de la ladera	Zona húmeda ___	Manantial flujo libre	___
	Zona de empozamiento ___	Manantial a presión	___
	Zona seca		
Uso del Suelo:	Cobertura vegetal:		
Posibles causas:			
<b>VI. Infraestructura Vial</b>			
Drenajes ___	Botaderos laterales	Acciones antrópicas ___	
<b>VII. Cuerpo de agua</b>			
Nombre: Cuenca baja del río Chillón			
Ancho del canal (m):		Canal de estiaje (m):	
Pendiente longitudinal:	Alta ___	Media ___	Baja ___
Tipo de material del lecho:			
Socavación:		Depositación:	
Obra de cruce:		Uso del Suelo:	
Uso del agua: Clase II según LGA		Cobertura vegetal aledaña:	
<b>VIII. Área degradada</b>			
Uso actual del suelo:		Área: Toda el tramo de la cuenca baja del río Chillón	
<b>IX. Biótico</b>			
Fauna ___X___	Flora ___X___		
Especies afectadas: Agricultura, aves, plantas silvestres de la zona.			
Tipo de afectación: Contaminación del suelo fértil, mayor uso de plaguicidas.			
<b>X. Antrópico</b>			
Desplazamiento poblacional ___		Accidentalidad ___	Actividad económica ___
<b>XI. Gravedad del Pasivo</b>			
In situ:	No ofrece peligro ___ En evolución puede ofrecer peligro ___ Ofrece peligro ___		
En área adyacente:	No interfiere ___ En evolución puede interferir ___X___ Interfiere ___		
<b>XII. Clasificación</b>		Critico ___X___	No Critico ___X___
<b>XIII. Solución Propuesta</b>			
Limpieza y nivelación, Implementar zanjas de coronación y revegetación. Estabilizar los taludes con vegetación.			



**Fotografía N° 9-1 A**

**En la vista se observa el desembalse del río Chillón Urb.San Diego – Sector 2  
Marzo del 2008**



**Fotografía N° 9-2 A**

**Se observa las huellas de la erosión lateral del río Chillón, además de residuos sólidos arrojados por los pobladores a la altura de Puente Piedra y Pro-Los Olivos**





**Fotografía N° 9-3 A**  
**Peligros latentes de construcción de viviendas ubicadas en la orilla del río Chillón-  
Carabaylo-Comas**



**Fotografía N° 10-1**  
**En la vista se observa una plantación de rosales, el suelo se encuentra contaminado ya  
que es regado con efluentes de la Papelera Yesicar-Chuquitanta-S. M. de P. Set-2011**