

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y  
MANUFACTURERA



**TESIS**

**“Estudio del agua del río Chillón”**

**Para optar el Título Profesional de  
INGENIERO QUÍMICO**

**Presentado por**

**Rocío Guillén Marchena  
Nelly Giovanna Quequejana Condori**

**Lima - Perú**

**2 003**

**Esta Tesis la dedicamos:**

**A nuestros padres; por su optimismo, sacrificio y abnegado  
cariño para hacemos personas de bien y con mucho cariño a  
nuestros hermanos; por sus sabios consejos. Como  
superación y perseverancia.**

Agradecemos a nuestro asesor Ing. Enrique Neira Montoya ,  
al especialista Ing. Victor Leon Choy y al Decano Ing.  
Walter Zaldivar Alvarez; por su apoyo y orientación y a  
todas las personas de una u otra manera colaboraron por  
que el presente trabajo culmine con éxito.

## **INDICE**

	<b>Pág.</b>
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTO</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1-2</b>
 <b>CAPITULO I DESCRIPCIÓN DEL RÍO CHILLÓN</b>	
1.1. Características de la Cuenca Hidrográfica.	3-13
1.2. Fuente de contaminación en las aguas del Río.	13-17
1.3. Descripción de la situación actual a lo largo del río Chillón.	17-32
1.4. Uso Actual de las Aguas del Río Chillón	33-34

## **CAPÍTULO II MUESTREO Y PRESERVACIÓN**

2.1. Elección de Estaciones de Muestreo	35-39
2.2. Frecuencia de Muestreo	40
2.3. Parámetros físico químicos y microbiológicos	40-41
2.4. Toma de Muestra	41
2.5. Preservación de la muestra	42
2.6. Métodos de análisis	42

## **CAPITULO III CARACTERIZACIÓN DEL AGUA DEL RÍO CHILLÓN**

3.1. Parámetros de calidad de las aguas del río Chillón	43-74
3.2. Evaluación del Monitoreo del Río Chillón	75-76

## **CAPÍTULO IV EVALUACIÓN DE LA NECESIDAD**

4.1. Agua potable por distritos	77-85
4.2. Demanda de Agua en la Agricultura	85-91
4.3. Demanda de Agua en la Industria	91-92

## **CAPITULO V CALCULOS**

5.1. Criterios de Localización	93
5.2 Clasificación de las aguas del río Chillón	94

5.3. Proyección de abastecimiento de Agua Potable	94-108
5.4. Estimación del Consumo de Aguas del río Chillón para una Planta de Agua Potable.	108-109
5.5. Consumo de Insumos Químicos para la Producción de Agua potable	110-126

## **CAPITULO VI PERFIL DE ESTUDIO ECONOMICO**

6.1. Perfil de proceso de tratamiento de potabilización del Agua.	127-135
6.2. Estimación de Costos en Agua Potable	135-144

## **CAPITULO VII CONCLUSIONES**

<b>CONCLUSIONES</b>	145-147
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	148-150

## **ANEXOS**

**ANEXO A FOTOGRAFÍAS**

**ANEXO B MÉTODOS DE ANÁLISIS**

**ANEXO C CONTAMINANTES DEL AGUA**

**ANEXO D ASPECTOS AMBIENTALES**

## INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los recursos indispensables para la vida en nuestro planeta. Ésta se encuentra primordialmente como agua salada en los océanos (97%), en los glaciares y casquetes polares (2.15%) y solamente una pequeña porción (0.65%) se presenta como agua dulce utilizable por el hombre. La distribución de esta última es desigual, pues se reparte en la atmósfera, en el subsuelo, en las corrientes superficiales y en los lagos.

Desde la formación del planeta, la cantidad de agua no ha aumentado con relación al incremento de la población. Estudios recientes consideran que en el mundo, una de cada cinco personas (más de 1200 millones) no tiene acceso al agua potable. No hay disponibilidad suficiente para el consumo humano y muchas de las fuentes están afectadas por la contaminación. La mala calidad del agua en el Tercer Mundo es la responsable tanto del 50% de las muertes de menores de cinco años, como del 80% de las enfermedades.

La presente tesis, denominada " Estudio del agua del río Chillón", tiene como objetivo; realizar el estudio de caracterización de las aguas del río Chillón, y según las necesidades actuales y futuras darle un uso como agua

potable, para mejorar las condiciones de vida de la población y el abastecimiento de la zona en estudio.

El trabajo está estructurado en seis capítulos. El primero, se refiere a la descripción del río Chillón; el segundo, precisa el muestreo y preservación para su posterior análisis de las muestras; el tercero, presenta los datos característicos del agua; el cuarto, trata de la evaluación de la necesidad; el quinto, presenta los cálculos necesarios para la planta de agua superficial; y el sexto, realiza el perfil del estudio económico para la producción del agua potable.

Desde el punto de vista científico, el estudio contribuirá a enriquecer el caudal de investigaciones que se vienen desarrollando en el campo de la ingeniería química en nuestra institución educativa y en el país en general.

Desde el punto de vista académico, el estudio servirá como fuente de información para la realización de una serie de trabajos de investigación, al mismo tiempo que servirá como antecedente para estudios que tengan relación con las variables de investigación presentes.

Presentamos el presente Informe Final al Honorable Jurado Calificador, a los estudiantes de nuestra Alma Mater y al público lector, con la esperanza que cumpla su propósito: Profundizar y enriquecer el conocimiento humano.



## **CAPITULO I**

### **DESCRIPCIÓN DEL RÍO CHILLÓN**

#### **1.1. Características de la Cuenca Hidrográfica.**

Las características de ubicación, clima y otros factores de la cuenca del río Chillón nos facilitan su estudio y reconocimiento de la zona. Se presenta una descripción resumida (CUADRO 1.1.).

##### **1.1.1. Localización**

El río Chillón tiene sus orígenes en la Laguna de Chonta 4850 m.s.n.m, y se alimenta de las precipitaciones que caen en las partes altas de su cuenca colectora y de los deshielos de la cordillera La Viuda. Ocupa la provincia de Canta y parte de la de Lima.

La cuenca se halla comprendida entre las coordenadas geográficas 76 ° 20' y 77° 10' de longitud Oeste y 11°20' y 12°00' de latitud Sur.

**CUADRO 1.1**  
**CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA DEL VALLE DEL RIO CHILLON**

UBICACIÓN POLÍTICA	DEPARTAMENTO DE LIMA																								
LÍMITES GEOGRÁFICOS	NORTE: CUENCA CHANCAY-HUARAL SUR: CUENCA DEL RÍMAC ESTE: CUENCA DEL RÍO MANTARO OESTE: OCÉANO PACÍFICO																								
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	76°.20' – 77°.10' Long. Oeste 11°.20' – 12°.00' Lat. Sur																								
SUPERFICIE DE LA CUENCA	2,444 Km <sup>2</sup>																								
TEMPERATURA PROMEDIO	ESTACIONES CERCA DEL MAR: 20° C ESTACIONES EN INTERIOR (CANTA 2,432 msnm): 13.6° C.																								
HIDROGRAFÍA	CONTIENE 10 LAGUNAS (ZONA ALTA: CANTA ), 222 POZOS SUBTERRÁNEOS Y EL RÍO CHILLÓN.																								
LONGITUD DEL RÍO	126 Km																								
PENDIENTE MEDIA DEL RÍO	4%																								
CAUDAL PROMEDIO HISTORICO MENSUAL (m <sup>3</sup> /s) GRAFICA 2.1	<table> <tr><td>ENERO</td><td>14.1</td></tr> <tr><td>FEBRERO</td><td>24.7</td></tr> <tr><td>MARZO</td><td>22.2</td></tr> <tr><td>ABRIL</td><td>11.6</td></tr> <tr><td>MAYO</td><td>6.4</td></tr> <tr><td>JUNIO</td><td>4.0</td></tr> <tr><td>JULIO</td><td>2.7</td></tr> <tr><td>AGOSTO</td><td>2.3</td></tr> <tr><td>SETIEMBRE</td><td>1.4</td></tr> <tr><td>OCTUBRE</td><td>3.5</td></tr> <tr><td>NOVIEMBRE</td><td>2.9</td></tr> <tr><td>DICIEMBRE</td><td>8.8</td></tr> </table>	ENERO	14.1	FEBRERO	24.7	MARZO	22.2	ABRIL	11.6	MAYO	6.4	JUNIO	4.0	JULIO	2.7	AGOSTO	2.3	SETIEMBRE	1.4	OCTUBRE	3.5	NOVIEMBRE	2.9	DICIEMBRE	8.8
ENERO	14.1																								
FEBRERO	24.7																								
MARZO	22.2																								
ABRIL	11.6																								
MAYO	6.4																								
JUNIO	4.0																								
JULIO	2.7																								
AGOSTO	2.3																								
SETIEMBRE	1.4																								
OCTUBRE	3.5																								
NOVIEMBRE	2.9																								
DICIEMBRE	8.8																								

FUENTE: INFORME "CUENCA DEL RIO CHILLON" INRENA 2000

Políticamente, se halla ubicada en el departamento de Lima, ocupando las provincias de Lima y Canta. Limita por el Norte con la cuenca del río Chancay – Huaral, por el Sur con la cuenca del río Rímac, por el Este con la cuenca del río Mantaro y por el Oeste con el Océano Pacífico (FIGURA N°1.1).

### **1.1.2. Aspectos Geográficos**

La cuenca del río Chillón tiene una extensión aproximada de 2 444 Km<sup>2</sup>, de la cual poco más del 40 % corresponde a la denominada cuenca húmeda, ubicada por encima de los 2500 m.s.n.m., zona que a su vez contribuye significativamente con el escurrimiento superficial. Su recorrido es de unos 126 Km; en su curso superior, hasta la localidad de Canta, tiene una pendiente de 6%; en su curso medio, de la localidad de Canta a la de Santa Rosa de Quives, una pendiente de 5%, en su curso inferior, a partir de Santa Rosa de Quives, donde el valle empieza a abrirse, la pendiente disminuye a 2%. En este último tramo, el río Chillón ha formado un cono de deyección, sobre el cual se encuentra la zona agrícola más importante de la cuenca.

El relieve general de la cuenca es el que caracteriza a la mayoría de los ríos de la costa: el de una hoya hidrográfica alargada, de fondo profundo y quebrado y de pendiente fuerte; la parte superior de la cuenca alta presenta un gran número de lagunas, favorecidas por la presencia de

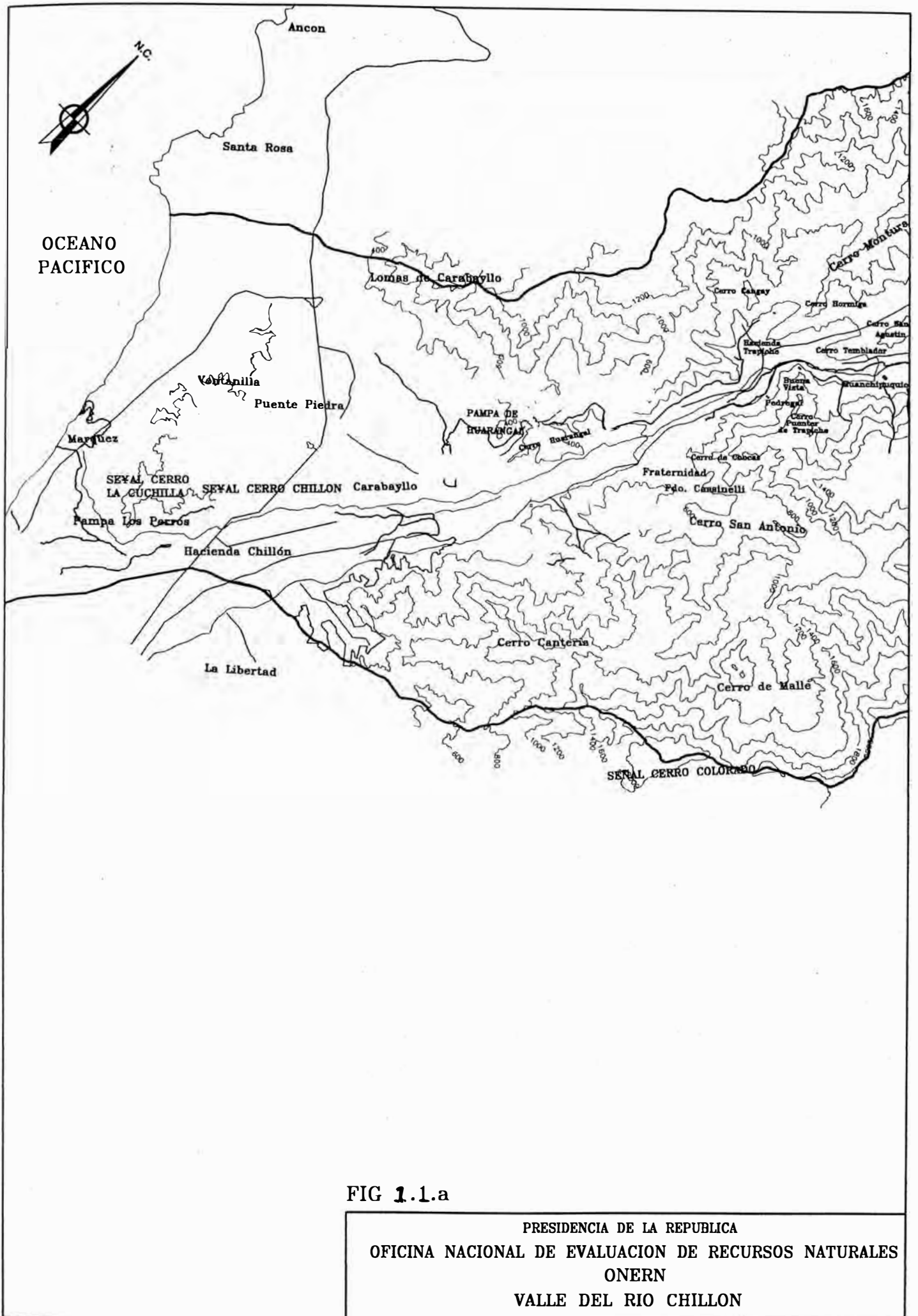
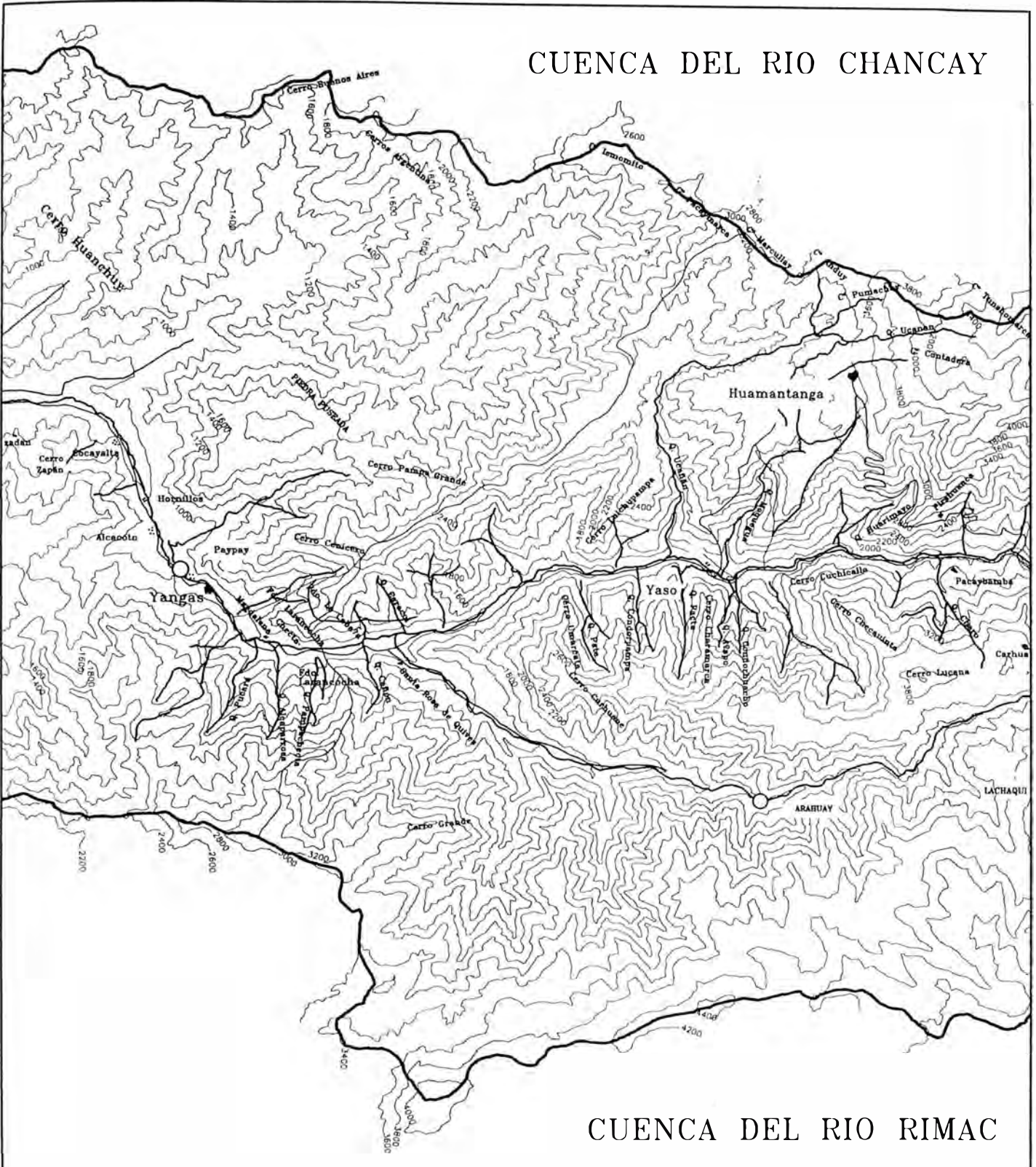


FIG 1.1.a

PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA  
 OFICINA NACIONAL DE EVALUACION DE RECURSOS NATURALES  
 ONERN  
 VALLE DEL RIO CHILLON



CUENCA DEL RIO CHANCAY

CUENCA DEL RIO RIMAC

FIG 1.1.b

PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA  
 OFICINA NACIONAL DE EVALUACION DE RECURSOS NATURALES  
 ONERN  
 VALLE DEL RIO CHILLON

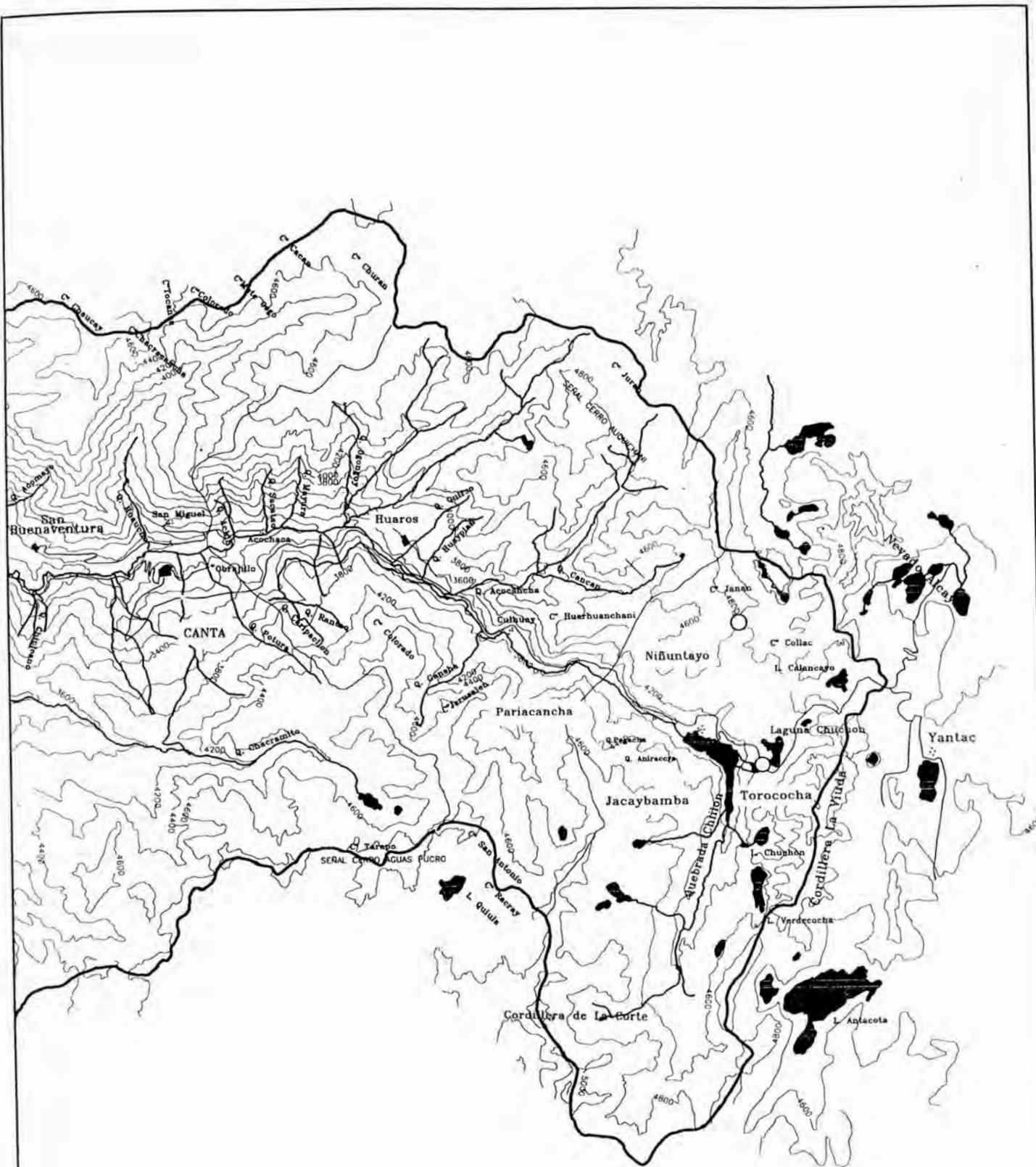


FIG 1.1.c

PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA  
 OFICINA NACIONAL DE EVALUACION DE RECURSOS NATURALES  
 ONERN  
 VALLE DEL RÍO CHILLÓN

los nevados que permiten el represamiento parcial del escurrimiento superficial. Al igual que la mayoría de los ríos de la Costa, presenta un régimen de descarga irregular y de carácter torrencioso. Generalmente los meses de verano son los meses de avenida donde el caudal del río crece y los meses de invierno son épocas de estiaje, pues existe una disminución notoria del caudal (GRAFICA1.1.).

El río Chillón, en su recorrido, recibe el aporte de varios ríos y quebradas, siendo las más importantes las de Olivar, Trapiche, Socos, Tararacra, Hurimayo, Huancho, Yamecoto y Acocancha, por la margen derecha, y Culebras y Arahua y por la margen izquierda, siendo esta última la más importante de toda la cuenca.

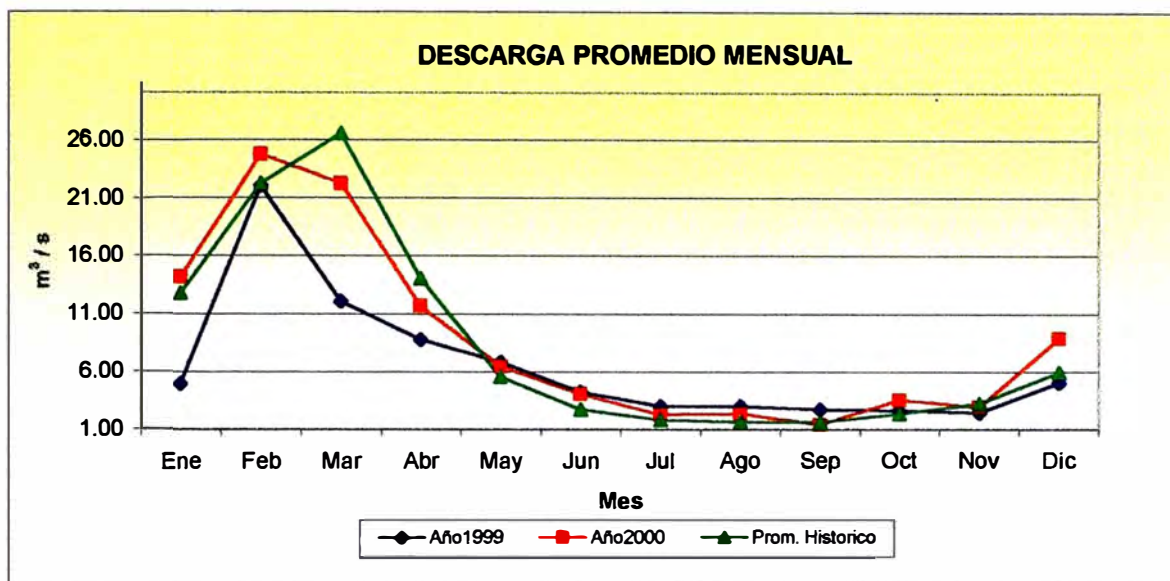
### **1.1.3. Clima**

El clima es seco en toda la cuenca, con presencia constante de sol; templado a frío de mayo a julio (época de heladas). Las lluvias comienzan en noviembre, con ciertas irregularidades hasta diciembre y se intensifican de enero a marzo.

La zona ofrece variaciones substanciales referidas al clima, que están relacionadas con la ubicación altimétrica. El sector en la pendiente alta comprendido entre Canta (2819 msnm) y Cullhuay (3625 msnm) ofrece un clima templado y seco durante la mayor parte del año. En el sector

**GRAFICA 1.1**  
**Lima : DESCARGA PROMEDIO MENSUAL DEL RIO CHILLON**

**DEPARTAMENTO : LIMA**  
**DISTRITO DE RIEGO : CHILLON**  
**ESTACION DE AFORO : PUENTE MAGDALENA**



Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
R.Chill.1999	4.90	22.00	12.00	8.70	6.80	4.20	3.00	3.00	2.70	2.60	2.40	5.00
R.Chill. 2000	14.10	24.70	22.20	11.60	6.40	4.00	2.24	2.30	1.40	3.50	2.90	8.80
Prom. Hist.	12.7	22.2	26.5	14	5.5	2.7	1.8	1.6	1.6	2.3	3.2	5.9

FUENTE: BOLETIN HIDROMETEOROLOGICO 2000. OFICINA DE INFORMACION AGRARIA MINISTERIO DE AGRICULTURA.

**Comentario :** La gráfica muestra el caudal promedio mensual de los años 1999 y 2000 y del promedio historico, guardan relación similar en todo el periodo del monitoreo. En los meses de verano ( Diciembre a Abril) meses de avenida, y en los meses de invierno, época de estiaje.



superior, comprendido entre las lagunas Verdecocha y Chuchón (4,350 msnm) y la Cordillera de la Viuda (5200 msnm), las temperaturas son bajas, descienden a bajo cero en los meses de marzo-junio.

#### **1.1.4. Producción agrícola**

El valle comprende áreas agrícolas situadas en ambos márgenes del río Chillón. Los centros poblados más importantes son: Puente Piedra, Comas, El progreso, San Felipe, Carabaylo, Collique, Trapiche, Caballero, Yangas y Santa Rosa de Quives.

En el valle se ha reducido el área agrícola resultado de la expansión urbana e invasiones, la cual está constituida principalmente por aquellas tierras colindantes a los centros poblados. En el valle Chillón se destinan 8098.99 Has al cultivo de productos agrícolas transitorios. Dentro de los principales cultivos transitorios tenemos: las hortalizas, los tubérculos, los cereales y los cultivos industriales (algodón, caña de azúcar, etc.) En el valle también tenemos cultivos permanentes que corresponden únicamente a los frutales, en ellos sobresale la vid, el manzano, el palto, melocotón y la lúcuma. La parte media y baja del valle por lo general son dedicadas al cultivo de diversas hortalizas y menestras(CUADRO 1.2.); en la parte alta los terrenos son dedicados a los cultivos de frutales. En épocas de estiaje, el área agrícola de la parte baja del valle es regada por aguas servidas.

**CUADRO 1.2**  
**CULTIVOS CARACTERÍSTICOS DEL VALLE CHILLÓN**

CULTIVOS TRANSITORIOS		CULTIVOS PERMANENTES	
CULTIVOS	HECTAREAS	CULTIVOS	HECTAREAS
TOTAL	8098.99	TOTAL	928.67
CEREALES	1061.63	HIGUERA	33.10
MAÍZ AMARILLO DURO	966.78	LUCUMA	13.81
MAÍZ MORADO	94.85	MANZANO	260.91
FRUTALES	355.84	PALTO	63.51
HORTALIZAS	3634	VID	416.86
AJO	485.94	CHIRIMOYA	4.20
APIO	121.46	MANDARINA	4.60
BROCOLI	16.32	MELOCOTONERO	28.28
COLIFLOR	235.88	VERGEL FRUTÍCULA	100.88
COL	48.58	MANGO	2.52
ZANAHORIA	248.39		
ZAPALLO	51.36		
CEBOLLA DE CABEZA	524.78		
CEBOLLA CHINA	514.12		
CULANTRO	277.15		
PEREJIL	48.68		
LECHUGA	412.41		
MAÍZ CHOCLO	353.44		
TOMATE	295.49		
MENESTRAS	541.23		
FRIJOL	455.54		
ALVERJA	65.27		
HABA	20.42		
TUBERCULOS	1224.54		
CAMOTE	272.87		
PAPA	377.74		
OCA	16.60		
OLLUCO	6.00		
MAÍZ CHALA	551.33		
INDUSTRIALES	530.82		
ALGODÓN	285.30		
MARIGOLD	235.78		
CAÑA DE AZUCAR	9.74		
FLORES	343.25		
OTROS TRANSITORIOS	407.68		

Fuente: Ministerio de Agncultura - 2000

### **1.1.5. Recursos geológicos**

La zona baja de la cuenca no tiene depósitos metálicos, pues, son en su mayoría depósitos no metálicos, a los que se añaden depósitos carbonosos (Caliza), mayormente empleados en la parte alta. Las concesiones Mineras no metálicas son en mayoría canteras de materiales de construcción y afirmado, como arena fina, compuesto de grava y arcilla, etc. y se ubican en Carabayllo, Puente Piedra, Ventanilla y Los Olivos.

### **1.2. Fuente de contaminación en las 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, y usos agrarios del agua (el riego da lugar a la presencia en el agua de herbicidas, pesticidas, nitratos y sales).

Los elementos o sustancias que pueden contaminar las aguas son muchos y su naturaleza puede ser física, química o biológica, afectando las aguas del río.

Los **contaminantes físicos** o sólidos se presentan en el agua en forma natural y como sustancias sintéticas artificiales que entran en el 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, desechos ácidos (pueden ser mortales para la vida acuática, producen corrosión de metales), bases y gases tóxicos disueltos (amoníaco, sulfuro de hidrógeno, y otros). Los contaminantes orgánicos son compuestos que contienen carbono y provienen de los desechos domésticos agrícolas e industriales. Entre estos están las excretas de seres humanos y animales, procesamiento de alimentos y desechos de mataderos, compuestos químicos industriales y solventes, aceites, breas, tinturas y compuestos químicos orgánicos de tipo sintético como los insecticidas.

Los **contaminantes biológicos** incluyen bacterias (plancton, diatomeas) que generan olores y sabores, los virus que provocan enfermedades y las

algas. Las bacterias y virus indeseables son los que producen enfermedades como tifoidea, disentería, poliomielitis, hepatitis y el cólera. El control de los virus en el agua es una tarea difícil. Se debe tener cuidado minucioso con los virus que producen enfermedades y que son transportados por el agua, sobre todo si se intenta utilizarla; ya que el agua es uno de los principales causantes causante de la mortabilidad en la población (CUADRO 1.3).

**CUADRO 1.3**  
**CAUSAS DE MORBILIDAD, LIMA NORTE - 1993**

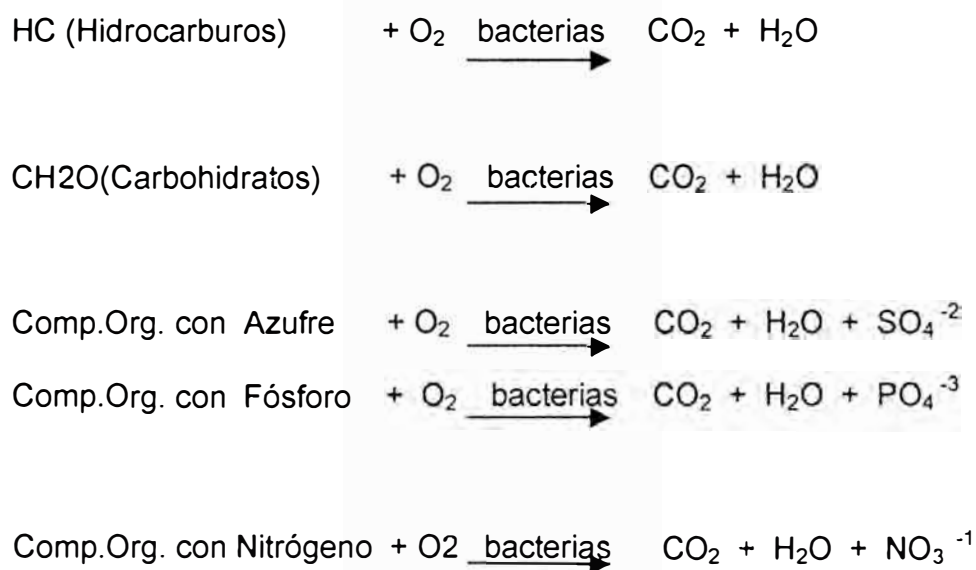
CAUSAS DE LA MORBILIDAD	LIMA NORTE	GRUPOS DE EDAD					
	TOTAL	<1	1-4	5-14	15-44	45-54	65 +
1. Enfermedades del aparato respiratorio	196013	48613	54537	38253	41099	9222	4289
2. Enfermedades infecciosas y parasitarias	105601	15569	25479	19709	35782	6565	2497
3. Enfermedades del aparato genito-urinario	89830	2853	2860	3855	68231	9470	2561
4. Enfermedades del aparato digestivo	86406	3825	5204	18.953	46764	8422	3038
5. Enfermedades de la piel y tejido celular subcutáneo	46271	10220	9588	8566	14373	2934	1040
6. Traumatismos y envenenamiento	28515	632	2885	5141	14843	3617	1397
7. Enfermedades del sistema nervioso y los sentidos	27287	2209	3252	4723	10320	4607	217
8. Signos, síntomas y estados morbosos mal definidos	21898	2002	2774	3908	9500	2574	1140
10. Enfermedades endocrinas y nutrición	16367	1796	4869	3776	2444	2387	1095
Otras 8 enfermedades	52800	3734	4253	8909	21838	8701	5365
<b>TOTAL ENFERMEDADES</b>	<b>691892</b>	<b>91668</b>	<b>116361</b>	<b>116771</b>	<b>275010</b>	<b>64677</b>	<b>27405</b>
<b>SUBTOTAL ORIGEN HÍDRICO</b>	<b>238278</b>	<b>29614</b>	<b>40271</b>	<b>47228</b>	<b>96919</b>	<b>17921</b>	<b>6575</b>
<b>PORCENTAJE DEL TOTAL(%)</b>	<b>34,43</b>	<b>32,30</b>	<b>34,60</b>	<b>40,44</b>	<b>35,24</b>	<b>27,70</b>	<b>23,99</b>

Fuente: Registro Diano HIS del MINISTERIO DE SALUD, Oficina de Informática.

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

iones nitrato, fosfato (fertilizantes) y otros iones metálicos, siendo de estos los menos deseables los iones mercurio, plomo y cadmio.

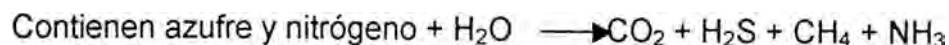
La descomposición de materiales orgánicos en el agua se produce sobre todo por la acción de bacterias y otros organismos presentes en ella. En esta descomposición bacteriana se consume oxígeno disuelto (en el agua) y se produce bióxido de carbono, agua y varios iones no degradables. Este tipo de descomposición se denomina aeróbica. A continuación se expone algunas reacciones:



También cuando hay concentración insuficiente de oxígeno o ausencia de éste en el agua, se sigue produciendo la desintegración bacteriana de casi todos los compuestos orgánicos; este tipo de descomposición se llama anaeróbica. En la descomposición anaeróbica se producen gases que forman

burbujas en el agua y contribuye al mal olor del agua. La descomposición anaeróbica se ilustra mediante la siguiente reacción:

Comp. Orgánicos que



### **1.3. Descripción de la situación actual a lo largo del río Chillón.**

A continuación se describen la situación actual (Setiembre del 2000), y las fuentes contaminantes originadas por núcleos urbanos, actividades agrícolas, ganaderas, industriales y residuos sólidos en el río Chillón. Para el presente estudio se dividió la zona por sectores:

#### **1.3.1. Situación actual del sector puente Huaros -Caballeros**

Desde sus nacientes el río se desplaza en una pendiente moderada, a la altura del Km 125 de la carretera, pasa por el centro poblado de Cullhuay, el mismo que no hace mayor uso, como fuente de consumo ni como descarga final de aguas. A 4 Km de Cullhuay llega al cruce con el puente de acceso a la localidad de Huaros, en un recorrido formando una quebrada angosta en su cauce natural, llega a la localidad de Canta ubicada en el Km 101.5 de la carretera, en sus anexos de San Miguel ubicada a 5.5 Km de la localidad Canta y Obrajillo a 2.3 Km de la localidad de Canta, se ubican piscigranjas (véase fotografía 1 en ANEXO A) que tienen como fuente de desarrollo las aguas del río Chillón y las

aguas que captan de las quebradas altas, a su paso por estos poblados el río recibe las descargas de aguas de las pequeñas plantas de lácteos (elaboración de queso), las que descargan el excedente de su proceso. Se observan algas adheridas a las piedras del lecho del río.

Pasada la localidad de Canta y a unos kilómetros abajo, el río vuelve a desarrollarse en un cauce angosto, sobre el kilómetro 80; en la margen derecha del río se ubica una Unidad Minera, la misma que según referencia de la población trabaja intermitentemente, al parecer desarrollando procesos de concentración de minerales. A la altura del kilómetro 75 de la carretera, donde se ubica el centro poblado de Yaso nuevamente el río va desarrollándose en un cauce cada vez más extendido, discurriendo por pequeños poblados como Apan y Yipata para luego llegar a la localidad de Santa Rosa de Quives Km 63.5 de la carretera y Yangas Km 54 de la carretera. En estas localidades se observan pequeñas parcelas agrícolas próximas al río (véase fotografía 2 en ANEXO A). Estas localidades captan las aguas de las quebradas altas para utilizarlas como fuentes de agua de consumo y los excedentes, en canales abiertos, discurren como aguas para regadío, se debe indicar que en estos canales en algunas localidades (Apan y Yipata) descargan sus desagües domésticos.



Se observa el desarrollo de centros de hospedaje y esparcimiento por estos poblados, que de alguna forma generan residuos sólidos, efluentes líquidos domésticos. Alguno de estos centros de esparcimiento utilizan las aguas de los canales de regadío para el suministro de agua para las piscinas. El incremento de algas en el lecho del río es notorio, pues se observan formando capas flotantes en los remansos del río.

Entre el kilómetro 50 al 30 de la carretera, en los centros poblados de Leticia y Caballero, el río discurre extendido en su cauce natural, sin ningún tipo de defensa ribereña. El valle del Chillón se va extendiendo, incrementando las áreas de cultivo y permitiendo un mayor desarrollo agrícola; el cultivo es tanto para el mercado de consumo (lechuga, tomate, rabanitos, repollos etc.) como para la industria (caña de Azúcar). Para el riego de estas parcelas se cuentan con canales de regadío los que captan las aguas en la parte alta del río; se observa una agricultura más tecnificada, con el uso de productos químicos como fertilizantes y pesticidas, cuyos envases no son dispuestos adecuadamente.

### **1.3.2. Situación actual del sector del kilómetro 30 de la carretera Canta al Puente Chillón (Carretera Panamericana Norte)**

El río Chillón a la altura del kilómetro 30 se juntan dos bifurcaciones, se observa una población ribereña por la zona los que utiliza pozos excavados como fuente de abastecimiento de agua; también se ve un alto

fecalismo al entorno como consecuencia de la deficiencia de las condiciones de saneamiento, un mínimo de familias de esta zona cuenta con pozo ciego. La vegetación en el entorno de la orilla del río es característica de costa (carrizales y plantas de tallo medio); cada una de las dos bifurcaciones lleva un caudal promedio de  $0.765 \text{ m}^3/\text{s}$ .

En el sector Puente Piedra se fabrican esteras a base de la caña brava, carrizo, utilizando la caña que allí crece.

En la zona se observa un desarrollo de campos agrícolas predominando el cultivo de panllevar (frijoles, lechugas). El río presenta un ligero encauzamiento a través de la protección de los márgenes por un enrocado. Los remansos y aguas quietas de los canales de regadío son áreas de presencia moderada de mosquitos.

En la quebrada Huarangal, en la margen derecha del río, se presenta un cauce moderadamente turbio coloreado; por referencias de la población aledaña de la zona, esta quebrada es punto de descarga de efluentes domésticos de la zona de Puente Piedra. Se observa la presencia de una densidad moderada de mosquitos, así también de especies mayores como gaviotas y patillos silvestres.

El Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN), ubicado en Huarangal, es una Institución que tiene fines de investigación y usos de Energía Nuclear. El Centro Nuclear de Huarangal se encuentra activo en forma parcial. Los efluentes líquidos producida por las actividades propias del Centro Nuclear, se reduce en términos de peligrosidad a la producción de isótopos de período muy corto, que son tratados en una Planta de Desechos Radiactivos.

El IPEN cuenta con grupos técnicos, especialistas en residuos y control permanente del medio ambiente. En consecuencia, el sistema de la Planta de Desechos Radiactivos evita eliminar los efluentes hacia el río Chillón.

Sobre el kilómetro 24 de la carretera se ubica la zona agrícola de Punchauca (ex hacienda); sobre el río se encuentra el puente Osoynik (véase fotografía 3 en ANEXO A) que permite unir ambos márgenes; el desarrollo agrícola es alto con cultivos de panllevar (lechuga, papa, etc.), así como el cultivo industrial (Caña de azúcar); se observa también en la margen izquierda el desarrollo de ganado caprino.

Entre el kilómetro 23 y el 19 de la carretera (zona de Carabayllo) se ubican chancherías (corrales) a ambas márgenes del río; estas chancherías usan la basura recolectada por camiones clandestinos como

alimento del ganado que ahí crían; estos corrales presentan un desarrollo desordenado. Como consecuencia del uso de la basura como fuente de alimento se observa una acumulación de inservibles; con la consiguiente proliferación de vectores (moscas y roedores), así como la quema de los mismos con el alto deterioro del entorno ambiental. Se estima en un aproximado de 128 criadores informales a lo largo de estos cuatro kilómetros. El Centro de Salud San Martín de Punchauca conjuntamente con la Municipalidad de Carabaylo, vienen gestionando la erradicación de los mismos sin lograr su propósito hasta la fecha.

A la altura del km. 26 de la Panamericana Norte hay acceso a un tramo de la margen derecha del río Chillón. Se observa un canal de descarga con arrastres de aguas servidas, con un color plomo intenso, que al mezclarse con las aguas del río Chillón, las enturbia totalmente tornándola plumizas en su desarrollo.

Se observa una acumulación de residuos domésticos (basuras) en un volumen promedio de 75 m<sup>3</sup> en ambas orillas del río y en torno a la cual se observa población asentada que se dedica al reciclaje de la basura. En la zona existe presencia de roedores y moscas. La industria de recuperación de basura inorgánica es difundida en el valle, los recuperadores compran las camionadas de basura (no permitiendo que estas lleguen al Relleno Sanitario), las cuales descargan en las riberas.

Aquí la basura es seleccionada y el resto quemada y arrojada al río (lixiviado o percolado).

Sobre la margen derecha se observa la acumulación de desmonte de construcción en un volumen aproximado de 600 m<sup>3</sup> (en una longitud de 100 metros).

A la altura de la papelera Zárate, margen derecha del Chillón, el efluente de la fábrica se encuentra a un metro del río, generando un estancamiento de más o menos un metro de profundidad. En la margen izquierda se observa la presencia de fábricas clandestinas de fundición de aluminio, los que vierten las tierras de desecho en el margen izquierdo del río. Se observan zonas estancadas de aguas con presencia moderada de insectos, y focos potenciales de criaderos de los mismos.

### **1.3.3. Situación actual del sector Puente Chillón (Carretera Panamericana Norte), desembocadura al mar (Playa Márquez)**

La actividad industrial de la cuenca se da mayormente en este sector. Ventanilla (véase fotografía 4 en ANEXO A) se caracteriza por el desarrollo de un área industrial, con grandes fábricas e industrias de Lima, entre las que se encuentran industrias de pescado y subproductos, gas, textiles, fundición, lubricantes, químicos y pinturas, concretos, la refinería la

Pampilla S.A (Relapasa), que colinda con el mar, y la central termoeléctrica de Ventanilla.

Las industrias vierten sus aguas servidas por acequias y sistemas de alcantarillado al mar. El efecto de contaminación sobre las aguas del río es indirecto, ya sea por la materia prima que utilizan, el proceso de producción de residuos sólidos, líquidos y emanaciones de gases como dióxido de azufre, dióxido de carbono, óxido de nitrógeno, niebla ácida (formada de óxido de nitrógeno disuelto y ácido sulfúrico); tarde o temprano se disuelven, condensan en las fuentes de agua alterando el normal desarrollo de la fauna y flora acuática, acumulándose en los organismos y ocasionando diferentes reacciones.

En el presente sector de estudio existe la mayor población de la cuenca del valle Chillón. Respecto a la contaminación primero se describirán el margen derecho y luego el izquierdo.

### **1º Margen derecha del Sector**

En el tramo entre el puente Chillón y la Asociación de Vivienda Chillón, existe presencia de residuos sólidos debajo del puente, de igual forma botaderos permanentes de basura en diferentes tramos de este sector al parecer usados por la población aledaña o terceros que usan estos puntos para la disposición de residuos sólidos. Se observa

una acumulación promedio de 75 m<sup>3</sup> de residuos, la presencia de desmonte en una longitud aproximada de 400 m lineales en montículos de 8m<sup>3</sup> cada uno. Se observa también conexiones de desagüe doméstico que descargan directamente al río, presencia de moscas en las áreas de disposición de basuras, al igual que la presencia de roedores.

A continuación se ubica la Asociación de Vivienda Los Sauces en cuyo sector se observa una línea de desagüe que se descarga al río a través de una tubería de 4" de diámetro. También se ve trabajos de defensa ribereña por estos sectores consistentes en mallas metálicas y relleno de material de canto rodado (piedras de río). Por estos sectores se observa la presencia de lotes a la orilla del río en cuyas estructuras precarias realizan trabajos de reciclaje de fibras de algodón; de igual forma en la zona del Asentamiento Humano Fortaleza de Kuelapp hay viviendas que se dedican a esta tarea. La presencia de material de desmonte disperso en montículos a la altura del terreno urbanizado de la FAP, el río discurre por estos sectores con una coloración gris intensa.

En el tramo entre el puente San Diego, existe presencia de residuos domésticos debajo del puente, así como material de desmonte, hasta el desvío al parque porcino; no hay viviendas

próximas a la orilla, presentándose ésta despejada sin acumulación de ningún tipo de material. En lo que va desde la calle San Diego de Alcalá (desvío de ingreso al parque porcino) hasta la altura de la Pampa de los Perros, el río se desarrolla sobre un lecho tendido discurriendo en su curso natural, para luego ir llegando a la zona de los terrenos donde se ubicaban los criadores informales de cerdos (Pampa de los Perros) acortando su cauce, y el terreno se eleva alcanzando una altura promedio de 20 metros de acantilado; en estos terrenos recuperados se observa trabajos de reforestación, los que se extienden aproximadamente 1000 metros de longitud por 30 metros de ancho, área por la cual se ubican el colegio N° 4021 – Daniel Alcides Carrión y la sede de la Policía Ecológica.

De la Pampa de Los Perros hasta el puente Chillón (Ventanilla), el río corre bajo un cauce angosto; no se observan viviendas a la orilla de las mismas, el cauce se presenta con el color gris característico; frente al río se ubica la planta termoeléctrica ETEVENSA.

En el tramo comprendido entre el Puente Chillón (Ventanilla) y la desembocadura de la playa Marquez se observan trabajos de defensa ribereña enmallado y relleno de canto rodado (piedra de lecho de río); a lo largo del recorrido un alto índice de fecalismo y disposición de residuos sólidos, al parecer de la población aledaña por falta de



servicios de Aseo Urbano, también se ve disperso la presencia de desmonte. Existe presencia de moscas y de roedores en los últimos 500 metros, en el fondo del río se observa un color plomizo producto de la sedimentación del material de arrastre, las aguas en este sector se observan más claras, por la margen derecha llega al mar formando unas bifurcaciones.

## **2º Margen izquierda del sector**

**Puente Chillón–Pro Lima (puente peatonal Acobamba) distrito:  
Los Olivos**

Se observa la presencia de residuos orgánicos (basuras) en la parte baja del puente, desarrollo de un reciclaje incipiente y quema de basuras en una extensión de diez metros a lo largo de la orilla.

También existe desmonte (suelos y material de construcción) en un volumen promedio de 2400 m<sup>3</sup>. De igual forma, a unos 400 metros del puente Chillón, se ubican desmontes en un promedio de 1000 m<sup>3</sup> (suelos y desmonte de construcción). En distintos puntos de los 600 primeros metros de recorrido hay presencia de residuos orgánicos (basuras) focalizados con clara presencia de moscas y roedores. Existencia moderada de vegetación típica de la zona (cañaverales y plantas de tallo corto), en torno a los cuales se ubican madrigueras de roedores.

Sobre el puente peatonal Acobamba (Pro - Lima) hay alta presencia de restos orgánicos y de roedores a plena luz del día, de igual forma moscas; se observa también desmontes en un volumen aproximado de 300 m<sup>3</sup>. Se hacen trabajos de protección de las márgenes del río que discurre con un color gris intenso denso; en la orilla se observa personas removiendo el lecho de río buscando material ferroso para su posterior comercialización.

#### **Puente peatonal Acobamba al Puente San Diego ( La Ensenada).**

A 2200 metros del puente Chillón (Sector Pro Lima) existe otro puente peatonal, debajo del cual se observa acumulación de restos orgánicos (basuras) En la orilla, vegetación densa, característica del entorno con presencia de madrigueras. Aproximadamente a cien metros del puente peatonal se ubica la captación del canal de regadío para la zona de Chuquitanta – Oquendo. En la parte final de la urbanización Pro-Lima, próximo al canal de regadío, existen pozos informales que son fuente de abastecimiento para camiones cisterna que captan las aguas y la distribuyen para usos no especificados. Sobre la orilla del río en este sector se desarrolla cierta vegetación (cañaverales y plantas silvestres de tallo corto).

Próximo al puente San Diego, se encuentra el retorno del rebose del canal de regadío Chuquitanta-Oquendo, hay presencia de restos orgánicos domésticos, cercanos al puente.

**Puente San Diego ( La Ensenada), al Puente Chillón (Av. Néstor Gambeta)**

Sobre el malecón Chillón en el sector de San Diego (jurisdicción del distrito de San Martín de Porres) se han desarrollado trabajos de defensa ribereñas, elevando el nivel de la orilla sobre todo en este sector.

En la jurisdicción del Distrito de San Martín de Porras, sector de Pampa de Los Perros, el río se muestra tendido, con material de canto rodado propio del arrastre de temporada de lluvia. A la altura de la central térmica Ventanilla, en la orilla izquierda se observa las instalaciones de una granja, la misma que no está operativa, también hay un pozo de agua. Posterior a esta zona, el río reduce su cauce hasta llegar a la Av. Néstor Gambeta, sin presentar problemas de vertimiento o contaminación de la calidad del agua. El agua al llegar al puente Chillón (Ventanilla) presenta un color gris, ligeramente menor a lo visto en los anteriores.

**Puente Chillón (Av. Néstor Gambeta) hasta su Desembocadura al Mar. Jurisdicción del A.A. H.H. Marquez (Prov. Constitucional del Callao)**

Se observa alta acumulación de residuos sólidos debajo del puente a ambos lados de la Av. N. Gambeta, a unos a 150 m del puente hay acumulación de material de desmonte en un volumen promedio de 10 m<sup>3</sup>.

En los 1600 m aproximados de recorrido, desde el puente Gambeta hasta la desembocadura al mar, el río se desarrolla sobre un cauce definido, formado por trabajos de defensa ribereña (enmallado y canto rodado); se aprecia un alto fecalismo, así como alta acumulación de residuos sólidos domésticos. En los últimos 500 metros el río muestra un aspecto físico de recuperación (buena clarificación).

En el valle Chillón también existen actividades Ganaderas y Industriales. Para una mejor información se presentan estas actividades por distritos (CUADROS 1.4 y 1.5.).

**CUADRO 1.4**  
**ACTIVIDAD PECUARIA POR DISTRITOS EN LA CUENCA DEL VALLE CHILLÓN**

DISTRITO	N U M E R O      D E      C A B E Z A S			
	VACUNO	OVINO	PORCINO	POLLO
DISTRITO DE CANTA	2630	6463	175	41585
DISTRITO DE HUAROS	2256	5124	57	152
DISTRITO HUAMANTANGA	3271	254	484	645
DISTRITO LACHAQUI	2100	3289	98	14
DISTRITO STA. ROSA DE QUIVES	903	549	4493	791903
DISTRITO DE ARAHUAY	986	195	30	195
DISTRITO SAN BUENAVENTURA	1122	739	69	174
DISTRITO CARABAILLO	3873	1143	15750	317713
DISTRITO PUENTE PIEDRA	3415	457	3717	674667
DISTRITO LOS OLIVOS	26	—	—	17000

Fuente: Ministerio de Agricultura: Boletín Pecuario 2000

**CUADRO 1.5**  
**ACTIVIDADES INDUSTRIALES EN EL VALLE CHILLON**

DISTRITOS	ANCON	CARABAYLLO	LOS OLIVOS	PUENTE PIEDRA	VENTANILLA
TOTAL DE EMPRESAS	2069	11428	35468	9681	16739
EMPRESAS	CONTAMINANTES DEDICADAS A:				
AGRICULTURA, GANADERÍA, CAZA Y ACTIVIDAD DE SERVICIOS CONEXAS	3	54	37	55	17
ELABORACIÓN DE BEBIDAS	-	5	3	3	2
CURTIDO DE CUEROS	-	-	3	4	-
FABRICACIÓN DE SUSTANCIAS Y PRODUCTOS QUÍMICOS	-	16	96	32	14
FABRICACIÓN DE PLAGUICIDAS Y OTROS PRODUCTOS QUÍMICOS DE USO AGROPECUARIO	-	1	4	-	-
FABRICA DE PINTURA, BARNICES Y PRODUCTOS DE REVESTIMIENTO SIMILARES, TINTAS DE IMPRENTA Y MASILLAS	-	2	25	8	2
FABRICA DE PRODUCTOS FARMACÉUTICOS, SUSTANCIAS QUÍMICAS MEDICINALES Y PRODUCTOS BOTÁNICOS	-	2	10	2	-
FABRICA DE JABONES Y DETERGENTES, PREPARADOS PARA LIMPIAR Y PULIR, PERFUMES Y PREPARADOS DE TOCADOR	-	4	19	7	2
FABRICA DE OTROS PRODUCTOS MINERALES NO METÁLICOS	-	15	41	28	9
FABRICA DE PRODUCTOS DE CERÁMICA NO REFRACTARIA PARA USO NO ESTRUCTURAL	-	4	4	6	-
FABRICA DE PRODUCTOS DE CERÁMICA REFRACTARIA	-	2	8	6	-
FABRICA DE METALES COMUNES	1	5	46	13	10
FUNDICIÓN DE METALES	1	1	27	10	4

Fuente: MINISTERIO DE INDUSTRIA: Clasificador industrial 2000.

#### **1.4. Uso Actual de las Aguas del Río Chillón**

En cuanto al uso del agua del río Chillón, desde el puente Huaros hasta Caballeros, se puede verificar que a lo largo de su recorrido no está siendo captada para usos de consumo humano, pues todas las localidades que se ubican en este sector toman como fuentes de abastecimiento las aguas de las partes altas, quebradas nacientes o afloramiento de manantiales. En tanto sí está siendo utilizado como aguas para preservación de la fauna y pesca recreativas o comerciales (CLASE VI) en las piscigranjas, ubicadas en los anexos de la localidad de Canta, así como aguas para zonas recreativas y de contacto primario (CLASE IV) por los turistas que llegan a Canta y sus anexos de Obrajillo y San Miguel; así como entre los kilómetros 75 al 52, donde se ubican diferentes centros de hospedaje y centros de esparcimiento (Yaso, Santa Rosa de Quives, Yangas y Chocas).

Entre los kilómetros 50 al 30 el uso de las aguas es eminentemente para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales (CLASE III).

A la altura del kilómetro 65 y del 78 se ubican las centrales hidroeléctricas de Yaso y Yipan, las mismas que utilizan las aguas del río Chillón.

En el recorrido del río del kilómetro 30 (carretera Canta) al 24 (carretera Panamericana Norte) el uso del agua es fundamentalmente para el agro (CLASE III); luego de ahí las aguas del río reciben fuertes cargas contaminantes tanto domésticas (chancherías) como industriales (fábricas formales e informales), que deterioran la calidad del mismo, no teniendo mayormente uso alguno en este tramo.

Del kilómetro 24 (carretera Panamericana norte) hasta su desembocadura al mar, las aguas son captadas con fines agrícolas (CLASE III) para el uso en campos de los fundos Oquendo y Chuquitanta. Posterior a este tramo no presentan ningún uso.



## **CAPÍTULO II**

### **MUESTREO Y PRESERVACIÓN**

La finalidad del presente capítulo es tener presente las condiciones necesarias para el muestreo, la preservación y los parámetros a analizar.

Las muestras de las aguas en curso, destinadas al análisis físico químico, deben corresponder fielmente al líquido que se quiere estudiar.

Este requisito es importante debido a que las aguas del río podrían ser susceptibles a una variabilidad en su composición.

Conviene mencionar y tener presente que el análisis de los líquidos carece de valor si la extracción, envío y tiempo entre muestreo y análisis no se efectúan en condiciones satisfactorias.

#### **2.1. Elección de Estaciones de Muestreo**

Con el fin de evaluar la variación de la calidad de las aguas del río en el espacio y en el tiempo, se hace la toma de muestras en lugares adecuados, para así construir cuadros comparativos, elaborados con puntos de coincidencia en los muestreos y diagnosticar los impactos

producidos en función de los resultados. Las tomas de muestras se realizaron en lugares en el cual existe cierta turbulencia en el líquido, manteniendo una repartición homogénea de las materias en suspensión. La estación de muestreo del río Chillón se indica en la FIGURA N° 2.1.

### **2.1.1. ESTACIÓN 1, altura del puente Huaros**

En esta zona, el lecho del río está conformado por piedras y cantos rodados. En algunos sectores el río presenta gran cantidad de plantas acuáticas enraizadas que forman colchones en su cauce. El agua no presenta turbiedad. No existen fuentes contaminantes aguas arriba, con excepción del aporte de excrementos de ganado vacuno en los sitios de abrevadero.

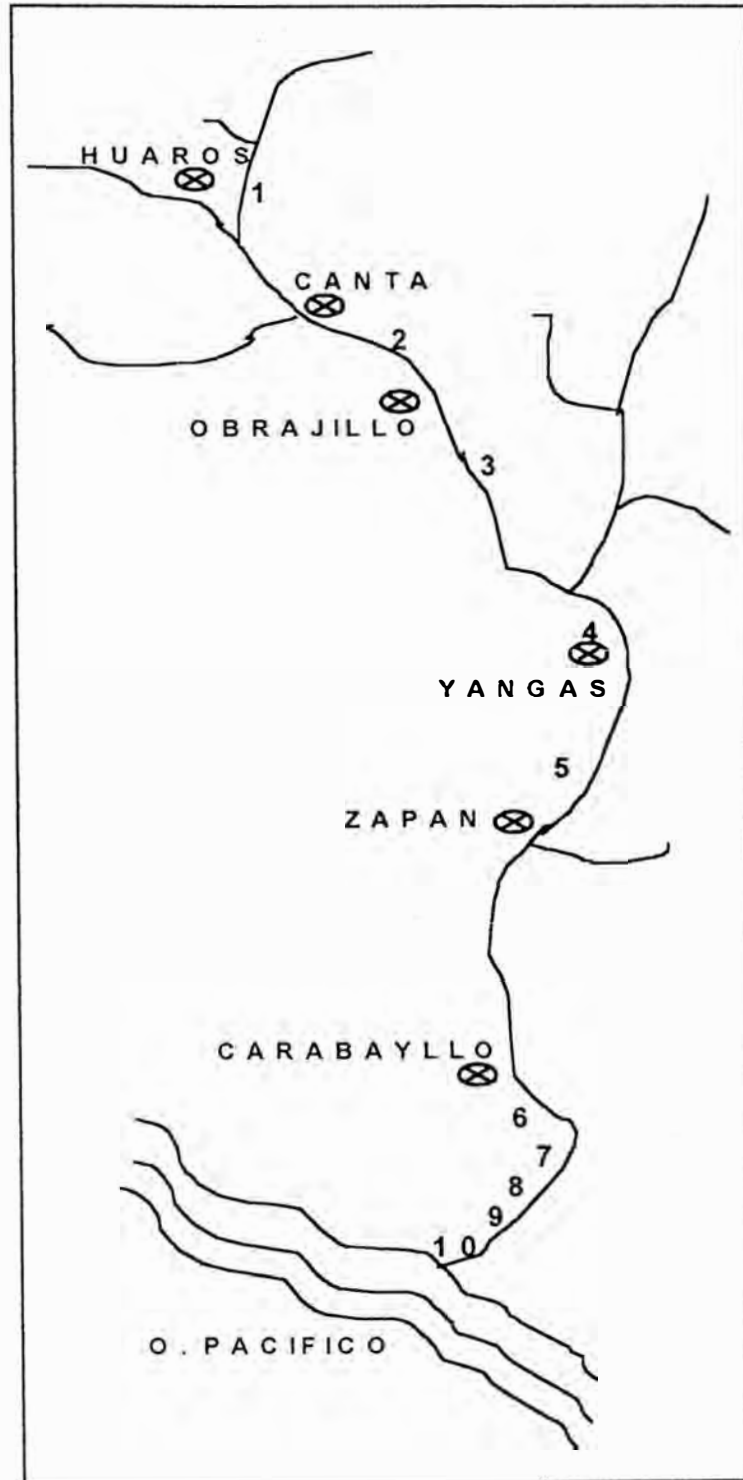
### **2.1.2. ESTACIÓN 2, aguas debajo de Canta**

En esta zona, el río ya ha recibido aportes de contaminantes de las poblaciones de Cullhuay, Huaros, Canta, San Miguel, Obrajillo y otras poblaciones menores; éstas afectan la calidad del agua del río, pero en el punto de muestreo no es significativo el aporte de contaminantes. En la zona existen pequeñas parcelas agrícolas cerca al río.

### **2.1.3. ESTACIÓN 3, aguas debajo de concentradora**

Se desarrollan actividades mineras, debido a esto se consideró el presente lugar de muestreo.

FIGURA N° 2.1  
RED DE MONITOREO DE AGUAS EN  
LA CUENCA DEL RIO CHILLON



⊗ Punto de Muestreo.

#### **2.1.4. ESTACIÓN 4, altura del puente Magdalena**

La muestra tomada en esta estación es representativa de una zona agrícola. En la zona existe gran cantidad de parcelas sembradas, pastoreo de ganado caprino y ovino y pocos establos de ganado vacuno.

También se observa que los pobladores utilizan las riberas del río como letrinas, por falta de servicios sanitarios.

#### **2.1.5. ESTACIÓN 5, altura del puente Trapiche**

Las aguas en esta zona son de uso agrícola, ganadera (para los animales de pastoreo) y recreacional.

Los pobladores no cuentan con servicios sanitarios, algunos tienen silos, pero la gran mayoría de la población hace uso de las riberas del río para la defecación.

#### **2.1.6. ESTACIÓN 6, altura del puente Chillón (Panamericana Norte)**

Las aguas del río a esta altura son prácticamente inutilizables por las malas condiciones sanitarias. Debido a la existencia de los botaderos de basura en las riveras del río y a las descargas directas de los desagües domésticos. La basura es arrojada por los mismos pobladores y terceras personas.

### **2.1.7. ESTACIÓN 7, altura puente Inca San Diego**

A partir de esta zona se observan más trabajos de defensa ribereña (enmallado y canto rodado), el río se desarrolla sobre un cauce definido.

Sigue existiendo contaminación cerca de la rivera del río; en los montículos de basura existen moscas y roedores.

### **2.1.8. ESTACIÓN 8, altura Parque Porcino**

Cerca al río existe la zona donde proliferan los criaderos de cerdo en forma clandestina; se alimentan de la basura existente en la rivera del río; no existe control sanitario. La basura es arrojada por los camiones recolectores y por los mismos pobladores.

### **2.1.9. ESTACIÓN 9, altura puente Víctor Raúl Haya de la Torre**

Las aguas del río presentan un color gris ligeramente menor, pero sigue existiendo contaminación debido a la basura que arrojan los pobladores.

### **2.1.10. ESTACIÓN 10, desembocadura 50 m aguas arriba línea de playa**

El río muestra un aspecto físico de recuperación (buena clarificación).

## **2.2. Frecuencia de Muestreo**

En este presente trabajo se realizará un muestreo por mes, de las diez estaciones definidas, según las características que presenta el río y las influencias de los alrededores, por un periodo de un año. Periodo que cubre las estaciones de cambio de los ríos de la costa.

## **2.3. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos:**

Se analizarán los siguientes parámetros:

### 1- Parámetros físicos

PH

Turbiedad

Conductividad específica

Sólidos totales

### 2- Parámetros químicos

Alcalinidad total

Dureza

Cloruros Sulfatos

Nitratos

Nitritos

Fosfatos

Sodio

Potasio

Hierro

Manganeso

Cadmio

Cobre

Plomo

Zinc

Cromo

### 3- Parámetros microbiológicos

DBO

Coliformes totales

## 2.4. Toma de Muestra

En la toma de muestra se identificó el envase rotulando una etiqueta con información suficiente; ésta debe constar del nombre de la persona que hizo la toma, la fecha, la hora, y la localización, la temperatura del agua y ph, que pueda resultar necesario para establecer una correlación.

La muestra se transporta y llega al laboratorio sin deteriorarse o contaminarse, ya que se toman medidas preventivas de preservación cuando se requiere.

Los detalles de toma de muestra variaron según las condiciones locales. Para los análisis orgánicos el envase se llenó por completo, y

para los análisis microbiológicos se dejó un espacio vacío para la aireación.

## **2.5. Preservación de la muestra**

La naturaleza de cambios en la muestra afecta algunos análisis con mayor facilidad que otros. Consideramos importante tener presente los métodos de preservación de los parámetros a medir y el tiempo de almacenamiento. Esta información se da en la tabla B.1 (ANEXO B).

## **2.6. Métodos de análisis**

Los análisis de agua para determinación de los parámetros se efectúa de acuerdo a los métodos analíticos indicados en las Normas Técnicas Nacionales. A falta de estas se usa las Normas Técnicas Internacionales o las de nivel Internacional ver tabla B.2 (ANEXO B).



## **CAPITULO III**

### **CARACTERIZACIÓN DEL AGUA DEL RÍO CHILLÓN**

En el presente capítulo se presentan los resultados de los análisis del periodo de medición del año 2000, realizándose una evaluación de los parámetros con la Ley General de Aguas (Ver Tabla 3.1).

Los análisis de laboratorio son muy costosos por lo que se desarrolla el presente estudio con información proporcionada por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) y Sedapal.

#### **3.1. Parámetros de calidad de las aguas del río Chillón**

##### **3.1.1. pH**

Se usa para expresar la intensidad de la condición ácida o alcalina de una solución sin que esto quiera decir que mida la acidez total o la alcalinidad total.

Puede medirse por el método colorimétrico el cual emplea indicadores, sustancias que exhiben diferentes colores de acuerdo con el pH de la solución, y el método electrométrico, con referencia a un electrodo estándar.

**DIRECCION DE PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE**  
**LEY GENERAL DE AGUAS D.L. N° 17752 Y SUS MODIFICACIONES AL REGLAMENTO**  
**DE LOS TITULOS I, II Y III SEGÚN EL DECRETO SUPREMO N° 007-83-S.A.**  
**CLASIFICACION DE LOS CURSOS DE AGUA Y DE LA ZONA COSTERA**

Coliformes					
Fecales	0	4,000	1,000	200	4,000

\* Entendidos como valor máximo en 80% de 5 ó más muestras mensuales.

**II. LIMITES DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)**

(5 DÍAS, 20°C Y DE OXIGENO DISUELTTO (O.D.))  
**VALORES EN MG/1**  
**USOS**

	I	II	III	IV	V	VI
<b>D.B.O.</b>	5	5	15	10	10	10
<b>O.D.</b>	3	3	3	3	5	4

**III. LIMITES DE SUSANCIAS POTENCIALMENTE PELIGROSAS**  
**VALORES EN MG/M3**  
**USOS (2)**

PARAMETRO	I	II	III	V	VI
<b>Selenio</b>	10	10	50	5	10
<b>Mercurio</b>	2	2	10	0.1	0.2
<b>PCB</b>	1	1	1+	2	2
<b>Esteres</b>					
<b>Estalatos</b>	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
<b>Cadmio</b>	10	10	50	0.2	4
<b>Cromo</b>	50	50	1,000	50	50
<b>Níquel</b>	2	2	1+	2	**
<b>Cobre</b>	1,000	1,000	500	10	*
<b>Plomo</b>	50	50	100	10	30
<b>Zinc</b>	5,000	5,000	25,000	20	**
<b>Cianuros (CN)</b>	200	200	1+	5	5
<b>Fenoles</b>	0.5	1	1+	1	100
<b>Sulfuros</b>	1	2	1+	2	2
<b>Arsénico</b>	100	100	200	10	50
<b>Nitratos (N)</b>	10	10	100	N.A.	N.A.

**NOTAS:**

\* - Prueba de 96 horas LC50 multiplicadas por 0.1

\*\* - Pruebas de 96 horas multiplicadas por 0.02

LC50 - Dosis letal para provocar 50% de muertes o inmovilización de la especie del BIO ENSAYO.

1- - Valores a ser determinados. En caso de sospechar su presencia se aplicará los valores de la columna V provisionalmente.

(2) - Para el uso de aguas IV no es aplicable.

N.A. - Valor no aplicable.

**PRESTICIDAS.**- Para cada uso se aplicará como límite, los criterios de calidad de aguas establecidas por el Environmental Protección Agency de los Estados Unidos de Norteamérica.

**IV. LIMITES DE SUSTANCIAS O PARÁMETROS POTENCIALMENTE PERJUDICIALES**  
**(VALORES EN MG/1)**

**(APLICABLES en los Usos I, II, III, IV, V)**

**PARÁMETROS**

		I y II	III	IV
M.E.H.	(1)	1.5	0.5	0.2
S.A.A.M.	(2)	0.5	1.0	0.5
C.A.E.	(3)	1.5	5.0	5.0
C.C.E.	(4)	0.3	1.0	1.0

- (1).- Material Extractable en Hexano. (Grasa Principalmente)
- (2).- Sustancias activas de azul de Metileno
- (2).- Sustancias ac
- (1).- Material Extractable en Hexano. (Grasa Principalmente).
- (2).- Sustancias activas de azul de Metileno. (Detergente Principalmente).
- (3).- Extracto de columna de carbón activo por alcohol. (Según método de Flujo Lento).
- (4).- Extracto de columna de carbón activo por Cloroformo, (Según Método de Flujo Lento).

La Ley General de Aguas aprobado por D.S. N° 251 – 69 AP con los siguientes textos:

Artículo 81.- Para los efectos de la aplicación del presente reglamento, se clasifican respecto a sus usos de la siguiente manera:

- I. Aguas de abastecimiento doméstico con simple desinfección.
- II. Aguas de abastecimiento doméstico con tratamiento equivalente a procesos combinados de mezcla y coagulación, sedimentación, filtración y cloración aprobados por el Ministerio de Salud.
- III. Aguas para riego de vegetales de consumo y debida de animales.
- IV. Aguas de Zonas Recreativas de contacto primario (baños y similares)
- V. Aguas de Zona de Pesca de mariscos Vivadlos.
- VI. Aguas de Zona de preservación de fauna acuática y pesca recreativa o comercial.

En el CUADRO 3.1 se presentan los valores del pH de las aguas del río Chillón recogidas en los puntos de muestreo; el rango general de los valores para todo el período de medición, del año 2000, es:

$$\text{pH} = [6, 8.98]$$

### **3.1.2. Turbiedad**

La turbiedad es la propiedad óptica de una suspensión que hace que la luz sea reemitida a través de la suspensión. La turbidez en un agua puede ser causada por una gran variedad de materiales en suspensión, que varían en tamaño desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas, entre otros, arcillas, limo, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, organismos planctónicos, microorganismos, etc.

Actualmente el método más usado para determinar la turbidez es el método nefelométrico en el cual se mide la turbiedad mediante un nefelómetro y se expresan los resultados en unidades de turbidez nefelométrica, NTU.

El rango de turbiedad del agua del río Chillón para el período de medición del año 2000 es de [2.35 , 567]NTU. Los resultados se presentan en el CUADRO 3.2.

**CUADRO 3.1**  
**pH EN EL RÍO CHILLÓN**  
**(Enero 2000 - Diciembre 2000)**

PUNTOS DE MUESTREO	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	MAX	MIN	PROM
M1	8.73	7.93	8.98	8.20	8.18	8.33	7.91		7.82	7.85			8.98	7.82	8.21
M2	6.40	7.90	8.88	8.35	8.46	8.53	8.28		8.12	7.89			8.88	6.40	8.09
M3	7.05	8.04	8.51	8.37	8.56	8.52	8.28		8.01	7.89			8.56	7.05	8.14
M4	8.00	7.95	8.15	8.35	8.63	8.61	8.10	8.05	8.23	8.13	8.20	8.17	8.63	7.95	8.21
M5	8.15	8.06	6.40	8.31	8.65	8.44	7.55	7.42	7.28	7.79	7.25	7.35	8.65	6.40	7.72
M6	8.20	8.16	6.25	8.28	8.14	7.83	7.17		6.62	6.85			8.28	6.25	7.50
M7		7.76	7.51	8.13	8.05	8.13	6.60	7.59	7.04	7.51	7.29	7.63	8.13	6.60	7.57
M8		7.58	7.78	7.57	7.56	7.36	6.00	7.37	7.39	8.55	7.20	7.38	8.55	6.00	7.43
M9		7.57	7.82	7.57	7.48	7.37	7.00	7.48	7.93	7.58	7.54	7.28	7.93	7.00	7.51
M10		7.66	7.87	7.48	7.57	7.44	7.00	7.72	7.54	7.28			7.87	7.00	7.51

**CUADRO 3.2**  
**Turbiedad Mensual (NTU)**  
**( Enero 2000 - Diciembre 2000)**

PUNTOS DE MUESTREO	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	MAX	MIN	PROM
M1	280.00			101.00	90.00	6.20	10.10	14.20	6.73	4.20	98.00		280.00	4.20	67.83
M2	37.00			27.30	28.50	13.00	14.00	9.90	5.80	4.30	18.90		37.00	4.30	17.63
M3	50.00			26.50	39.30	17.00	20.00	11.90	12.40	14.50	20.10		50.00	11.90	23.52
M4	60.00	25.80	10.50	36.00	23.00	12.00	43.50	13.50	10.10	47.70	21.02	44.00	60.00	10.10	28.93
M5	85.00	18.30	12.60	42.00	28.10	21.40	57.30	17.80	8.40	5.20	2.40	21.00	85.00	2.40	26.63
M6			19.50	72.00	43.10	17.80	69.10	9.20	30.50	40.20	16.10		72.00	9.20	35.28
M7				86.20	99.40	23.60	117.00	11.90	314.00	567.00	498.00	275.00	567.00	11.90	221.34
M8				107.00	87.90	18.70	474.00	16.40	2.35	5.18	230.00	419.00	474.00	2.35	151.17
M9				81.80	90.30	6.18	21.90	9.78	12.70	5.36		100.15	100.15	5.36	41.02
M10	270.00		17.00	56.30	3.45	13.70	14.50	3.50	6.97				270.00	3.45	48.18

### **3.1.3. Conductividad**

La conductividad del agua es una expresión numérica de su habilidad para transportar una corriente eléctrica. La conductividad del agua depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura a la cual se haga la determinación.

Por lo tanto, cualquier cambio en la cantidad de sustancias disueltas, en la movilidad de los iones disueltos y su valencia, implica un cambio en la conductividad. El valor de la conductividad es muy usado en análisis de aguas para obtener un estimativo rápido del contenido de sólidos disueltos.

En el CUADRO 3.3 se presentan los valores de la conductividad para el año 2000. Este parámetro no está contemplado en la Ley General de Aguas, pero cabe señalar que los niveles elevados corresponden desde la altura del puente Chillón (M6) hasta la desembocadura en la línea de playa (M10), siendo la conductividad de 1632, 53300 usiemens/cm respectivamente. Las concentraciones elevadas de sales están dadas por los cloruros, sulfatos y carbonatos.

**CUADRO 3.3**  
**Conductividad ( $\mu$ mos/ cm)**  
**( Enero 2000 - Diciembre 2000)**

PUNTOS DE MUESTREO	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	MAX	MIN	PROM
M1	310	42	320	500	508	768	290		796	505			796	42	449
M2	320	246	315	501	510	759	753		814	662			814	246	542
M3	320	159	316	491	507	743	281		784	671			784	159	475
M4	320	254	318	442	482	681	492	456	811	691	585	480	811	254	501
M5	350	263	342	498	487	693	453		819	821			821	263	525
M6	450	330	405	581	632	1094	404		1632	1537			1632	330	785
M7		356	416	592	665	1071	1258	1319	1590	1860	1954	861	1954	356	1086
M8		422	449	638	729	1266	1440	1219	1643	1597		1087	1643	422	1049
M9		401	440	654	735	1289	1464	1339	1672	1665		1139	1672	401	1080
M10			448	644	744	1339	1760	4480	53300	5270			53300	448	8498

### 3.1.4. Alcalinidad Total

La alcalinidad representa el resultado del equilibrio que se producen en el agua entre diversas formas de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos que, junto con otros parámetros (temperatura, pH, oxígeno disuelto, dureza) determinan su estabilidad. El nivel de la alcalinidad influye en el proceso de coagulación y fija la capacidad de tampón del agua.

El CUADRO 3.4 contienen los valores medios mensuales de la alcalinidad (mg/L CaCO<sub>3</sub>)

El promedio de la alcalinidad calculada de los valores mensuales es de 125 mg/L CaCO<sub>3</sub>.

### 3.1.5. Dureza

Como aguas duras se consideran aquellas que requieren cantidades considerables de jabón para producir espuma y producen incrustaciones en las tuberías de aguas caliente, calentadores, calderas y otras unidades en las cuales incrementa la temperatura del agua.

Las aguas se pueden clasificar en términos de grado de dureza:

Aguas Blandas	0 a 75 mg/L CaCO <sub>3</sub>
Aguas Modernamente duras	75 a 150 mg/L CaCO <sub>3</sub>
Aguas Duras	150 a 300 mg/L CaCO <sub>3</sub>



**CUADRO 3.4**  
**Alcalinidad Total (ppm CaCO<sub>3</sub>)**  
**( Enero 2000 - Diciembre 2000)**

PUNTOS DE	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	MAX	MIN	PROM
M4	92	85	105	129	131	126	140	136	127	115	122	151	151	85	122
M5	112	87	96	123	169	120	110	122	121	133	138	140	169	87	123
M6	204	108	123	115	106	102	101	123	109	165	126	181	204	101	130

La dureza total de las aguas del Chillón tiene un promedio de 366 mg/L CaCO<sub>3</sub>. Clasificándose dentro del rango de agua muy dura.

Los valores de la dureza para el período de medición, del año 2000, se presentan en el CUADROS 3.5.

### **3.1.6. Cloruros, Sulfatos, Nitratos y Nitritos**

#### **Cloruros y Sulfatos**

En los CUADROS 3.6 y 3.7 se presentan los valores para el período del año 2000, en mg/L.

Para el río, las concentraciones elevadas de cloruro se encuentran en la zona de línea de playa por influencia de aguas marinas. En las zonas correspondientes hasta 200 m aguas arriba de la línea de playa, se deben a las descargas de aguas domésticas y agrícolas; evidencia de que el río Chillón está siendo utilizado para el vertido de aguas residuales.

Es probable que las fuentes contaminantes de sulfatos sean la disolución del yeso y otros depósitos que contienen estos compuestos, los sulfatos tienen efectos laxantes. Las concentraciones de sulfatos oscilan entre 54 y 752 mg/L SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>.

**CUADRO 3.5**  
**Dureza Total (ppm CaCO<sub>3</sub>)**  
**( Enero 2000 - Diciembre 2000)**

PUNTOS DE MUESTREO	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	MAX	MIN	PROM
M4	332	294	309	353	421	398	376	380	390	343	373	391	421	294	363
M5	337	287	269	315	438	420	395	351	363	379	379	415	438	269	362
M6	365	268	391	285	318	405	401	393	438	398	402	420	438	268	374

**CUADRO 3.6**  
**Cloruros (ppm)**  
**( Enero 2000 - Diciembre 2000)**

PUNTOS DE MUESTREO	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	MAX	MIN	PROM
M1				18.0	25.1	23.0			22.4	21.5	23.4	25.6	25.6	18.0	22.7
M2				18.4	25.2	23.1			20.1	22.7	21.2	25.8	25.8	18.4	22.4
M3				18.5	25.3	23.3			27.0	21.9	22.4	25.2	27.0	18.5	23.4
M4				15.1	22.4	20.5			21.9	20.4	23.4	25.9	25.9	15.1	21.4
M5				18.6	25.4	23.4			20.4	19.9	20.3	24.9	25.4	18.6	21.9
M6			22.0	15.4	18.9	62.3			29.9	31.4	30.4	29.0	62.3	15.4	29.9
M7				16.6	25.0	60.0	104.0	136.0	100.0	165.0	90.0	35.0	165.0	16.6	81.3
M8				20.0	35.0	76.0	66.0	70.0	180.0	163.0	160.0	58.0	180.0	20.0	92.0
M9				22.0	40.0	410.0	160.0	122.0	180.0	246.0		63.0	410.0	22.0	155.4
M10				36.2		364.0	146.0	213.5	220.0				364.0	36.2	195.9

**CUADRO 3.7**  
**Sulfatos (ppm)**  
**( Enero 2000 - Diciembre 2000)**

PUNTOS DE MUESTREO	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	MAX	MIN	PROM
M1				280	232	241	260	236	241	218	222	202	280	202	237
M2				270	198	339	221	204	272	207	188	190	339	188	232
M3				234	222	227	223	208	259	127	256	210	259	127	218
M4	210	195	208	258	254	197	236	219	350	389	258	230	389	195	250
M5	200	225	215	218	224	237	287	210	252	237	230	190	287	190	227
M6				290	134	206	321	202	308	380	310	270	380	134	269
M7				116	178	277	354	246	274	442	263	437	442	116	287
M8				109	198	158	278	308	387	752	237	390	752	109	313
M9				91	207	206	349	369	366	575		482	575	91	331
M10				79	54	253	400	241	352	520			520	54	271

## **Nitratos y Nitritos**

La presencia de nitratos y nitritos puede ser consecuencia de la oxidación bioquímica del amonio, el que, a su vez, tiene su origen en el uso de fertilizantes que contienen nitrato, en el estiércol y en otros contaminantes orgánicos de origen humano. Los CUADROS 3.8 y 3.9, se presentan los valores de nitratos y de nitritos durante el período de medición.

### **3.1.7. Sodio y potasio**

El sodio es un metal muy activo que no existe libre en la naturaleza. Todas las sales de sodio son muy solubles en agua; por ello es muy común encontrar aguas con sodio. En agua dulce el contenido de sodio es muy variable, generalmente entre 10 - 100 mg/L. El río Chillón presenta un promedio de 21.44 mg/L Na<sup>+</sup> (Desde la altura del puente Magdalena hasta la altura del puente Chillón).

El potasio se presenta en concentraciones menores que las de sodio; normalmente la concentración de potasio en las aguas superficiales es menor de 15 mg/L.

**CUADRO 3.8**  
**Nitratos (ppm)**  
**( Enero 2000 - Diciembre2000)**

PUNTOS DE MUESTREO	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	MAX	MIN	PROM
M4	0.800	2.910	4.680	5.210	9.700	2.260	2.950	0.780	1.129	6.160	7.712	8.200	9.700	0.780	4.374
M5	0.860	3.660	5.120	6.580	10.400	1.480	4.220	0.890	1.123	7.325	8.933	9.230	10.400	0.860	4.985
M6	0.950	5.300	3.980	6.670	9.440	1.990	5.940	2.610	3.179	8.310	5.760	9.840	9.840	0.950	5.331

**CUADRO 3.9**  
**Nitritos (ppm )**  
**( Enero 2000 - Diciembre 2000)**

PUNTOS DE MUESTREO	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	MAX	MIN	PROM
M4	0.008	0.010	0.019	0.028	0.023	0.034	0.051	0.048	0.029	0.013	0.087	0.039	0.087	0.008	0.032
M5	0.010	0.017	0.024	0.032	0.029	0.046	0.037	0.029	0.037	0.014	0.036	0.046	0.046	0.010	0.030
M6	0.034	0.028	0.054	0.066	0.040	0.081	0.072	0.086	0.028	0.011	0.072	0.063	0.086	0.011	0.053

La concentración promedio del potasio es 2.76 mg/L (Desde la altura del puente Magdalena hasta la altura del puente Chillón)

Los CUADROS 3.10 y 3.11 presentan los valores medidos del contenido de sodio y potasio durante el período de medición, del año 2000.

### **3.1.8. Hierro y manganeso**

Los valores mensuales de hierro y manganeso para el período comprendido del año 2000, se presentan los CUADROS 3.12 y 3.13.

La concentración de hierro en el río Chillón se encuentra en un rango de [0.017 , 5.20]mg/L Fe.

La presencia de manganeso en concentraciones mayores a 0.3 mg/L Mn causa problemas de turbiedad. Tanto el manganeso como el hierro pueden causar un sabor desagradable en el agua.

La concentración de manganeso en el río Chillón es 0.13 mg/L Mn.



**CUADRO 3.10**  
**Sodio (ppm)**  
**( Enero 2000 - Diciembre 2000)**

PUNTOS DE MUESTREO	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	MAX	MIN	PROM
M4	10.54	9.25	20.00	21.30	23.70	24.20	23.90	26.30	24.80	28.50	23.20	26.30	28.50	9.25	21.83
M5	12.72	9.27	10.81	15.83	23.65	24.10	23.42	25.00	25.60	23.00	23.40	23.57	25.60	9.27	20.03
M6	12.90	10.51	17.80	20.30	24.30	25.00	24.80	26.10	26.70	30.30	24.50	26.20	30.30	10.51	22.45

**CUADRO 3.11**  
**Potasio (ppm )**  
**( Enero 2000 - Diciembre 2000)**

PUNTOS DE MUESTREO	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	MAX	MIN	PROM
M4	3.98	2.20	2.10	2.70	2.40	2.35	2.30	2.22	2.31	2.40	3.20	4.50	4.50	2.10	2.72
M5	4.21	2.59	2.40	2.67	2.80	2.85	2.42	2.61	2.52	2.61	2.25	4.68	4.68	2.25	2.88
M6	4.04	2.45	2.30	2.50	2.63	2.26	2.46	2.34	2.90	2.69	2.18	3.54	4.04	2.18	2.69

**CUADRO 3.12**  
**Hierro (ppm)**  
**( Enero 2000 - Diciembre 2000)**

PUNTOS DE MUESTREO	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	MAX	MIN	PROM
M1	0.078	0.110	0.084	0.072	0.057	0.046	0.082	0.061	0.053	0.040	0.030	0.062	0.110	0.030	0.065
M2	0.288			0.108	0.095	0.101	0.175	0.234	0.293	0.246	0.172	0.132	0.293	0.095	0.184
M3	0.090			0.032	0.081	0.039	0.055	0.067	0.050	0.080	0.058	0.041	0.090	0.032	0.059
M4	0.023	0.071	0.020	0.090	0.032	0.028	0.049	0.050	0.038	0.062	0.040	0.017	0.090	0.017	0.043
M5	0.460	0.840	0.310	0.108	0.073	0.043	0.072	1.020	0.050	0.081	0.062	0.123	1.020	0.043	0.270
M6	3.420			1.220	1.190	0.952	1.020	2.300	2.900	1.450	0.980	2.450	3.420	0.952	1.788
M7	3.230			4.050	1.450	2.850	1.170	0.408	2.525	1.205	4.300	3.880	4.300	0.408	2.507
M8	3.420	3.500	4.100	3.750	1.550	0.463	3.850	0.383	0.320	0.215	4.480	4.450	4.480	0.215	2.540
M9	3.520	4.210		4.360	3.150	0.193	0.528	0.708	0.465	0.225		2.750	4.360	0.193	2.011
M10	3.350	5.200		2.950	1.450	0.310	0.638	2.250	0.380	1.390		3.420	5.200	0.310	2.134

**CUADRO 3.13**  
**Manganeso (ppm)**  
**( Enero 2000 - Diciembre 2000)**

PUNTOS DE MUESTREO	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	MAX	MIN	PROM
M1	0.045	0.081	0.038	0.012	0.009	0.010	0.015	0.030	0.010	0.035	0.012	0.034	0.081	0.009	0.028
M2	0.079	0.091	0.036	0.024	0.015	0.012	0.020	0.055	0.070	0.082	0.035	0.074	0.091	0.012	0.049
M3	0.079	0.096	0.025	0.015	0.010	0.018	0.021	0.070	0.013	0.055	0.019	0.052	0.096	0.010	0.039
M4	0.131	0.350	0.050	0.025	0.015	0.017	0.019	0.030	0.015	0.017	0.029	0.059	0.350	0.015	0.063
M5	0.101	0.340	0.042	0.037	0.020	0.040	0.050	0.044	0.013	0.011	0.008	0.017	0.340	0.008	0.060
M6	0.220	0.360	0.260	0.080	0.040	0.130	0.150	0.090	0.154	0.011	0.098	0.115	0.360	0.011	0.142
M7		0.250	0.310	0.120	0.075	0.176	0.243	0.145	0.213	0.465	0.385	0.295	0.465	0.075	0.243
M8		0.500		0.160	0.108	0.273	0.238	0.140	0.060	0.065	0.210	0.458	0.500	0.060	0.221
M9		0.620	0.156	0.128	0.126	0.270	0.288	0.163	0.118	0.108		0.950	0.950	0.108	0.293
M10		0.520	0.090	0.110		0.700	0.238	0.063	0.025	0.032	0.090	0.085	0.700	0.025	0.195

### **3.1.9. Sólidos totales**

El CUADRO 3.14 presenta los valores mensuales para el período de medición del año 2000, en mg/L. La Ley General de Aguas no contempla este parámetro, pero cabe señalar que las zonas correspondientes a la altura del puente Trapiche hasta la desembocadura en la línea de playa han presentado concentraciones máximas de 1100 a 42640 mg/L.

### **3.1.10. Metales pesados**

El cadmio es reconocido como un elemento potencialmente tóxico. Es un elemento biológicamente no esencial y benéfico.

El cobre no constituye un peligro para la salud, da al agua un sabor desagradable. Puede provenir de las contaminaciones industriales o de los tratamientos agrícolas.

Generalmente el contenido de plomo de las aguas superficiales no contaminadas no sobrepasa de 0.1 mg/L y su presencia en contenidos más elevados, se debe a una causa externa.

El Zinc es un micronutriente esencial y por lo general se considera como uno de los elementos menos peligrosos, aunque su toxicidad puede aumentar debido a la presencia de arsénico, plomo, cadmio y antimonio como impurezas.

Los CUADROS 3.15, 3.16, 3.17 y 3.18 presentan los valores mensuales para el período de medición del año 2000, en mg/L.

**CUADRO 3.14**  
**Sólidos Totales (ppm)**  
**( Enero 2000 - Diciembre 2000)**

PUNTOS DE MUESTREO	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	MAX	MIN	PROM
M1				420	440	536	724	670	692	640	650	534	724	420	590
M2				462	489	506	612	605	622	650	711	540	711	462	577
M3				390	410	485	784	690	562	593	598	570	784	390	565
M4	580	954	450	413	450	498	806	750	543	652	680	613	954	413	616
M5	621	849	410	396	442	535	820	840	1100	692	716	656	1100	396	673
M6				342	470	770	900	915	1110	980	850	750	1110	342	787
M7				364	536	890	998	953	1078	1144	586	560	1144	364	790
M8				360	586	866	930	887	1113	1056	488	706	1113	360	777
M9				380	583	1533	1138	973	1125	1133		738	1533	380	950
M10				376		867	1121	3584	42640	1038			42640	376	8271

**CUADRO 3.15**  
**Cadmio (ppm)**  
**( Enero 2000 - Diciembre 2000)**

PUNTOS DE MUESTREO	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	MAX	MIN	PROM
M1	0.0050	0.0005	0.0060	0.0005	0.0050	0.0050	0.0060		0.0030	0.0005			0.0060	0.0005	0.0035
M2	0.0050	0.0005	0.0050	0.0005	0.0005	0.0080	0.0080		0.0030	0.0005			0.0080	0.0005	0.0034
M3	0.0050	0.0005	0.0030	0.0005	0.0030	0.0080	0.0050		0.0005	0.0005			0.0080	0.0005	0.0029
M4	0.0050	0.0005	0.0050	0.0005	0.0005	0.0100	0.0130	0.0090	0.0080	0.0050	0.0040	0.0035	0.0130	0.0005	0.0053
M5	0.0030	0.0005	0.0030	0.0005	0.0030	0.0080	0.0080		0.0050	0.0030	0.0028	0.0045	0.0080	0.0005	0.0038
M6	0.0060	0.0050	0.0020	0.0005	0.0005	0.0080	0.0060		0.0005	0.0080			0.0080	0.0005	0.0041
M7		0.0030	0.0020	0.0030	0.0005	0.0080	0.0080	0.0050	0.0005	0.0120	0.0100	0.0050	0.0120	0.0005	0.0052
M8		0.0050	0.0050	0.0005	0.0005	0.0120	0.0050	0.0130	0.0005	0.0005	0.0100	0.0130	0.0130	0.0005	0.0059
M9		0.0050	0.0050	0.0005	0.0050	0.0050	0.0060	0.0080	0.0030	0.0100		0.0080	0.0100	0.0005	0.0056
M10		0.0030	0.0020	0.0005	0.0050	0.0040	0.0060	0.0050	0.0050	0.0060			0.0060	0.0005	0.0041

**CUADRO 3.16**  
**Cobre (ppm)**  
**( Enero 2000 - Diciembre 2000)**

PUNTOS DE MUESTREO	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	MAX	MIN	PROM
M1	0.005	0.002	0.015	0.002	0.005	0.02	0.002		0.018	0.005			0.020	0.002	0.008
M2	0.005	0.015	0.01	0.01	0.002	0.023	0.002		0.003	0.005			0.023	0.002	0.008
M3	0.01	0.018	0.003	0.002	0.005	0.02	0.002		0.02	0.005			0.020	0.002	0.009
M4	0.013	0.03	0.005	0.005	0.002	0.018	0.002	0.005	0.013	0.005	0.008	0.006	0.030	0.002	0.009
M5	0.01	0.04	0.005	0.005	0.002	0.023	0.002	0.006	0.009	0.005	0.004	0.005	0.040	0.002	0.010
M6	0.053	0.125	0.02	0.05	0.053	0.063	0.196		0.107	0.055			0.196	0.020	0.080
M7		0.188	0.05	0.035	0.03	0.08	0.083	0.183	0.138	0.013	0.096	0.197	0.197	0.013	0.099
M8		0.109	0.05	0.035	0.03	0.183	0.13	0.188	0.02	0.028	0.201	0.185	0.201	0.020	0.105
M9		0.052	0.03	0.045	0.033	0.168	0.145	0.200	0.013	0.015		0.205	0.205	0.013	0.091
M10		0.048	0.065	0.045	0.04	0.22	0.13	0.25	0.045	0.058			0.250	0.040	0.100

**CUADRO 3.17**  
**Plomo (ppm)**  
**( Enero 2000 - Diciembre 2000)**

PUNTOS DE MUESTREO	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	MAX	MIN	PROM
M1	0.005	0.010	0.005	0.005	0.008	0.003	0.018		0.015	0.025			0.025	0.003	0.010
M2	0.005	0.008	0.005	0.010	0.020	0.010	0.025		0.033	0.025			0.033	0.005	0.016
M3	0.015	0.005	0.005	0.005	0.060	0.005	0.005			0.017			0.060	0.005	0.015
M4	0.005	0.040	0.005	0.005	0.090	0.005	0.005	0.006	0.013	0.025	0.001	0.007	0.090	0.001	0.017
M5	0.013	0.058	0.005	0.018	0.068	0.005	0.005	0.005	0.033	0.025	0.012	0.008	0.068	0.005	0.021
M6	0.038	0.076	0.038	0.020	0.025	0.054			0.094	0.025	0.091	0.003	0.094	0.003	0.046
M7		0.138	0.050	0.075	0.048	0.035	0.053	0.043	0.081	0.098	0.116	0.095	0.138	0.035	0.076
M8		0.235	0.038	0.055	0.050	0.045	0.070	0.030	0.068	0.076	0.188	0.088	0.235	0.030	0.086
M9		0.251	0.012	0.039	0.075	0.030	0.023	0.055	0.105	0.053		0.174	0.251	0.012	0.082
M10		0.118	0.070	0.073	0.088	0.040	0.033	0.045	0.193	0.069			0.193	0.033	0.081



CUADRO 3.18

Zinc (ppm)

( Enero 2000 - Diciembre 2000)

PUNTOS DE MUESTREO	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	MAX	MIN	PROM
M1		0.045		0.019	0.013	0.034	0.015	0.040	0.013	0.020	0.022	0.009	0.045	0.009	0.023
M2		0.045		0.024	0.017	0.048	0.020	0.030	0.045	0.056	0.068	0.032	0.068	0.017	0.039
M3		0.031		0.011	0.008	0.015	0.010	0.024	0.002	0.005	0.008	0.015	0.031	0.002	0.013
M4	0.030	0.092	0.061	0.050	0.020	0.020	0.011	0.040	0.025	0.015	0.026	0.010	0.092	0.010	0.033
M5	0.010	0.047		0.050	0.030	0.039	0.028	0.052	0.030	0.040	0.015	0.010	0.052	0.010	0.032
M6		0.078		0.042	0.045	0.035	0.019	0.061	0.038	0.056	0.059	0.062	0.078	0.019	0.050
M7		0.072		0.055	0.051	0.037	0.024	0.045	0.043	0.032	0.054	0.056	0.072	0.024	0.047
M8		0.056		0.046	0.058	0.041	0.026	0.068	0.036	0.047	0.072	0.050	0.072	0.026	0.050
M9		0.032		0.055	0.077	0.054	0.034	0.072	0.085	0.045	0.058	0.064	0.085	0.032	0.058
M10		0.045		0.055		0.094	0.078	0.053	0.038	0.06	0.054	0.058	0.094	0.038	0.059

Las concentraciones promedios de estos metales en el río Chillón son:

Cadmio : 0.0044 mg/L

Cobre : 0.052 mg/L

Plomo 0.045 mg/L

Zinc 0.040 mg/L

### **Cromo**

Se observa en el CUADRO 3.19 que las concentraciones de cromo analizadas en los diferentes puntos se encuentran con un promedio de 0.158 mg/L.

#### **3.1.11. Oxígeno Disuelto y DBO**

Se presenta en el CUADRO 3.20 los resultados del análisis de DBO y en el CUADRO 3.21 los de Oxígeno disuelto.

Los niveles de oxígeno disuelto se encuentra con un promedio de 6.12 mg/L O<sub>2</sub>.

La zona del Parque Porcino presenta una demanda muy elevada de hasta 1150 mg/L de DBO, evidencia de la alta carga orgánica que se vierte al río.

#### **3.1.12. Fosfatos**

Los fosfatos son nutrientes de los microorganismos que permiten la formación de materia orgánica, la cual puede presentar un incremento

**CUADRO 3.19**  
**Cromo (ppm)**  
**( Enero 2000 - Diciembre 2000)**

PUNTOS DE MUESTREO	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	MAX	MIN	PROM
M1	0.002	0.002	0.022	0.002	0.005	0.002	0.002		0.003	0.005			0.022	0.002	0.005
M2	0.002	0.003	0.045	0.002	0.003	0.005	0.002		0.005	0.005			0.045	0.002	0.008
M3	0.002	0.002	0.002	0.002	0.008	0.005	0.002		0.005	0.005			0.008	0.002	0.004
M4	0.002	0.008	0.010	0.002	0.005	0.003	0.002		0.002	0.005			0.010	0.002	0.004
M5	0.002	0.015	0.008	0.002	0.003	0.003	0.002		0.002	0.005			0.015	0.002	0.005
M6	0.003	0.035	0.008	0.002	0.005	0.013	0.005		0.035	0.005			0.035	0.002	0.012
M7		0.068		0.001	0.002	0.013	0.002	0.008	0.025	0.030	0.023	0.020	0.068	0.001	0.019
M8		0.073		0.001	0.005	0.015	0.013	0.010	0.005	0.080	0.230	0.030	0.230	0.001	0.046
M9		0.075		0.001	0.008	0.015	0.013	0.005	0.013	0.050		0.060	0.075	0.001	0.027
M10		0.068		0.002	0.008	0.015	0.005	0.013	0.045	0.070			0.070	0.002	0.028

**CUADRO 3.20**  
**DBO (ppm)**  
**( Enero 2000 - Diciembre 2000)**

PUNTOS DE MUESTREO	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	MAX	MIN	PROM
M1	0.00	0.02	1.26	0.00	1.27	0.30	1.50		0.00	0.80			1.50	0.00	0.57
M2	0.02	0.00	0.27	0.94	1.57	0.00	0.30		0.00	0.43			1.57	0.00	0.39
M3	0.05	0.00	0.96	0.00	1.00	0.30	0.30		1.60	0.25			1.60	0.00	0.50
M4	0.04	0.02	2.54	0.04	0.58	0.00	1.00		1.43	0.68			2.54	0.00	0.70
M5	0.08	0.04	2.43	0.06	0.16	0.45	0.80		3.52	0.30			3.52	0.04	0.87
M6	3.96	2.12	4.56	1.20	4.90	14.80	15.00		294.00	21.20			294.00	1.20	40.19
M7		6.72	4.32	3.49	9.40	7.00	15.00	4.80	170.00	750.00	145.00	55.80	750.00	3.49	106.50
M8		12.00	17.00	15.80	3.20	150.00	144.00	5.00	21.00	615.00	171.00	285.00	615.00	3.20	130.82
M9		14.00	12.88	13.70	53.30	132.00	144.00	0.60	7.50	66.00	0.00	195.60	195.60	0.00	58.14
M10		1.23	8.34	15.20	22.90	162.00	130.00	0.00	2.00	63.00			162.00	0.00	44.96

**CUADRO 3.21**  
**Oxigeno Disuelto (ppm)**  
**( Enero 2000 - Diciembre 2000)**

PUNTOS DE MUESTREO	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	MAX	MIN	PROM
M1	7.2	5.9	5.6	7.3	8.3	7.8	5.8		7.6	7.7			8.3	5.6	7.0
M2	7.6	6.3	6.2	7.6	8.3	8.5	6.7		8.2	8.3			8.5	6.2	7.5
M3	7.5	6.0	6.4	7.7	8.2	8.2	7.4		6.8	8.4			8.4	6.0	7.4
M4	7.4	6.3	6.6	7.2	8.1	8.5	6.6	7.1	6.6	8.3	8.0	7.8	8.5	6.3	7.4
M5	7.2	6.5	6.4	7.7	7.9	8.3	6.2	6.9	4.8	8.8	8.5	7.9	8.8	4.8	7.3
M6	6.0	6.1	6.3	7.8	7.1	5.9	5.3		1.8	1.1			7.8	1.1	5.3
M7		6.2	4.6		7.5	8.3	5.9	2.2	0.0	0.2	0.0	5.7	8.3	0.0	4.1
M8		5.8	4.1		5.9	3.5	2.1	3.4	1.9	0.7		2.1	5.9	0.7	3.3
M9		3.9	4.0		6.1	0.0	3.2	2.0	7.3	2.5		0.0	7.3	0.0	3.2
M10		5.0	5.0		6.5	0.0	3.2	8.7	8.7	4.2			8.7	0.0	5.2

de DBO para su oxidación aeróbica completa, además de los problemas de eutrofización y crecimiento de fitoplancton.

En el CUADRO 3.22 se presenta los valores de fosfato, con un promedio de 0.78 mg/L (Desde la altura del puente Magdalena hasta la altura del puente Chillón).

### **3.1.13. Coliformes Totales**

Los coliformes no solamente provienen de los excrementos humanos, sino también pueden originarse en animales de sangre caliente, animales de sangre fría y en el suelo. Por lo tanto, la presencia de coliformes en aguas superficiales indica contaminación proveniente de residuos humanos, animales o erosión del suelo separadamente, o de una combinación de las tres fuentes.

Las concentraciones de coliformes totales desde la zona del Puente Trapiche (M5) hasta la zona de línea de playa (M10), llega a valores de 93 a  $5 \times 10^8$  NMP/ 100mi (NMP, número más probable) producto de las descargas domésticas a lo largo del cauce del río (CUADRO 3.23.).

**CUADRO 3.22**  
**Fosfatos (ppm )**  
**( Enero 2000 - Diciembre 2000)**

PUNTOS DE MUESTREO	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	MAX	MIN	PROM
M4	0.080	0.076	0.010	0.036	0.022	0.104	0.095	0.021	0.010	0.204	0.025	0.063	0.204	0.010	0.062
M5	0.091	0.113	0.010	0.031	0.071	0.050	0.060	0.086	0.073	0.181	0.014	0.084	0.181	0.010	0.072
M6	0.156	0.142	0.010	0.020	0.055	0.125	0.187	0.047	0.011	0.208	0.038	0.183	0.208	0.010	0.099

**CUADRO 3.23**  
**Coliformes Totales (NMP/100 ml)**  
**( Enero 2000 - Diciembre 2000)**

PUNTOS DE MUESTREO	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	MAX	MIN	PROM
M1	43	460	2E+03	400	90	210	<3		4.3E+01				2400	43	520.86
M2	2.40E+03	400	930	2.3E+03	40	93	<3		4.3E+01				2400	40	886.57
M3	4.30E+03	700	230	400	150	15	430		2.3E+01				4300	15	781.00
M4	9.30E+03	1.5E+03	430	2.8E+03	1.2E+04	150	150		9.3E+02				12000	150	3407.50
M5	9.30E+05	4.3E+03	930	9.3E+03	4.3E+03	93	2.3E+03		2.4E+04				930000	93	121902.88
M6	2.30E+04	9.3E+05	4.3E+05	2.4E+07	4.3E+05	2.4E+04	2.4E+06		9.3E+06				2E+07	23000	4692125.00
M7		2.4E+05	4.6E+05	2.0E+05	1.5E+06	4.6E+07	4.3E+05	4.60E+05	4.6E+07	2.4E+07	2.40E+08	1.50E+06	2E+08	2E+05	32799090.9
M8		9.3E+05	2.4E+06	4.0E+05	9.3E+05	4.6E+08	1.5E+07	1.10E+07	2.4E+06	4.3E+07	1.50E+07	2.40E+07	5E+08	4E+05	52278181.8
M9		2.4E+05	1.1E+06	1.0E+05	9.3E+05	2.1E+08	2.4E+08	4.30E+05	2.4E+06	4.3E+06		4.30E+07	2E+08	1E+05	50250000.0
M10		4.3E+05	9.3E+05	2.0E+05	1.4E+06	4.6E+08	4.3E+07	2.40E+04		2.8E+06			5E+08	24000	63598000.0



### **3.2. Evaluación del Monitoreo del Río Chillón**

**(Enero 2000 a Diciembre 2000)**

Según los análisis presentados el agua del río Chillón es un agua dura y muy dura con alto grado de mineralización y variaciones importantes en contenidos de calcio, magnesio, sulfatos y turbiedad, situación que es característica de los ríos de configuración hidrogeológica similar. La turbiedad es fluctuante, dependiendo de la estación. A lo largo del curso del río Chillón se va produciendo un aumento en la concentración de sulfatos. El nivel de cloruros es bajo y no presenta problemas.

La calidad química de las aguas del Chillón se caracteriza por tener aguas oxigenadas, con un nivel de concentración de oxígeno cercano al valor de saturación. Hay presencia de nitratos como consecuencia de riegos y usos de fertilizantes, pero el nivel de nitrógeno en estos es bastante aceptable.

De los resultados del monitoreo, se define al río Chillón en su Cuenca Alta y Media como: Clase I, Aguas de abastecimiento doméstico con simple desinfección; Clase III, Aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales, y clase IV, Aguas de zona de preservación de fauna acuática y pesca recreativa o comercial. Mientras que su Cuenca Baja se define como Clase III y IV de conformidad con los criterios establecidos por La Ley General de Aguas D.L. N° 17752 y las

modificaciones al reglamento de los títulos I, II y III según el decreto supremo N° 007-83-S.A (Ver Tabla 3.1).

## **CAPÍTULO IV**

### **EVALUACIÓN DE LA NECESIDAD**

El presente capítulo se desarrolló con el objeto específico de conocer la necesidad del agua Potable en los distritos de Ancón, Carabayllo, Los Olivos, Puente Piedra y Ventanilla. Así mismo tener conocimiento de la capacidad de agua superficial del río Chillón que puede ser aprovechada en la producción de agua potable sin perjudicar los usos ya existentes. Ello nos permite una mejor información de la demanda de las aguas por la población; en zonas urbana, agrícola e industrial.

#### **4.1. Agua potable por distritos**

Actualmente SEDAPAL abastece el servicio de agua potable a los distritos de Carabayllo, Los Olivos y Puente Piedra; Ancón es abastecido por la Municipalidad del distrito (Agua de pozo), y Ventanilla por la Empresa Municipal Emapa – Ventanilla (Agua de pozo) y SEDAPAL. La calidad y cantidad utilizada de las aguas son administradas por dichas empresas, siendo la calidad determinada de acuerdo a la naturaleza de su utilización. Hay demanda creciente y competitiva de agua entre los diferentes sectores sociales y productivos de la zona estudiada. Con el aumento de la población y las actividades industriales, se llega a una situación en que el agua es escasa, estando racionada el uso por horas.

Para los distritos mencionados la fuente disponible es las aguas superficiales del río Rímac y las aguas subterráneas de la cuenca del Chillón. Estas aguas son almacenadas y distribuidas a los usuarios por las empresas.

Cada usuario requiere una cantidad mínima diaria de agua para su alimentación, esta ingestión de agua es como mínimo 2.5 litros / día (CUADRO 4.1.). También el consumo doméstico de agua por persona al realizar su aseo personal, mantener limpia su vivienda con por lo menos dos caños (en la cocina y baño) y una ducha; con agua todo el día y en cantidades suficientes, de una demanda de más o menos de 200 litros por cada persona por día. El agua es indispensable para la sobrevivencia de las personas, y si es potable y de buena calidad asegura su bienestar.

En los distritos estudiados el servicio de agua es variable; existen zonas que tienen agua 24 horas al día, otras tienen el servicio restringido y algunos que no cuentan con dicho servicio. Hay, por cierto, otros tipos de servicio de agua potable a los que recurren las personas que no cuentan con instalaciones dentro de sus casas. Estamos hablando de las piletas públicas, que son caños ubicados en las calles. Existe, en estos distritos, una porción importante de la población que tiene que proveerse por sí misma de agua potable, o comprarla a los vendedores de agua (los llamados camiones cisterna, esta es agua de pozos sin un control sanitario adecuado), conectarse al servicio de los

**CUADRO 4.1**  
**CONTABILIDAD HÍDRICA DEL CUERPO HUMANO**

"HABER" DIARIO		"DEBE" DIARIO	
BEBIDAS	1.30 lt	EVAPORACIÓN POR PULMONES	0.40 lt
ALIMENTOS	0.85 lt	EVAPORACIÓN POR PIEL	0.50 lt
OXIDACIÓN DE ALIMENTOS	0.35 lt	AGUA EN LA ORINA	1.50 lt
		AGUA EN LOS HECES FECALES	0.10 l
<b>TOTAL</b>	<b>2.50 lt</b>		<b>2.50 lt</b>

Fuente: Libro: Tratamiento de Aguas Industriales, Vergara Yayon , Francisco, 1984

vecinos, recurrir directamente al río Chillón o a pozos subterráneos artesanales sin tratamiento alguno, elevando el nivel de insalubridad, sobre todo en los distritos con asentamientos humanos, pueblos jóvenes, cooperativas de vivienda, etc.

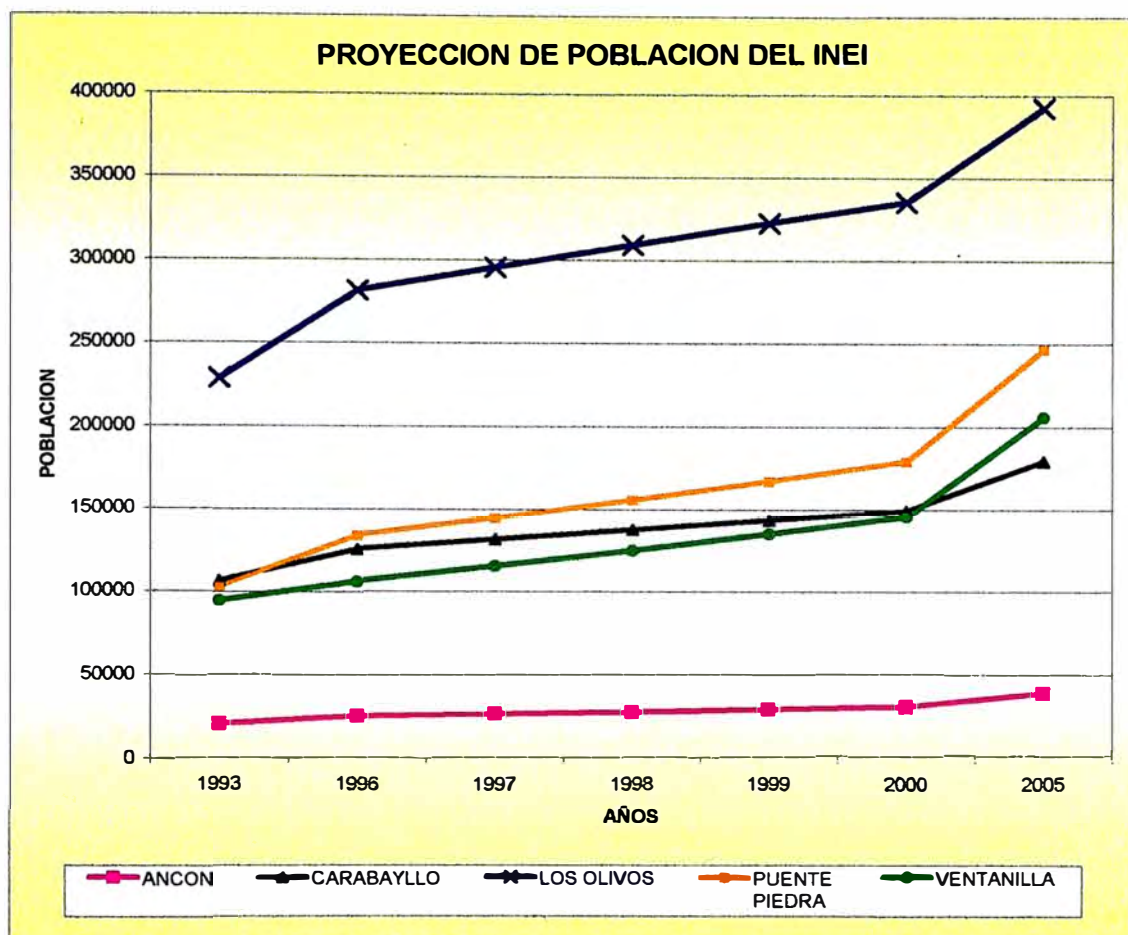
Actualmente, en los distritos mencionados la cobertura actual del servicio abastece un promedio aproximado de 67.6% de su población, es decir sólo 3 de cada 5 personas están debidamente asistidas. Se presenta el incremento de población de los distritos de la zona en estudio con relación al servicio de agua potable.

#### **4.1.1. Ancón**

Estudios de proyección de la población realizados por el INEI revelan un crecimiento demográfico. En el censo de 1993 los habitantes fueron 19 695 en Ancón; el año 2000 se proyectó a 29 978 habitante (GRAFICO 4.1.).

En 1993 el 34% de la población contaba con el servicio en sus viviendas y el 47% se abastecía con pileta pública, los habitantes que contaron con el servicio fue de aproximadamente 15 953; el resto adquirió el agua de camión cisterna y de pozo. Se sabe que a la fecha el número de habitantes va aumentando y se abastece aproximadamente al 60% de la población. El abastecimiento es por horas, existiendo zonas que sólo cuentan con dos a cuatro horas diarias

GRAFICA 4.1



AÑO	NUMERO DE HABITANTES				
	ANCON	CARABAYLLO	LOS OLIVOS	PUENTE PIEDRA	VENTANILLA
1993	19695	106543	228143	102808	94497
1996	24036	125416	281115	133517	105824
1997	25452	131184	295190	144012	114789
1998	26922	137070	308940	155060	124352
1999	28431	143003	322226	166597	134480
2000	29978	148954	335017	178609	145139
2005	38250	178780	392162	246207	205238

FUENTE INEI 2000

de servicio (CUADRO 4.2.).

#### **4.1.2. Carabayllo**

En 1993 los habitantes fueron 106 543 y en el 2000 el INEI proyectó 148 954 habitantes (GRAFICO 4.1.).

Actualmente el abastecimiento del agua es por horas (CUADRO 4.2). El 83% de la población cuenta aproximadamente con este servicio.

#### **4.1.3. Los Olivos**

En 1993 los habitantes fueron 228 143 y el 2000 el INEI proyectó 335 017 habitantes (GRAFICO 4.1.).

En el año de 1993 se suministraba el agua a aproximadamente 118 195 habitantes, el resto se abastecía del camión cisterna. En la actualidad todavía falta aumentar el servicio debido a que aumenta la demanda. Aproximadamente el 85% de la población cuenta con el servicio. Existen zonas que se abastecen de agua las 24 horas y



**CUADRO 4.2**  
**PROMEDIO DE HORAS DE LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE POR DISTRITOS**

NOMBRE DEL DISTRITO	Nº DE HORAS DIARIAS DE ABASTECIMIENTO	OBSERVACIÓN
ANCÓN	10-24 2-4	ZONA DE INDUSTRIAL Y URBANIZADA ZONA DE ASENTAMIENTO HUMANO
CARABAYLLO	18-24 3-4	ZONA INDUSTRIAL Y URBANIZADA ZONA ASENTAMIENTO HUMANO
LOS OLIVOS	24 10-15 2-3	ZONA INDUSTRIAL ZONA URBANIZADA ZONA DE ASENTAMIENTO HUMANO
PUENTE PIEDRA	24 8-14 3-5	ZONA INDUSTRIAL ZONA URBANIZADA ZONA DE ASENTAMIENTO HUMANO
VENTANILLA	10-13 2-3	ZONA INDUSTRIAL Y URBANIZADA ZONA DE ASENTAMIENTO HUMANO

Fuente: SEDAPAL 2000

otras donde el servicio es restringido (CUADRO 4.2.).

#### **4.1.4. Puente Piedra**

Los habitantes en 1 993 fueron 102 808 y en el 2 000 el INEI proyecto 178 609 (GRAFICO 4.1.).

En el año de 1 993 se abastecía de agua a aproximadamente 24 724 habitantes, el resto la obtenía del camión cisterna y pozos. En la actualidad todavía existe la falta de servicio de agua potable; aproximadamente el 52% de la población cuenta con el servicio. El abastecimiento es variable. Existen zonas que tienen 24 horas diarias de servicio y en otras es restringido (CUADRO 4.2.).

#### **4.1.5. Ventanilla**

En 1 993 los habitantes fueron 94 497 y en el 2 000 el INEI proyecto 145 139 (GRAFICO 4.1.).

En la actualidad el abastecimiento es limitado de acuerdo a las zonas; se dan en diferentes horarios (CUADRO 4.2.). Aproximadamente el 58% de la población cuenta con el servicio.

El porcentaje de abastecimiento de agua a la población del presente estudio no cubre el 100% de la demanda, y los usuarios

que no tienen el servicio usan aguas de dudosa calidad, no garantizada para el consumo de la población.

#### **4.2. Demanda de Agua en la Agricultura**

El déficit de agua que afrontó la agricultura en la cuenca del río Chillón motivó la construcción de lagunas. Se represó las lagunas de Chuchón, León y Azul. Las tres lagunas en conjunto tienen una capacidad de 19,30 millones de m<sup>3</sup> y se llenan todos los años. Estas represas son operadas de acuerdo al requerimiento de riego del valle bajo del río Chillón, por la Oficina Agraria del río Chillón, con sede en la localidad de Puente Piedra.

Además existen otras lagunas represadas que, en conjunto, tienen una capacidad de 14,50 millones de m<sup>3</sup>, empleadas para el riego de las tierras altas del valle. Estas son las de Chupacocha, Turmanyacocha y Arapao, para la zona de Canta; Azulcocha, Cargua, Quinán, para la zona de Lachaqui; Yanacocha, para las zonas de San Buenaventura y San Miguel; y Cholhuanacocha para la de Huaros.

La distribución del agua se realiza según la necesidad de las tierras agrícolas; se tiene en cuenta los caudales estacionales diferenciados que presenta el río Chillón y parte del flujo de agua es utilizado en la agricultura (CUADRO 4.3.). Es decir, hay época de escasez, que corresponden a los periodos de estiaje, así como hay épocas de

**CUADRO 4.3**  
**FLUJO PROMEDIO MENSUAL EN EL RIO CHILLÓN**

TOTAL MESES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	PROM.
													TOTAL
FLUJO MENSUAL HISTORICO (m <sup>3</sup> /s)	12.7	22.2	26.5	14	5.5	2.7	1.8	1.6	1.6	2.3	3.2	5.9	8.33
DEMANDA AGRÍCOLA (m <sup>3</sup> /s)	4.2	5.7	6	4.8	3.3	2.7	2	2	2	3	2.8	2.1	3.34
EXCESO (m <sup>3</sup> /s)	8.5	16.5	20.5	9.2	2.2	0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	0.4	3.8	4.98

Fuente: INRENA Revista, Seminario Taller: Desarrollo de la Capacidad de Gestión de los Recursos Hídricos-1997.

Teniendo en cuenta los caudales en exceso; se observa que en algunos meses el caudal del río Chillón no cubre la demanda agrícola. Usándose en estos periodos las aguas de las represas.

demasiá, que se refieren a los periodos de avenidas, esto es de diciembre a abril; se tiene exceso de agua con relación a la demanda (siempre que no exista sequía), invirtiéndose esta relación durante los demás meses del año. Esto significa que para paliar los déficit en estos periodos se usa las aguas de las represas.

La demanda de agua en la agricultura es distribuída a las comisiones de regantes de la zona; cada comisión está formada por un número de usuarios y una cantidad de terreno a regar (CUADRO 4.4.). El consumo de agua es de acuerdo al tipo de cultivo en el área cultivada.

El agua en la agricultura es usada para el riego de 9027.66 Has y requiere un promedio mensual  $3.34 \text{ m}^3/\text{s}$  de las aguas del río Chillón.

El sistema de distribución del valle Chillón abastece de agua mediante 28 tomas de captación directas del río. Este sistema, casi en su totalidad, está constituido por una serie de canales en tierra, sin revestimiento, de características geométricas poco definibles, presentando tramos cubiertos con abundante vegetación en los taludes y

**CUADRO 4.4**  
**RELACION DE COMISIONES DE REGANTES DE LA**  
**JUNTA DE USUARIOS CHILLON**

COMISIONES DE REGANTES	NUMERO DE USUARIOS	AREA DE RIEGO N° DE HAS.
A) SUB SECTOR DE RIEGO YANGAS		
YANGAS	187	432.73
MACAS	84	623.31
SAN ANTONIO	124	625.67
COMITÉ HUATOCAY & HUARANGAL	48	338.36
ZAPAN	84	392.50
CHOCAS	115	612.23
B) SUB SECTOR DE RIEGO NARANJAL CAUDIVILLA		
CAUDIVILLA	377	1045.65
CHACRA CERRO ALTO	223	407.49
CHACRA CERRO PUQUIO	173	307.75
NARANJAL	35	29.68
CHUQUITANTA	164	511.68
OQUENDO	145	511.08
C) SUB SECTOR DE RIEGO PUENTE PIEDRA CARABAYLLO		
CARABAYLLO	268	1168.75
SAN LORENZO	202	1061.68
LA ISLETA	116	371.09
LA CACHAZA	295	588.02
TOTAL	2640	9027.66

Fuente: Ministerio de agricultura 2000

con depósitos de material grueso y fino en el fondo. Debido a la ausencia de estructuras limpias, operan en condiciones muy pobres y sufre en el proceso constante arenamiento, lo que genera los frecuentes desbordes. La ausencia de revestimiento en los canales origina pérdidas por filtración.

El sistema de distribución se halla conformado básicamente por canales de tierra, a excepción de los que conducen agua de pozos que normalmente se encuentran revestidos (CUADRO 4.5.).

A menudo hasta un 48% de agua extraído de los embalses o bombeado de los depósitos subterráneos, no llega nunca a los cultivos debido a las fugas de los canales y los cursos de agua, las pérdidas en las acequias y el desbordamiento en los campos.

Existe en el valle una tendencia hacia el desplazamiento de las tierras agrícolas por la expansión urbana, por lo que la demanda poblacional es creciente, afectando el desarrollo de la cuenca en la agricultura.

Actualmente la falta de incentivos por parte del Gobierno hacia la actividad agrícola, la presión urbana sobre tierras de alta calidad agrícola y la presencia de contaminación de aguas, ha originado el abandono de esta actividad en muchos sectores. La disminución del

**CUADRO 4.5**  
**CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS CANALES DEL VALLE DE CHILLÓN**

TOMA	NOMBRE DEL CANAL	CAPACIDAD (M3/S)	AREA SERVIDA (HA)
YIPATA	YIPATA	0.1	-
LA CABAÑA	LA CABAÑA	0.3	51.68
MALLOPAMPA	MALLOPAMPA	0.1	-
LARANCOCHA	LARANCOCHA	0.3	31
CHECTA	CHECTA	0.3	41.34
HUERTA VIEJA	HUERTA VIEJA	0.2	20.67
MAGDALENA	MAGDALENA	0.4	51.68
YANGOS ALTOS	YANGOS ALTOS	0.5	82.68
HUARABI ALTO	HUARABI ALTO	0.4	62.01
YANGOS BAJOS	YANGOS BAJOS	0.2	20.67
ALCACOTA BAJA	ALCACOTA BAJA	0.2	20.67
HUARABÍ BAJO I	HUARABÍ BAJO I	0.8	165.36
HORNILLOS	HORNILLOS	0.2	51.68
HUARABÍ BAJO II	HUARABÍ BAJO II	0.5	165.36
ZAPÁN	ZAPÁN	0.7	237.70
MACAS	MACAS	0.3	82.68
TRAPICHE	TRAPICHE	1.0	186.03
HUANCHIPUQUIO	HUANCHIPUQUIO	0.8	93.01
(PUQUIAL)	SAN ANTONIO	0.4	165.36
TAMBO	TAMBO	0.4	196.36
LA LADRONA	LA LADRONA	0.4	41.34
CHOCAS	CHOCAS	0.5	372.06
(PUQUIAL)	HUATOCAY	-	124.02
CABALLERO	CABALLERO	0.8	227.37
HUARANGAL	HUARANGAL	0.5	206.7
PUNCHAUCA	PUNCHAUCA	0.8	444.41
COMUNERA	COMUNERA	4.0	1436.57
	CAUDIVILLA	-	671.78
	CHACRA CERRO	-	764.79
EL CAÑÓN	EL CAÑÓN	6.0	2547.59
	CARABAYLLO	-	1405.57
	PURBLO VIEJO	-	222.2
	CHACRA GRANDE	-	919.82
ISLETA	ISLETA	0.4	237.72
MARQUEZ	MARQUEZ	2.0	1663.94
<b>TOTAL GENERAL</b>		<b>23.5</b>	<b>9027.66</b>

FUENTE: Junta de Usuarios del Río Chillón.2000



regadío en la agricultura también tiene efecto en la filtración de agua hacia la napa freática, esto desfavorece la recarga del acuífero subterráneo.

Esta apreciación es importante teniendo en cuenta que el acuífero subterráneo de la zona del valle del Chillón representa el 40% del abastecimiento de agua de la ciudad de Lima, en forma de pozos controlados por SEDAPAL o particulares.

#### **4.3. Demanda de Agua en la Industria**

Las industrias se encuentran distribuidas principalmente en la parte baja de la cuenca, en Ventanilla y entre la carretera Panamericana y la desembocadura del río Chillón al mar. El agua que consumen es de pozo, mediante excavación somera hasta alcanzar el nivel freático. Se consume un equivalente de  $0.18 \text{ m}^3/\text{s}$ .

También se identificaron 5 hidroeléctricas ubicadas en Huaros, Obrajillo, Canta, Yanso, las que utilizan, bien sea el río Chillón mediante canales de derivación, o manantiales.

Finalmente de acuerdo a la "**Evaluación de la Necesidad** " en la cuenca del Chillón se concluye :

- Que el agua potable ( cuyas fuentes son el río Rimac y pozos) no abastece la necesidad de la zona de estudio.

- En el sector agrícola existen represas para cubrir la demanda del agua en época de estiaje, pero no existe un apropiado uso del recurso por falta de información técnica y una mala organización en la distribución del agua. Para mejorar la agricultura debe realizarse un buen plan estratégico de cultivos y riego de la zona, donde intercambie información de conocimiento por parte de los ingenieros con los pobladores de la Cuenca del Chillón.
- En la industria la demanda es cubierta por agua de pozos no existiendo una necesidad prioritaria de las aguas superficiales del Chillón.

A fin de aliviar la problemática del abastecimiento según la Evaluación de la Necesidad, se propone el perfil de producción del agua potable, con el excedente de agua del río Chillón respecto a la demanda agrícola.

## **CAPITULO V**

### **CALCULOS**

En este capítulo se presenta los criterios para la elaboración del perfil de producción del agua potable, los cálculos de estimación de crecimiento poblacional, proyección de abastecimiento de agua potable y consumo de insumos químicos para la producción de agua potable; que servirá para el desarrollo del perfil económico.

#### **5.1. Criterios de Localización**

Los análisis de la ubicación del proyecto se realizarán según un perfil de estudio. De acuerdo al sector que se desea servir, la Planta de Agua Potable se ubicará a la altura del puente Magdalena; esto se define según los siguientes factores

Costos de transporte; por acceso y menor distancia para transporte de insumos.

Disponibilidad y costos de mano de obra; la cercanía del mercado laboral adecuado.

Cercanías a la población a la cual se va abastecer así como las líneas de distribución de Sedapal.

Factores ambientales; a la altura del puente Magdalena las aguas no presentan factores externos contaminantes.

Costo y disponibilidad de terrenos; zonas disponibles.

Disponibilidad del recurso; agua superficial del río Chillón.

Comunicaciones; se encuentra dentro de la cobertura de alcance de la ciudad a la cual se abastecerá.

Posibilidad de desprenderse de desechos; zonas para depósito de lodos.

## **5.2. Clasificación de las aguas del río Chillón**

Según la caracterización del Capítulo III, a la altura del puente Magdalena las aguas presentan características de clase III y IV (Ley General de aguas D.L N° 17752).

## **5.3. Proyección de abastecimiento de agua potable**

### **5.3.1. Estimación de crecimiento Poblacional**

En base a los datos proporcionados por el INEI hasta el año 2005 GRAFICO 1.1, se calculan las proyecciones de población por distritos, con métodos estadísticos que mejor se ajusten a la tendencia de crecimiento de cada distrito.

Los métodos estadísticos usados son:

### 1º Método aritmético

Suponiendo que el crecimiento de la población sea lineal:

$$P_n = P_i (1 + r n)$$

donde:

$P_n$  = Población proyectada en el año n

$P_i$  = Población del censo de 1993

r = Tasa de crecimiento aritmético

n = Numero de años

$P_i, r$ ; son datos proporcionados por el INEI en el año 2000

### 2º Método geométrico

Suponiendo que el crecimiento de la población sea geométrico:

$$P_n = P_i (1 + r)^n$$

donde:

$P_n$  = Población proyectada en el año n

$P_i$  = Población del censo de 1993

r = Tasa de crecimiento adoptada

n = Numero de años

### 3º Método de la parábola de 2º grado

Suponiendo que el crecimiento de la población sea una parábola de 2do. Grado:

$$P_n = A + Bn + Cn^2$$

donde:

$P_n$  = Población proyectada en el año n

A = Población del censo de 1993

n = Numero de años

B y C= Parámetros de la ecuación a determinar.

A, B, C; son datos proporcionados por el INEI en el año 2000

De la información proporcionada por el INEI y con los métodos estadísticos se estiman las proyecciones hasta el año 2025 por cada distrito GRAFICOS 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 y CUADROS 5.1, 5.2, 5.3, 5.4 y 5.5. Y en base a estos cálculos se pronostica el método que mejor se ajuste al crecimiento poblacional por distrito.

En Ancón que mejor se ajusta es parabólico de 2° grado:

$$P_n = 19695 + 1255.7n + 29.11n^2$$

En Carabayllo es parabólico de 2° grado.

$$P_n = 106543 + 5025.66n + 63.34n^2$$

En Los Olivos el método es aritmético.

$$P_n = 228143(1 + 0.0658n)$$

En Puente Piedra el método es geométrico.

$$P_n = 102808(1 + 0.0822)^n$$

En Ventanilla el método es parabólico de 2° grado

$$P_n = 94497 + 9549.01n + 279.76n^2$$

Los resultados se muestran en el CUADRO 5.6.

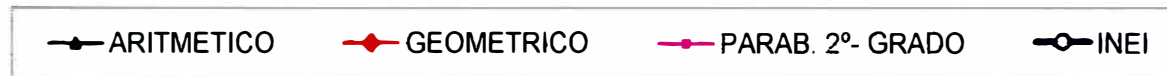
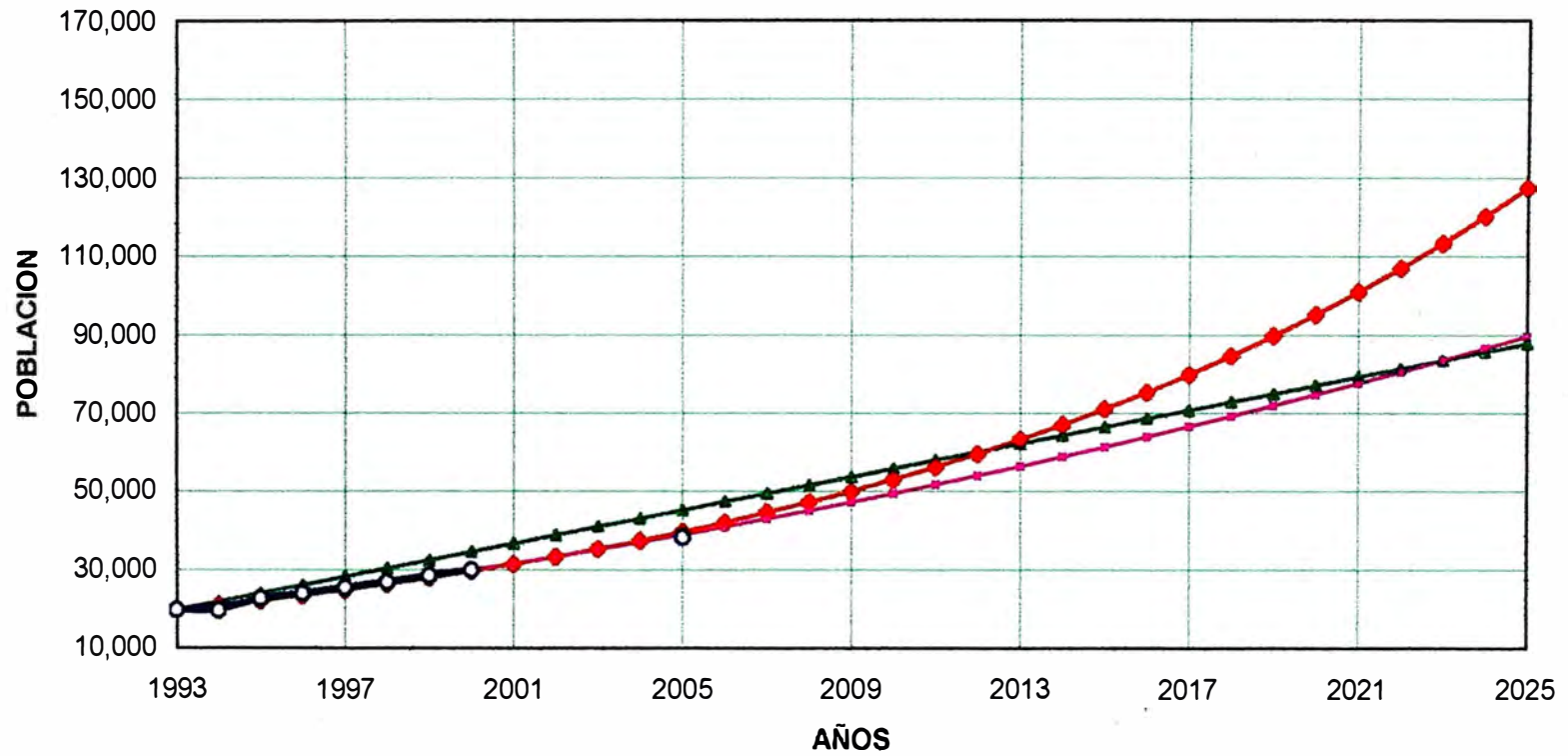
## CUADRO 5.1

### PROYECCIÓN DE POBLACIÓN DE ANCÓN

AÑO	METODO O MODELO DE PROYECCION POBLACION			
	ARITMETICO	GEOMETRICO	PARABOLA 2º- GRADO	PROYECCION INEI
1993	19695	19695	19695	19695
1996	26076	23464	23724	24036
1997	28203	24874	25184	25452
1998	30330	26369	26701	26922
1999	32457	27954	28277	28431
2000	34584	29634	29911	29978
2001	36711	31415	31604	
2002	38839	33303	33354	
2003	40966	35304	35163	
2004	43093	37426	37030	
2005	45220	39675	38955	38250
2006	47347	42060	40939	
2007	49474	44587	42980	
2008	51601	47267	45080	
2009	53728	50108	47238	
2010	55855	53119	49455	
2011	57982	56312	51729	
2012	60109	59696	54062	
2013	62236	63284	56453	
2014	64363	67087	58902	
2015	66490	71119	61410	
2016	68617	75393	63975	
2017	70744	79925	66599	
2018	72872	84728	69281	
2019	74999	89820	72022	
2020	77126	95218	74820	
2021	79253	100941	77677	
2022	81380	107007	80592	
2023	83507	113439	83565	
2024	85634	120256	86596	
2025	87761	127484	89686	
<b>Des Est Err</b>	3898.04	573.24	286.47	

Del cuadro el método que mejor se ajusta es el que presenta menor desviación estándar del error (286.47). El crecimiento de la población se representa por el modelo Parabólico de 2º grado.

GRAFICA 5.1: PROYECCION DE LA POBLACION DE ANCON



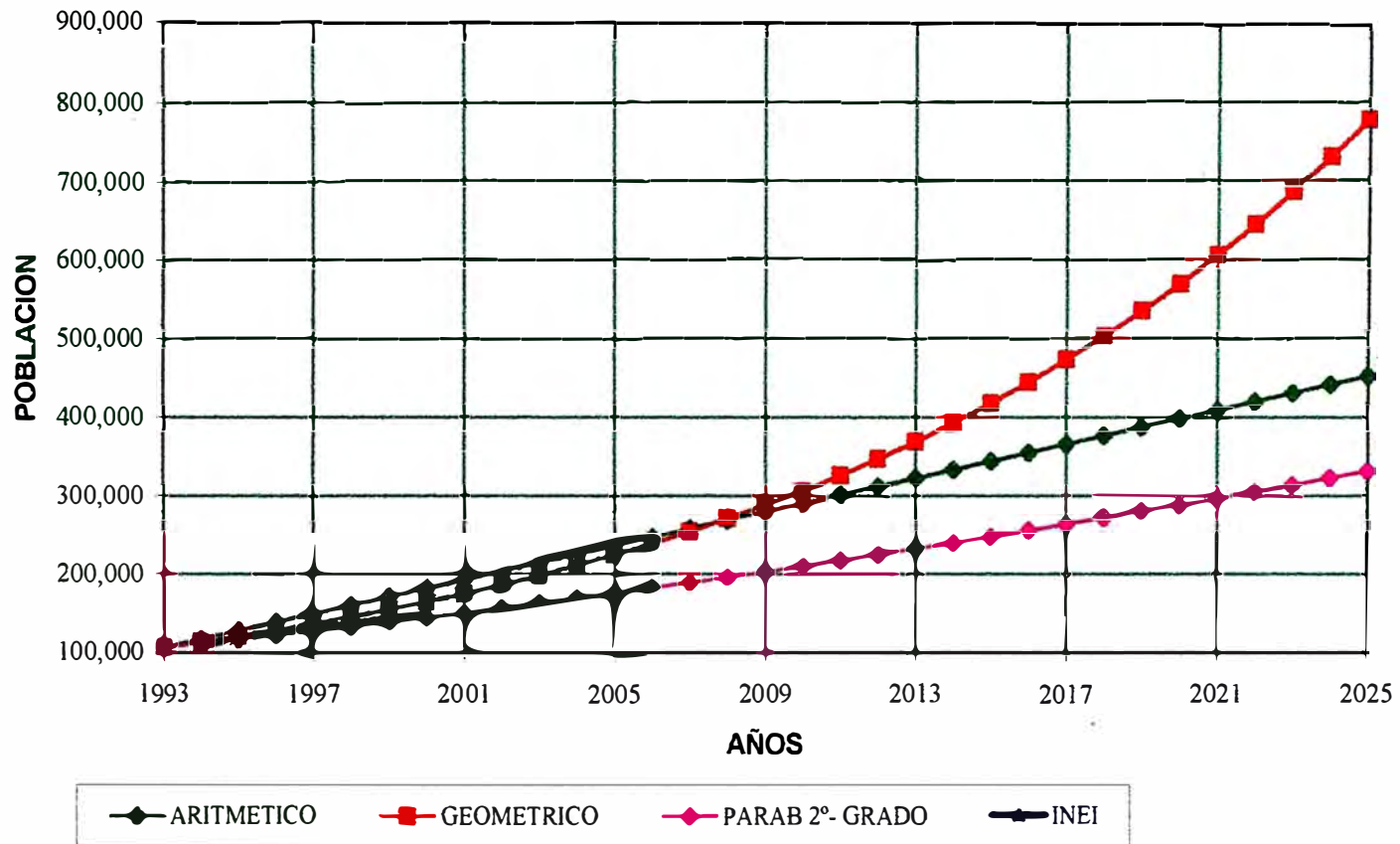


**CUADRO 5.2**  
**PROYECCION DE POBLACION CARABAYLLO**

AÑO	METODO O MODELO DE PROYECCION POBLACION			
	ARITMETICO	GEOMETRICO	PARABOLA 2º- GRADO	PROYECCION INEI
1993	106543	106543	106543	106543
1996	138953	128373	122190	125416
1997	149757	136601	127659	131184
1998	160560	145357	133255	137070
1999	171364	154675	138977	143003
2000	182167	164589	144826	148954
2001	192971	175140	150802	
2002	203774	186366	156904	
2003	214578	198312	163134	
2004	225381	211024	169489	
2005	236185	224551	175972	178780
2006	246988	238944	182581	
2007	257791	254261	189317	
2008	268595	270559	196179	
2009	279398	287902	203169	
2010	290202	306356	210284	
2011	301005	325993	217527	
2012	311809	346890	224896	
2013	322612	369125	232392	
2014	333416	392786	240015	
2015	344219	417964	247764	
2016	355023	444755	255640	
2017	365826	473264	263643	
2018	376630	503600	271772	
2019	387433	535881	280028	
2020	398236	570231	288411	
2021	409040	606783	296920	
2022	419843	645678	305556	
2023	430647	687066	314319	
2024	441450	731107	323208	
2025	452254	777970	332224	
<b>Des Est Err</b>	27328.81	11039.30	4852.2	

Del cuadro el método que mejor se ajusta es el que presenta menor desviación estándar del error (4852.2). El crecimiento de la población se representa por el modelo Parabólico de 2 ° grado.

**GRAFICA 5.2 : PROYECCION POBLACION DE CARABAYLLO**

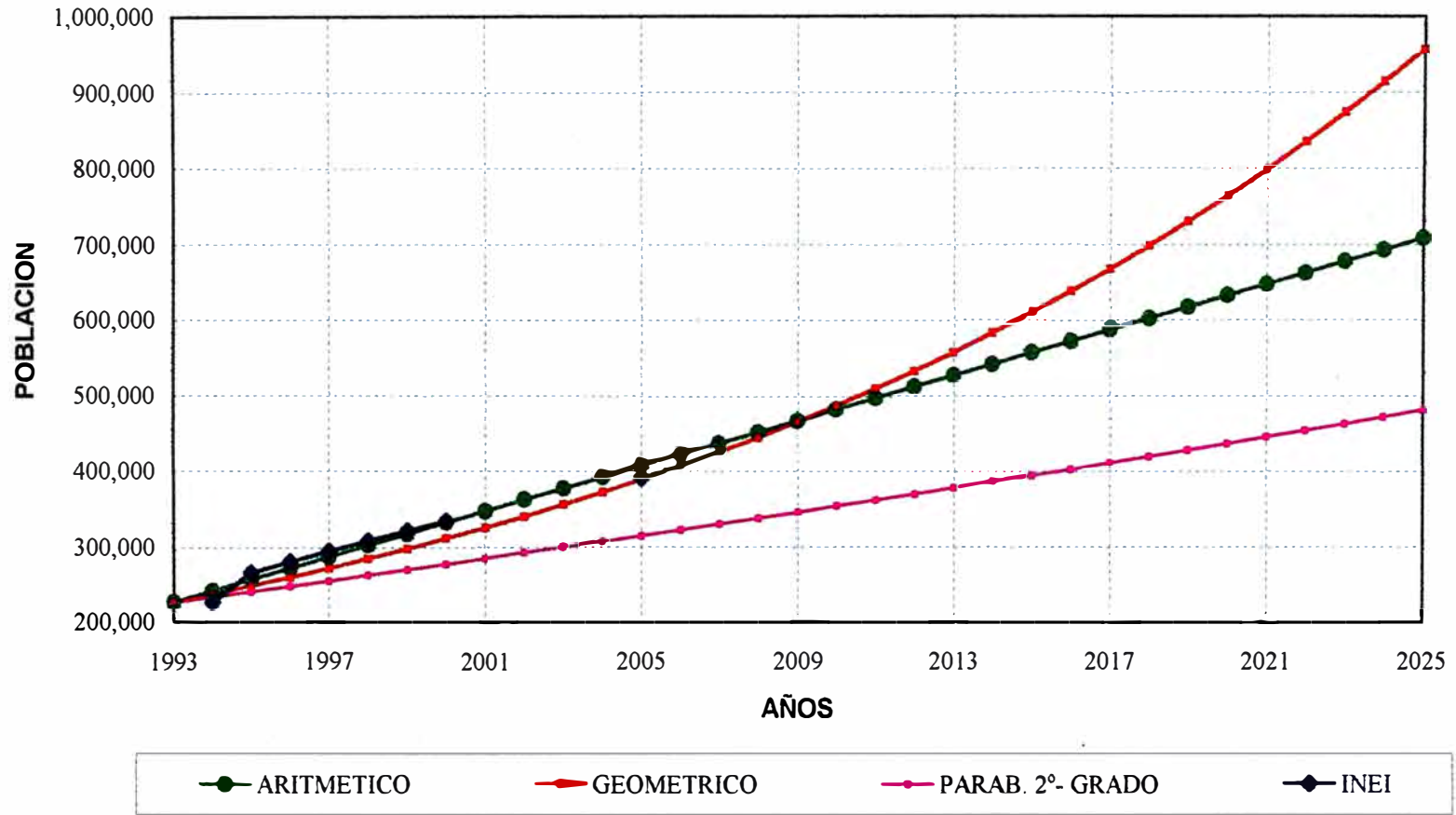


**CUADRO 5.3**  
**PROYECCION DE POBLACION LOS OLIVOS**

AÑO	METODO O MODELO DE PROYECCION POBLACION			
	ARITMETICO	GEOMÉTRICO	PARABOLA 2º- GRADO	PROYECCION INEI
1993	228143	228143	228143	228143
1996	273178	260947	249227	281115
1997	288190	272899	256377	295190
1998	303202	285398	263586	308940
1999	318214	298469	270856	322226
2000	333226	312139	278187	335017
2001	348237	326435	285578	
2002	363249	341385	293030	
2003	378261	357021	300542	
2004	393273	373372	308115	
2005	408285	390473	315748	392162
2006	423297	408356	323441	
2007	438308	427059	331195	
2008	453320	446619	339010	
2009	468332	467074	346885	
2010	483344	488466	354821	
2011	498356	510837	362817	
2012	513367	534234	370873	
2013	528379	558702	378990	
2014	543391	584290	387168	
2015	558403	611051	395406	
2016	573415	639037	403704	
2017	588426	668305	412063	
2018	603438	698913	420483	
2019	618450	730923	428963	
2020	633462	764399	437504	
2021	648474	799409	446105	
2022	663485	836022	454766	
2023	678497	874312	463488	
2024	693509	914355	472271	
2025	708521	956233	481114	
<b>Des Est Err</b>	6407.3	25227.4	59016.2	

Del cuadro el método que mejor se ajusta es el que presenta menor desviación estándar del error (6407.3). El crecimiento de la población se representa por el modelo Aritmético.

**GRAFICA 5.3 : PROYECCION POBLACION LOS OLIVOS**

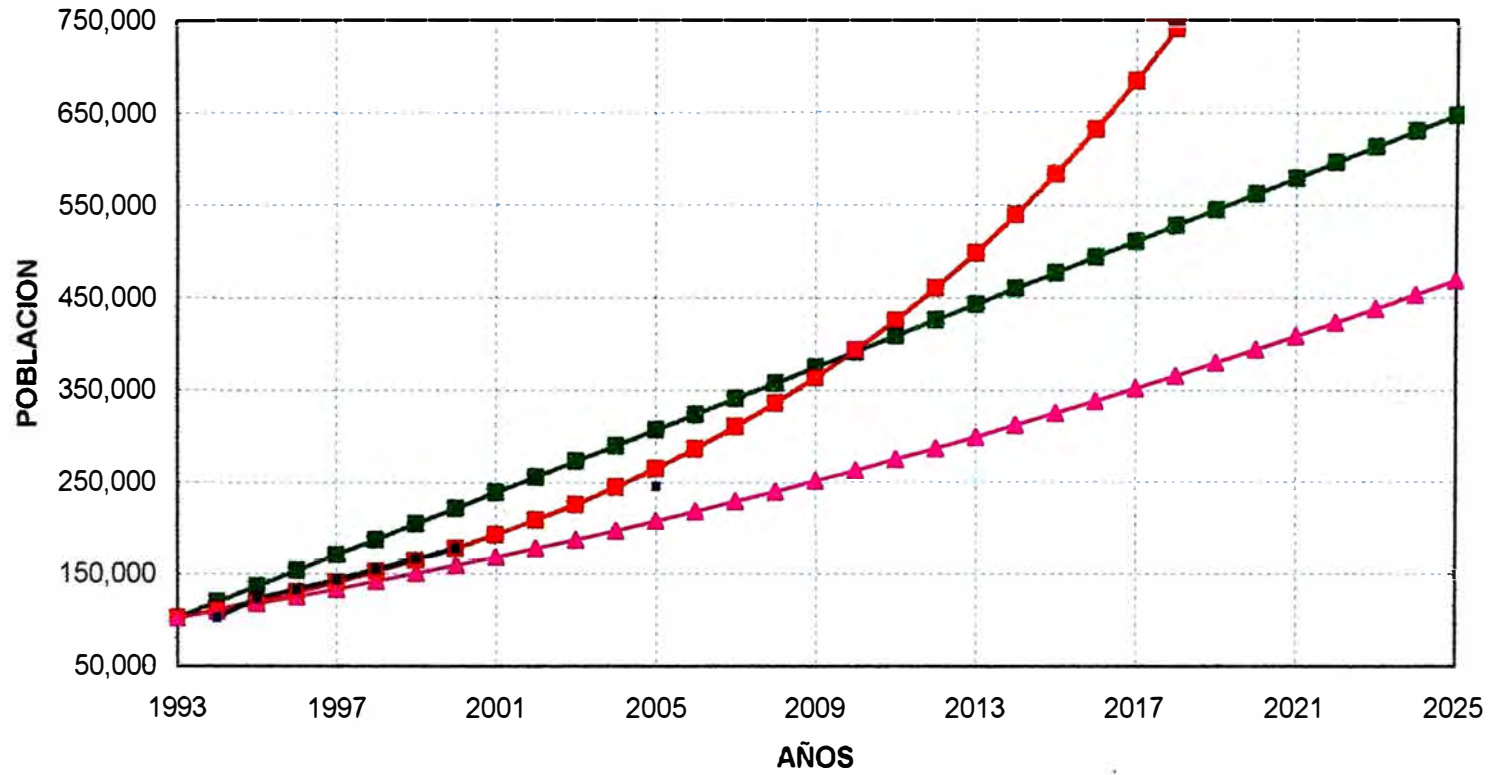


**CUADRO 5.4**  
**PROYECCION DE POBLACION PUENTE PIEDRA**

Año	METODO O MODELO DE PROYECCION POBLACION			
	ARITMETICO	GEOMÉTRICO	PARABOLA 2º- GRADO	PROYECCION INEI
1993	102808	102808	102808	102808
1996	153883	130302	125604	133517
1997	170908	141012	133735	144012
1998	187933	152604	142131	155060
1999	204958	165148	150794	166597
2000	221983	178723	159723	178609
2001	239008	193414	168917	
2002	256033	209312	178378	
2003	273058	226518	188105	
2004	290083	245137	198097	
2005	307108	265288	208356	246207
2006	324133	287094	218881	
2007	341158	310694	229871	
2008	358183	336233	240728	
2009	375208	363871	252051	
2010	392233	393781	263639	
2011	409258	426150	275494	
2012	426283	461179	287615	
2013	443308	499088	300001	
2014	460333	540113	312654	
2015	477358	584511	325573	
2016	494383	632558	338757	
2017	511408	684554	352208	
2018	528433	740824	365925	
2019	545458	801720	379907	
2020	562483	867621	394156	
2021	579508	938940	408671	
2022	596533	1016121	423451	
2023	613558	1099646	438498	
2024	630583	1190037	453811	
2025	647608	1287858	469389	
<b>Des Est Err</b>	37321.8	2621.3	17718.3	

Del cuadro el método que mejor se ajusta es el que presenta menor desviación estándar del error (2621.3). El crecimiento de la población se representa por el modelo Geométrico.

**GRAFICA 5.4: PROYECCION POBLACION DE PUENTE PIEDRA**

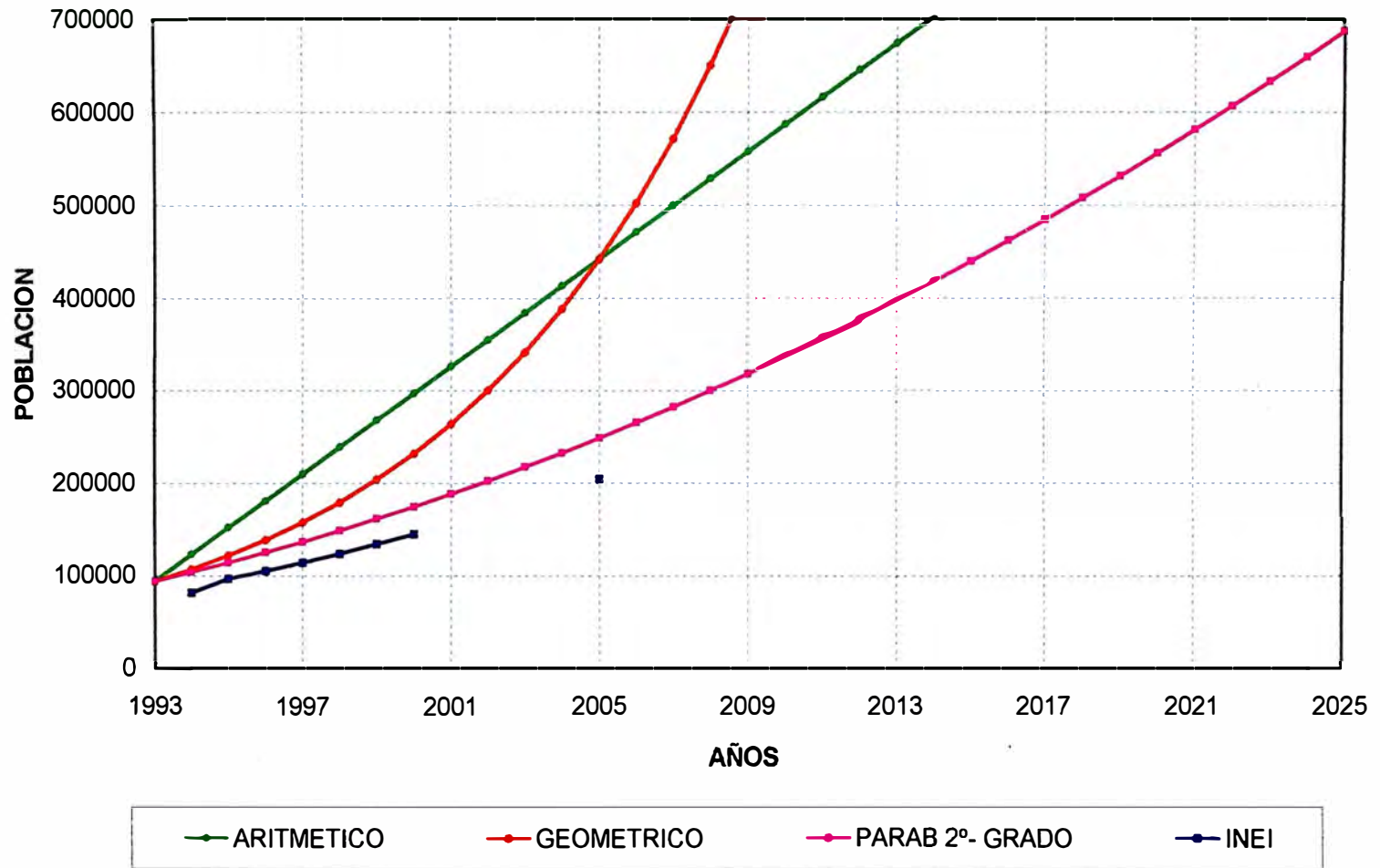


**CUADRO 5.5**  
**PROYECCION DE POBLACION VENTANILLA**

AÑO	METODO O MODELO DE PROYECCION POBLACION			
	ARITMETICO	GEOMÉTRICO	PARABOLA 2º- GRADO	PROYECCION INEI
1993	94497	94497	94497	94497
1996	181415	138972	125662	105824
1997	210388	158039	137169	114789
1998	239361	179722	149236	124352
1999	268334	204380	161862	134480
2000	297306	232421	175048	145139
2001	326279	264310	188794	
2002	355252	300573	203099	
2003	384225	341811	217963	
2004	413198	388708	233387	
2005	442170	442039	249371	205238
2006	471143	502686	265914	
2007	500116	571655	283016	
2008	529089	650086	300678	
2009	558061	739278	318900	
2010	587034	840707	337681	
2011	616007	956052	357021	
2012	644980	1087222	376922	
2013	673953	1236389	397381	
2014	702925	1406021	418400	
2015	731898	1598927	439979	
2016	760871	1818300	462117	
2017	789844	2067771	484815	
2018	818817	2351469	508072	
2019	847789	2674091	531889	
2020	876762	3040976	556265	
2021	905735	3458198	581201	
2022	934708	3932663	606696	
2023	963680	4472224	632751	
2024	992653	5085813	659366	
2025	1021626	5783587	686540	
<b>Des Est Err</b>	131483.87	68080.03	32444.8	

Del cuadro el método que mejor se ajusta es el que presenta menor desviación estándar del error (32444.8). El crecimiento de la población se representa por el modelo Parabólico de 2 ° grado.

**GRAFICA 5.5: PROYECCION POBLACION DE VENTANILLA**





**CUADRO 5.6**  
**PROYECCIONES DE POBLACION POR DISTRITOS**

AÑO	DISTRITOS				
	ANCON	CARABAYLLO	LOS OLIVOS	PUENTE PIEDRA	VENTANILLA
2000	29911	144826	333226	178723	175048
2001	31604	150802	348237	193414	188794
2002	33354	156904	363249	209312	203099
2003	35163	163134	378261	226518	217963
2004	37030	169489	393273	245137	233387
2005	38955	175972	408285	265288	249371
2006	40939	182581	423297	287094	265914
2007	42980	189317	438308	310694	283016
2008	45080	196179	453320	336233	300678
2009	47238	203169	468332	363871	318900
2010	49455	210284	483344	393781	337681
2011	51729	217527	498356	426150	357021
2012	54062	224896	513367	461179	376922
2013	56453	232392	528379	499088	397381
2014	58902	240015	543391	540113	418400
2015	61410	247764	558403	584511	439979
2016	63975	255640	573415	632558	462117
2017	66599	263643	588426	684554	484815
2018	69281	271772	603438	740824	508072
2019	72022	280028	618450	801720	531889
2020	74820	288411	633462	867621	556265
2021	77677	296920	648474	938940	581201
2022	80592	305556	663485	1016121	606696
2023	83565	314319	678497	1099646	632751
2024	86596	323208	693509	1190037	659366
2025	89686	332224	708521	1287858	686540

Teniendo la proyección de la población de los 5 distritos del sector del Norte de Lima del año 2000 hasta el año 2025, y considerando la cobertura del servicio de agua potable al 100% de la demanda, para una planta con un porcentaje de pérdida del 2% (lavado de filtros, fugas ) y un consumo de agua por habitante de 200 L/día (CAP. I).

El caudal proyectado de abastecimiento de agua potable se calculará de la siguiente ecuación:

$$\text{Caudal proyectado (m}^3\text{/s)} = (200 \text{ L/día}) \times (\text{N}^\circ \text{ De Habitantes}) \times (1 + \% \text{ de pérdida}) \times (\text{factor de conversión de L/día a m}^3\text{/s})$$

Los resultados se muestran en el CUADRO 5.7.

#### **5.4. Estimación del Consumo de Aguas del río Chillón para una Planta de Agua Potable.**

En las aguas superficiales del río Chillón CUADRO 4.3., se indica un exceso de agua promedio de 4.98 m<sup>3</sup>/s, que pueden ser aprovechadas para el uso de agua potable teniendo en cuenta los flujos estacionales variables del río y los valores de la proyección de abastecimiento de agua potable CUADRO 5.7.

Con esta información se asume la estimación del consumo de agua del río Chillón para una planta de tratamiento de agua superficial que trabajará con una represa (Aspectos de Impacto ambiental ver Anexo D) para regular el caudal del río desde el año 2004 con 2.55 m<sup>3</sup>/s hasta el año 2017 con un caudal de 4.93 m<sup>3</sup>/s, cubriendo el 100% la demanda de la

población del presente estudio. Para mejorar la cobertura del año 2000 del 67.6% de su población, asistida.

**CUADRO 5.7**  
**PROYECCIÓN DE DEMANDA DE AGUA POTABLE PARA LOS CINCO**  
**DISTRITOS AL NORTE DE LIMA DEL 2000 AL 2025**

(m<sup>3</sup>/seg)

AÑO	DISTRITOS					
	ANCON	CARABAILLO	LOS OLIVOS	PUENTE PIEDRA	VENTANILLA	TOTAL PROMEDIO
2000	0.07	0.34	0.79	0.42	0.41	2.04
2001	0.07	0.36	0.82	0.46	0.45	2.16
2002	0.08	0.37	0.86	0.49	0.48	2.28
2003	0.08	0.39	0.89	0.54	0.51	2.41
2004	0.09	0.40	0.93	0.58	0.55	2.55
2005	0.09	0.42	0.96	0.63	0.59	2.69
2006	0.10	0.43	1.00	0.68	0.63	2.83
2007	0.10	0.45	1.04	0.73	0.67	2.99
2008	0.11	0.46	1.07	0.79	0.71	3.15
2009	0.11	0.48	1.11	0.86	0.75	3.31
2010	0.12	0.50	1.14	0.93	0.80	3.48
2011	0.12	0.51	1.18	1.01	0.84	3.66
2012	0.13	0.53	1.21	1.09	0.89	3.85
2013	0.13	0.55	1.25	1.18	0.94	4.05
2014	0.14	0.57	1.28	1.28	0.99	4.25
2015	0.15	0.59	1.32	1.38	1.04	4.47
2016	0.15	0.60	1.35	1.49	1.09	4.70
2017	0.16	0.62	1.39	1.62	1.15	4.93
2018	0.16	0.64	1.43	1.75	1.20	5.18
2019	0.17	0.66	1.46	1.89	1.26	5.44
2020	0.18	0.68	1.50	2.05	1.31	5.72
2021	0.18	0.70	1.53	2.22	1.37	6.01
2022	0.19	0.72	1.57	2.40	1.43	6.31
2023	0.20	0.74	1.60	2.60	1.49	6.63
2024	0.20	0.76	1.64	2.81	1.56	6.97
2025	0.21	0.78	1.67	3.04	1.62	7.33

## 5.5. Consumo de Insumos Químicos para la Producción de Agua potable

El consumo de insumos químicos se realiza en base a la comparación de las características físico químicas del río Rimac con el río Chillón.

Para sustentar la cantidad de dosificación, se presentan gráficas, comparando los parámetros físico químicos de la bocatoma de la Planta de Tratamiento del río Rimac con las aguas del río Chillón ubicada a la altura del puente Magdalena. De las gráficas 5.6 hasta 5.20 se observa que los valores del río Rimac son similares a los valores del río Chillón en pH, conductividad y cadmio; y superiores en los otros parámetros. Con los datos de consumo de insumos químicos de la Planta de Tratamiento de agua del río Rimac (Cuadro 5.8) se calcula el consumo de insumos químicos para el tratamiento del agua del río Chillón.

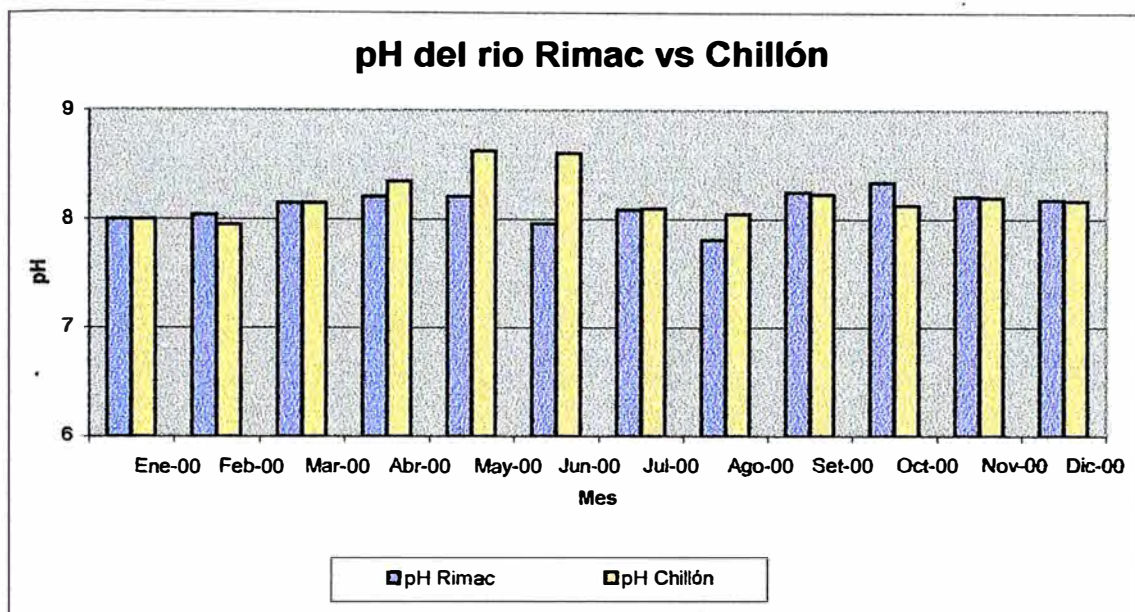
Se realiza la estimación de la cantidad de insumos químicos en base a los caudales de producción:

$$\text{Insumos Químicos (TN/día)}_{\text{Río Chillón}} = \frac{\text{Q Río Chillón (m}^3\text{/s)}}{\text{Q Río Rimac (m}^3\text{/s)}} \times \text{Insumos Químicos (TN/día)}_{\text{Río Rimac}}$$

Los resultados se muestran en el cuadro 5.9.

**GRAFICA 5.6**  
**Monitoreo mensual del rio Rimac vs Chillón**

DEPARTAMENTO : LIMA  
RIO CHILLON : ALTURA PUENTE MAGDALENA  
RIO RIMAC :BOCATOMA



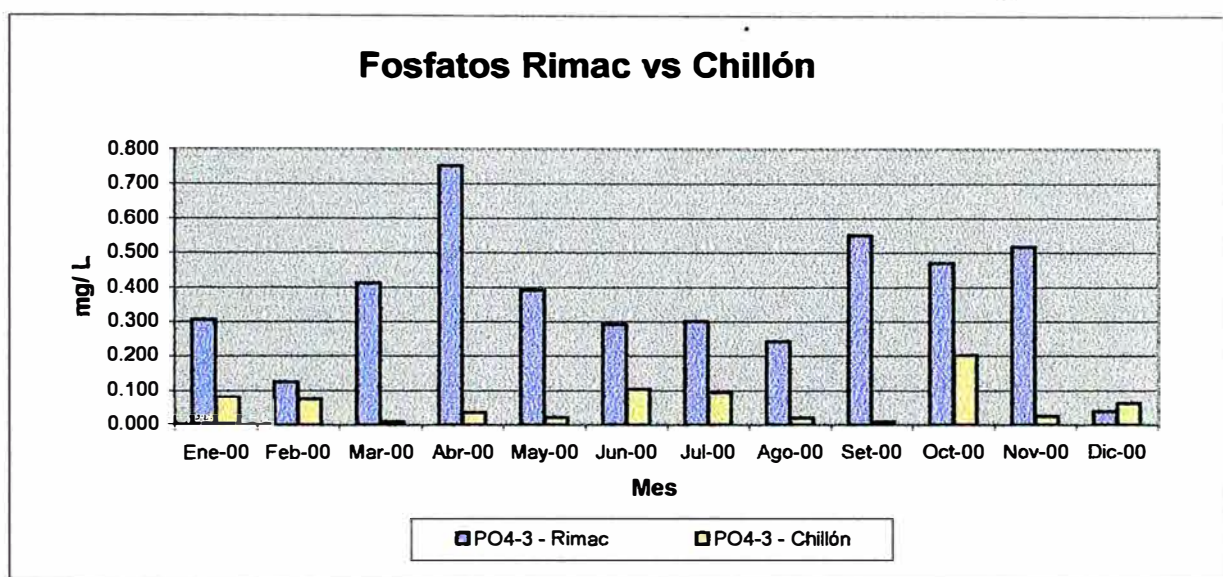
**LIMITE MAXIMO PERMISIBLE DE pH : 5 - 9 Todas las de Aguas Superficiales**

Mes	Ene-00	Feb-00	Mar-00	Abr-00	May-00	Jun-00	Jul-00	Ago-00	Set-00	Oct-00	Nov-00	Dic-00
Rio Rimac	8	8.04	8.15	8.21	8.21	7.96	8.09	7.81	8.25	8.34	8.21	8.18
Rio Chillón	8	7.95	8.15	8.35	8.63	8.61	8.1	8.05	8.23	8.13	8.2	8.17

**Comentario:** Se observa que el pH del río Rimac varía entre 7.95 - 8.63 y del río Chillón varía entre 7.81 - 8.34 ambos tienen características similares a lo largo del periodo de los datos mostrados; encontrándose dentro del rango de 5-9 que exige la Ley General de Aguas. Para todas las Clases de aguas superficiales.

**GRAFICA 5.7**  
**Monitoreo mensual del rio Rimac vs Chillón**

**DEPARTAMENTO : LIMA**  
**RIO CHILLON : ALTURA PUENTE MAGDALENA**  
**RIO RIMAC : BOCATOMA**



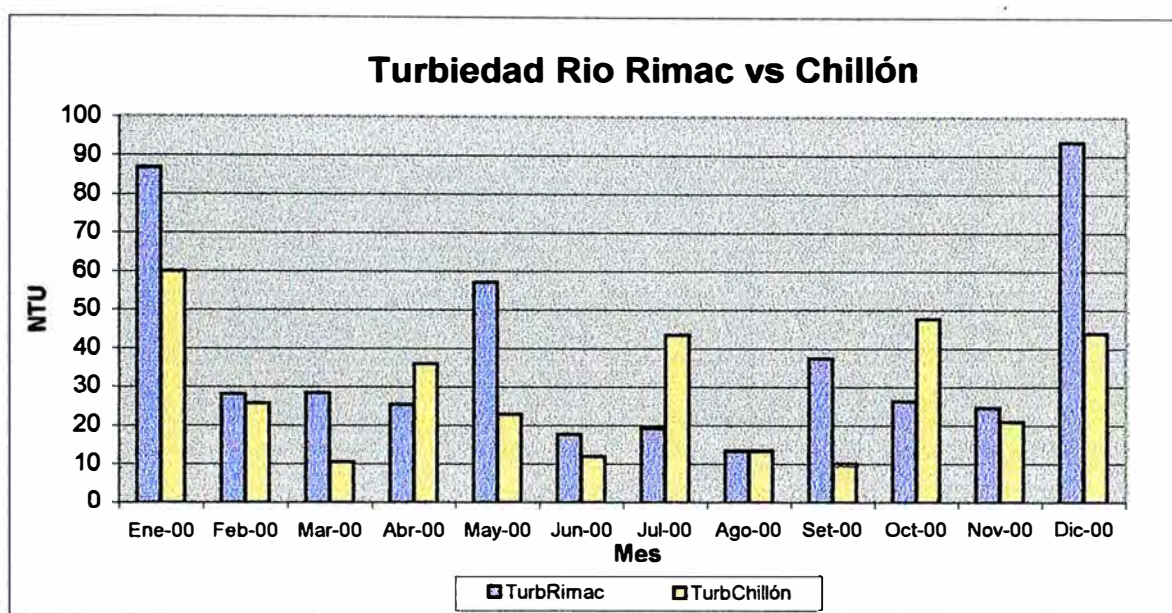
**LIMITE MAXIMO PERMISIBLE DE FOSFATOS : NO PRESENTA**

Mes	Ene-00	Feb-00	Mar-00	Abr-00	May-00	Jun-00	Jul-00	Ago-00	Set-00	Oct-00	Nov-00	Dic-00
Rio Rimac	0.306	0.125	0.412	0.752	0.391	0.292	0.302	0.243	0.550	0.470	0.518	0.040
Rio Chillón	0.080	0.076	0.010	0.036	0.022	0.104	0.095	0.021	0.010	0.204	0.025	0.063

**Comentario :** A lo largo del río Rímac se observa una alta concentración de fosfatos en comparación con el río Chillón, debido a que pasa a través de mayor número de áreas urbanas, donde los desagües domésticos y desechos industriales río Chillón, tratados y no tratados pueden ser añadidos.

**GRAFICA 5.8**  
**Monitoreo mensual del rio Rimac vs Chillón**

**DEPARTAMENTO : LIMA**  
**RIO CHILLON : ALTURA PUENTE MAGDALENA**  
**RIO RIMAC :BOCATOMA**



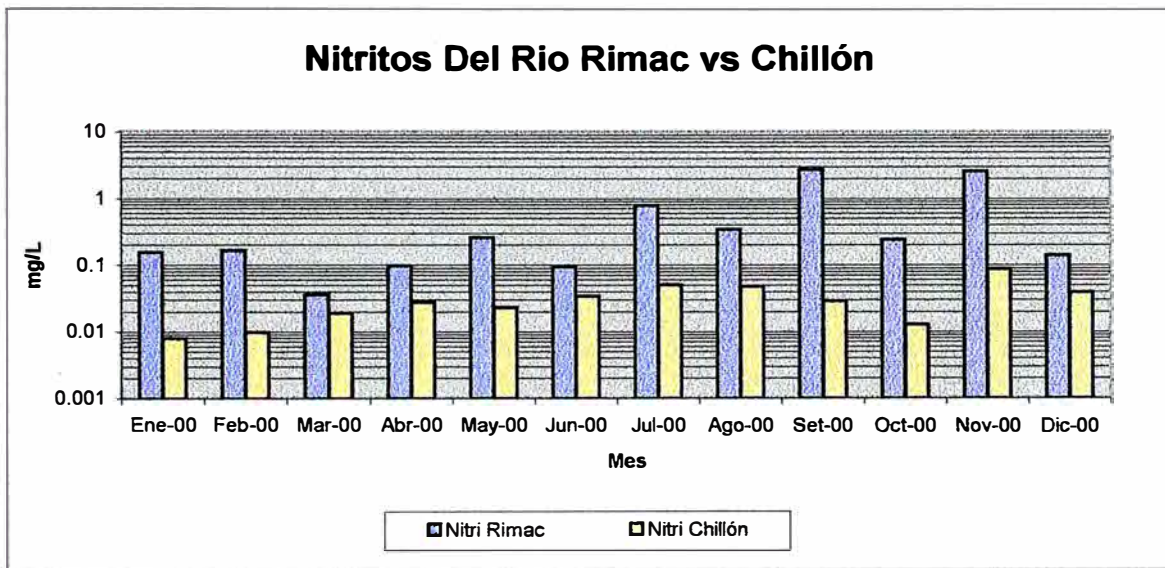
**LIMITE MAXIMO PERMISIBLE DE TURBIEDAD : NO SE PRESENTA**

Mes	Ene-00	Feb-00	Mar-00	Abr-00	May-00	Jun-00	Jul-00	Ago-00	Set-00	Oct-00	Nov-00	Dic-00
Rio Rimac	86.9	28.2	28.5	25.5	57.2	17.7	19.5	13.5	37.5	26.3	24.6	93.7
Rio Chillón	60	25.8	10.5	36	23	12	43.5	13.5	10.1	47.7	21.02	44

**Comentario :**De la gráfica se observa que la turbidez del río Rimac es la que presenta el mayor valor en comparación con el río Chillón. Esto puede ser debido a que el caudal del río Rímac es mayor en comparación al del río Chillón; siendo el posible causante en las épocas crecientes, ya que gran cantidad de la superficie del suelo son lavadas y llevadas a cursos de agua que los reciben (materia orgánica e inorgánica).

**GRAFICA 5.9**  
**Monitoreo mensual del rio Rimac vs Chillón**

**DEPARTAMENTO : LIMA**  
**RIO CHILLON : ALTURA PUENTE MAGDALENA**  
**RIO RIMAC :BOCATOMA**



**LIMITE MAXIMO PERMISIBLE DE NITRITOS : NO SE PRESENTA**

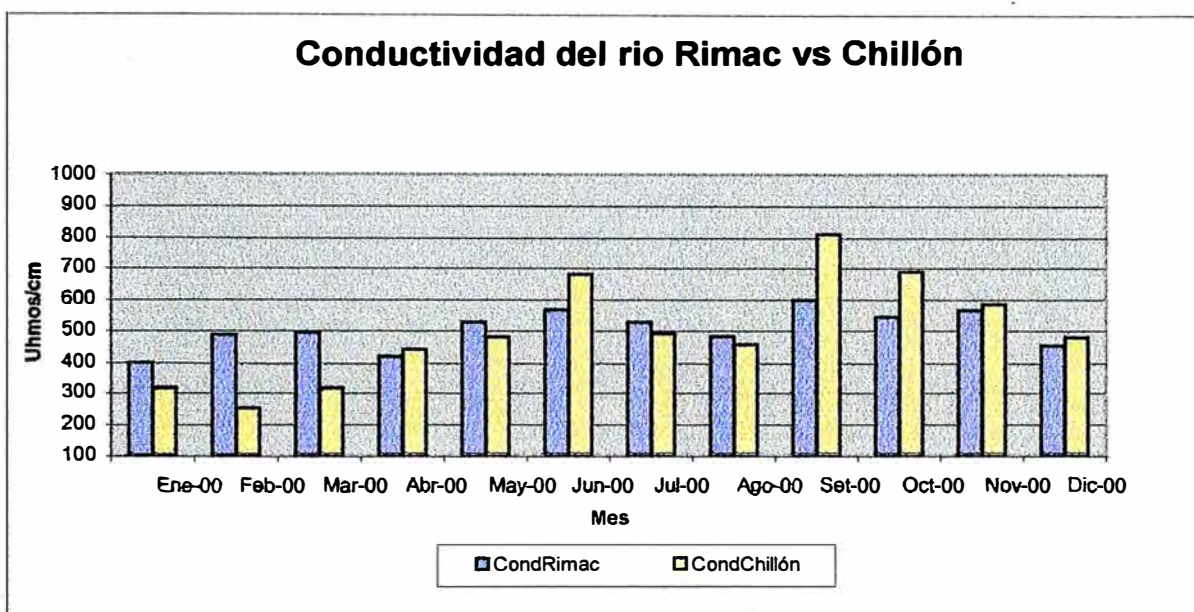
Mes	Ene-00	Feb-00	Mar-00	Abr-00	May-00	Jun-00	Jul-00	Ago-00	Set-00	Oct-00	Nov-00	Dic-00
Rio Rimac	0.157	0.166	0.036	0.099	0.259	0.095	0.792	0.348	2.738	0.241	2.572	0.14
Rio Chillón	0.008	0.01	0.019	0.028	0.023	0.034	0.051	0.048	0.029	0.013	0.087	0.039

**Comentario :**En la gráfica se observa que el río Rímac presenta una mayor concentración de nitritos en comparación con río Chillón. Indicándonos esto, la existencia de procesos activos biológicos en el agua, ya que son fácil y rápidamente convertidos en nitratos.



**GRAFICA 5.10**  
**Monitoreo mensual del río Rimac vs Chillón**

**DEPARTAMENTO : LIMA**  
**RIO CHILLON : ALTURA PUENTE MAGDALENA**  
**RIO RIMAC :BOCATOMA**



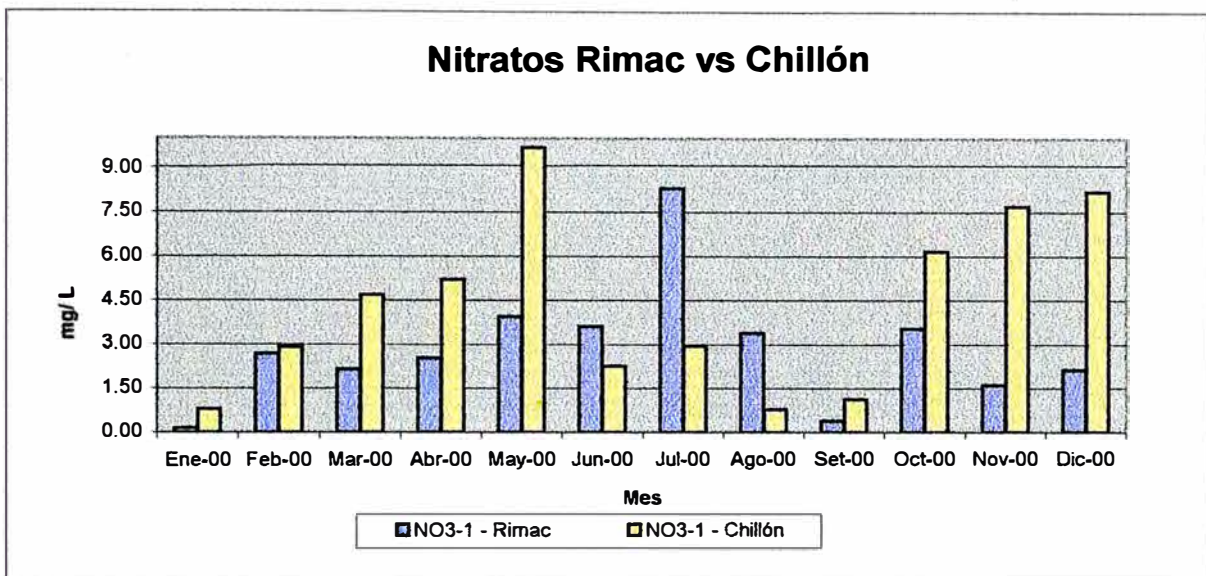
**LIMITE MAXIMO PERMISIBLE DE CONDUCTIVIDAD : NO PRESENTA**

Mes	Ene-00	Feb-00	Mar-00	Abr-00	May-00	Jun-00	Jul-00	Ago-00	Set-00	Oct-00	Nov-00	Dic-00
Rio Rima	400	489	496	418	529	568	528	483	600	546	566	454
Rio Chilló	320	254	318	442	482	681	492	456	811	691	585	480

**Comentario :**Se observa que en los meses de avenida de Enero a Marzo, el río Rimac presenta alta conductividad con respecto al río Chillón. Por ello se puede estimar que el río Rimac presenta en ese periodo mayor contenido de conductividad con sólidos disueltos.

**GRAFICA 5.11**  
**Monitoreo mensual del rio Rimac vs Chillón**

**DEPARTAMENTO : LIMA**  
**RIO CHILLON : ALTURA PUENTE MAGDALENA**  
**RIO RIMAC : BOCATOMA**



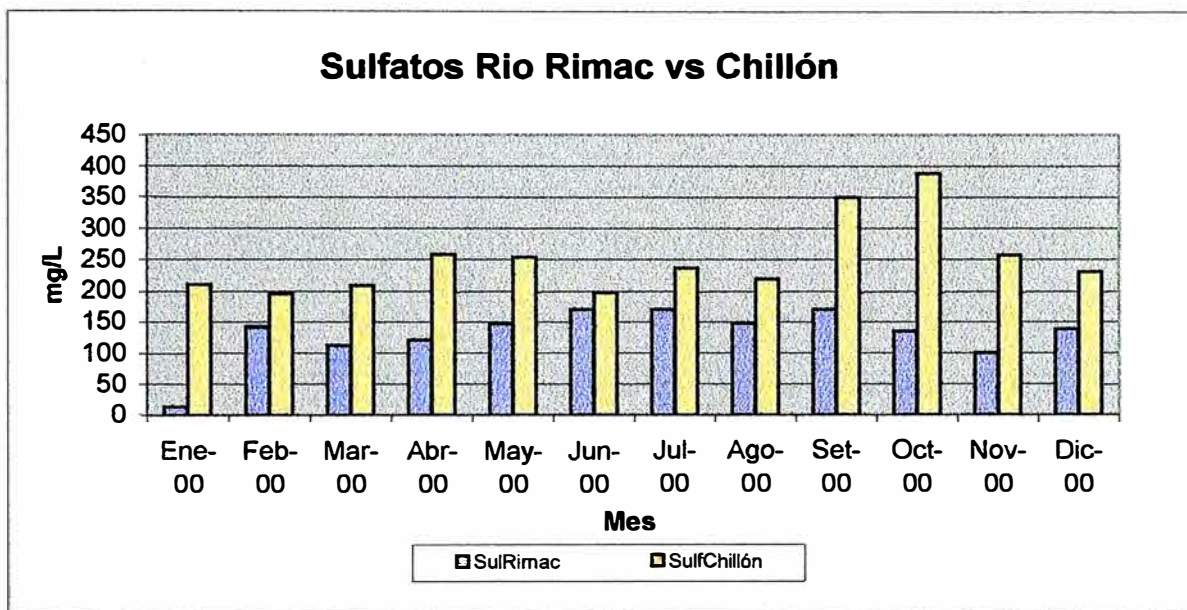
**LIMITE MAXIMO PERMISIBLE DE Nitratos : Máximo 0.01 mg/L Clase I,II y III según Ley General de aguas**

Mes	Ene-00	Feb-00	Mar-00	Abr-00	May-00	Jun-00	Jul-00	Ago-00	Set-00	Oct-00	Nov-00	Dic-00
Rio Rimac	0.157	2.680	2.144	2.531	3.947	3.611	8.310	3.393	0.381	3.543	1.620	2.126
Rio Chillón	0.800	2.910	4.680	5.210	9.700	2.260	2.950	0.780	1.129	6.160	7.712	8.200

**Comentario :**Se observa que la concentración de nitratos en el río Chillón es alta en comparación con la del río Rimac Cabe mencionar que este es uno de los elementos esenciales para el crecimiento de algas, y causa una demanda de oxígeno al ser oxidado por las bacterias nutrificantes.

**GRAFICA 5.12**  
**Monitoreo mensual del rio Rimac vs Chillón**

**DEPARTAMENTO : LIMA**  
**RIO CHILLON : ALTURA PUENTE MAGDALENA**  
**RIO RIMAC :BOCATOMA**



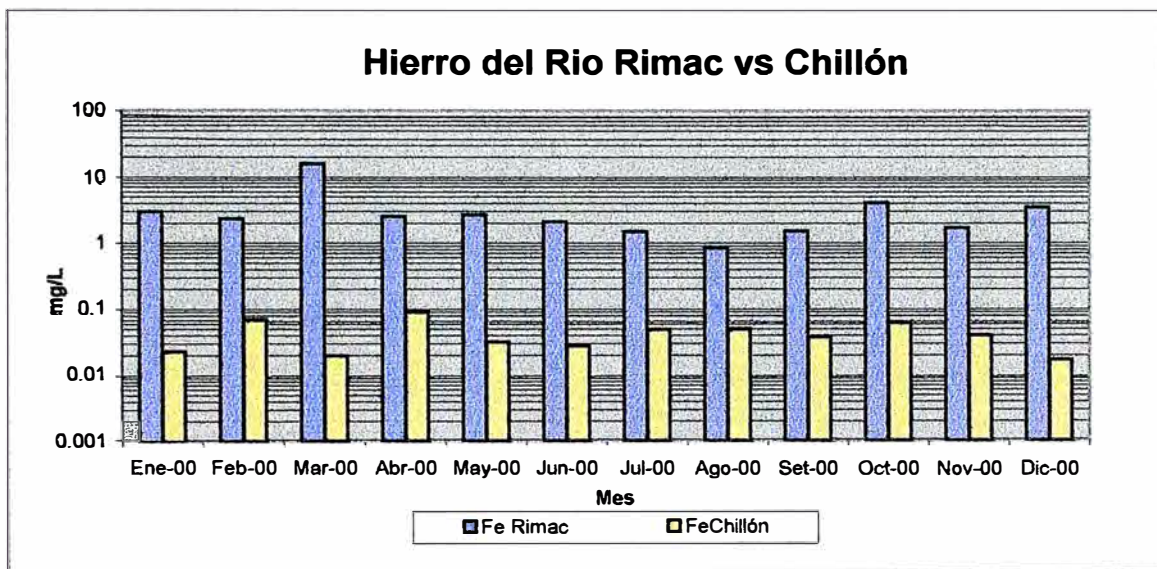
**LIMITE MAXIMO PERMISIBLE DE SULFATOS : NO SE PRESENTA (Para Clase I y II)**

Mes	Ene-00	Feb-00	Mar-00	Abr-00	May-00	Jun-00	Jul-00	Ago-00	Set-00	Oct-00	Nov-00	Dic-00
Rio Rimac	14	143	112	121	147	170	170	148	170	135	100	138
Rio Chillón	210	195	208	258	254	197	236	219	350	389	257.5	230

**Comentario :** La concentración en todo el periodo de monitoreo de  $SO_4^{-2}$  es mayor en el río Chillón, esto nos hace deducir que el río Chillón tiene características de aguas duras. Se tendrá que realizar análisis frecuentes de este parámetro en el tratamiento teniendo en cuenta que no exceda 250 ppm de  $SO_4^{-2}$  concentración que es sugerida por la reglamentación Francesa y la O.M.S.

**GRAFICA 5.13**  
**Monitoreo mensual del rio Rimac vs Chillón**

**DEPARTAMENTO : LIMA**  
**RIO CHILLON : ALTURA PUENTE MAGDALENA**  
**RIO RIMAC :BOCATOMA**



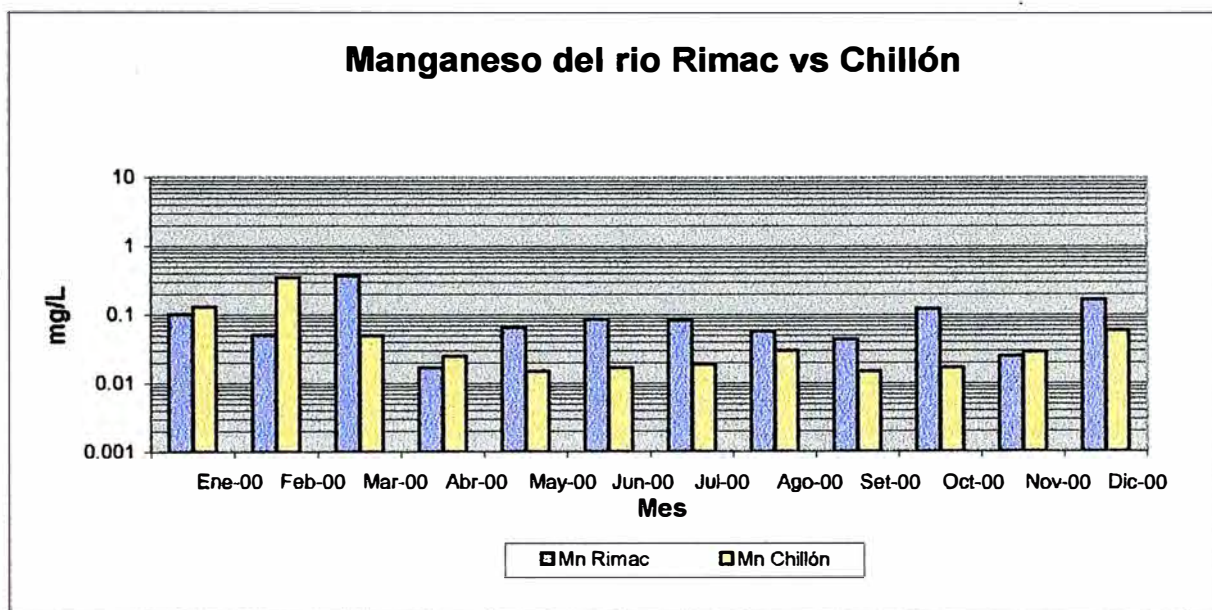
**LIMITE MAXIMO PERMISIBLE DE HIERRO : 0.30 mg/L Clase I yII**  
**según la Ley General de Aguas**

Mes	Ene-00	Feb-00	Mar-00	Abr-00	May-00	Jun-00	Jul-00	Ago-00	Set-00	Oct-00	Nov-00	Dic-00
Rio Chillón	3	2.34	15.987	2.557	2.668	2.101	1.481	0.846	1.526	4.109	1.697	3.473
Rio Rimac	0.023	0.071	0.02	0.09	0.032	0.028	0.049	0.05	0.038	0.062	0.04	0.017

**Comentario :** Se observa que la concentración de Hierro en el río Rimac es alta en comparación con la del río Chillón. Las aguas Ferruginosas tienen el inconveniente de manchar la ropa. Existen bacterias muy ávidas de hierro; estas ferrobacterias se fijan sobre las paredes de las canalizaciones y ocasionan fenómenos de corrosión con formación de concentraciones voluminosas y duras.

**GRAFICA 5.14**  
**Monitoreo mensual del rio Rimac vs Chillón**

**DEPARTAMENTO : LIMA**  
**RIO CHILLON : ALTURA PUENTE MAGDALENA**  
**RIO RIMAC :BOCATOMA**



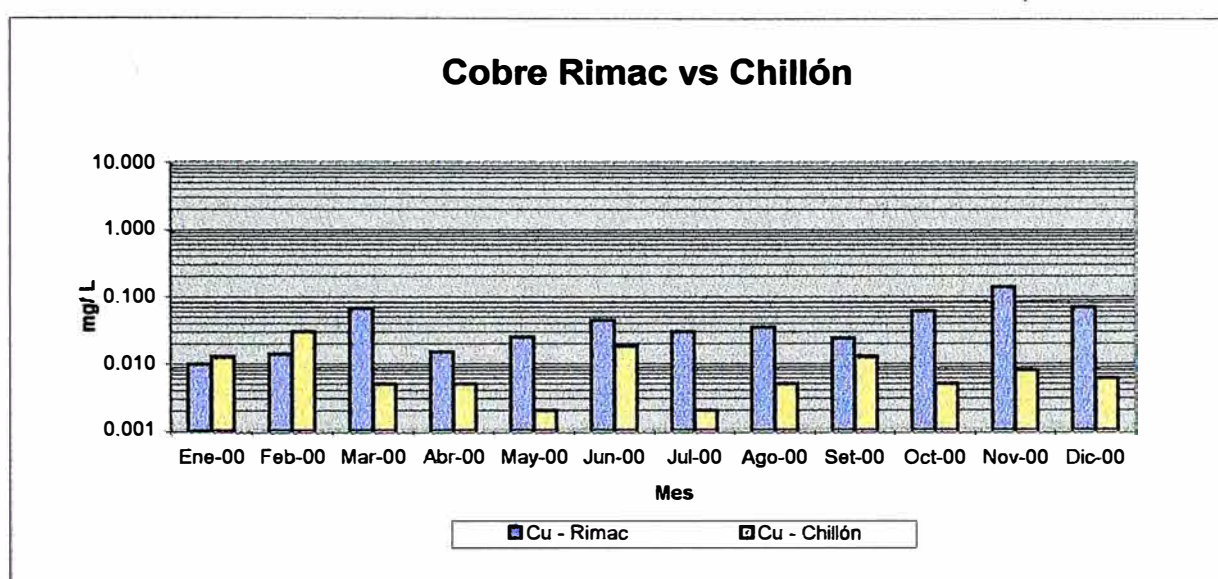
**LIMITE MAXIMO PERMISIBLE DE MANGANESO : 0.10 mg/L (Para Clase I y II )**

Mes	Ene-00	Feb-00	Mar-00	Abr-00	May-00	Jun-00	Jul-00	Ago-00	Set-00	Oct-00	Nov-00	Dic-00
Rio Rimac	0.101	0.051	0.373	0.017	0.066	0.086	0.084	0.058	0.044	0.122	0.025	0.168
Rio Chillón	0.131	0.35	0.05	0.025	0.015	0.017	0.019	0.03	0.015	0.017	0.029	0.059

**Comentario :** La concentración en casi todo el periodo de monitoreo de Mn es mayor en el río Rímac, comparándolo con lo existente en el río Chillón. El manganeso del agua no puede considerarse como representante de un carácter de toxicidad.

**GRAFICA 5.15**  
**Monitoreo mensual del rio Rimac vs Chillón**

**DEPARTAMENTO : LIMA**  
**RIO CHILLON : ALTURA PUENTE MAGDALENA**  
**RIO RIMAC :BOCATOMA**



**LIMITE MAXIMO PERMISIBLE DE COBRE : Máximo 1.00 mg/L (Para Clase I y II )**

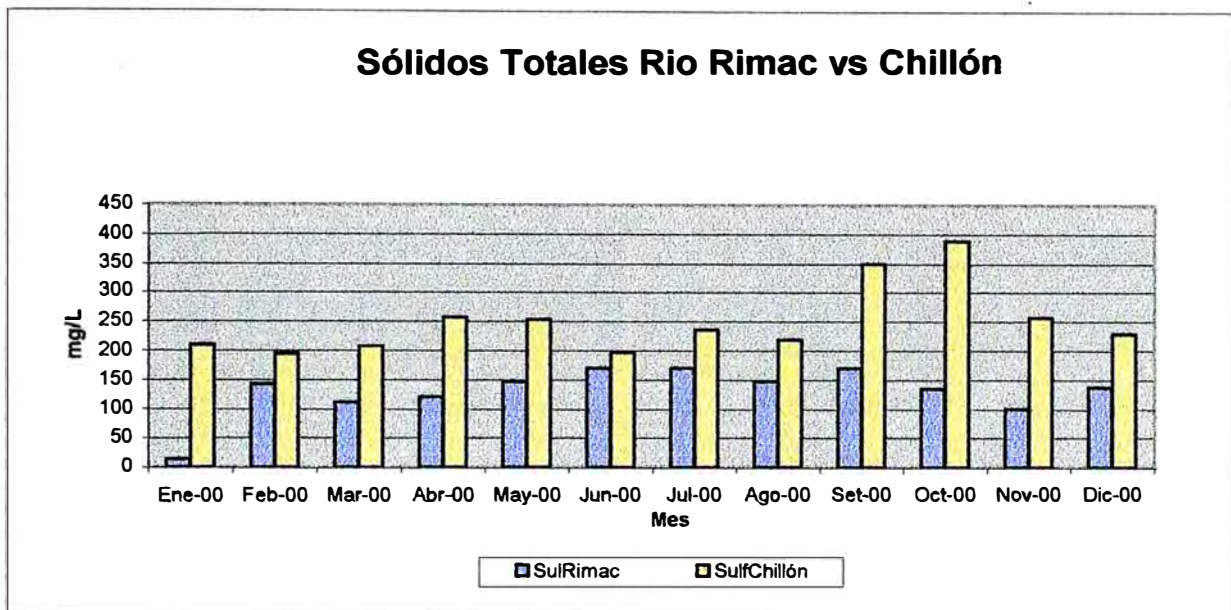
Mes	Ene-00	Feb-00	Mar-00	Abr-00	May-00	Jun-00	Jul-00	Ago-00	Set-00	Oct-00	Nov-00	Dic-00
Rio Chillón	0.010	0.014	0.067	0.015	0.025	0.044	0.030	0.035	0.024	0.061	0.138	0.069
Rio Rimac	0.013	0.030	0.005	0.005	0.002	0.018	0.002	0.005	0.013	0.005	0.008	0.006

**Comentario :**De la gráfica se puede ver que la concentración de Cobre en el río Rimac, es mayor en casi todo el periodo de monitoreo en comparación con el río Chillón.

En algunas aguas dulces, las concentraciones próximas a 0.5 mg/L pueden colorear la porcelana de los fregaderos y provocar un ennegrecimiento en ciertos productos alimenticios después de cocerlos (espárragos, champiñones, etc.)

**GRAFICA 5.16**  
**Monitoreo mensual del rio Rimac vs Chillón**

**DEPARTAMENTO : LIMA**  
**RIO CHILLON : ALTURA PUENTE MAGDALENA**  
**RIO RIMAC :BOCATOMA**



**LIMITE MAXIMO PERMISIBLE DE SOLIDOS TOTALES : NO SE PRESENTA (Para Clase I y II )**

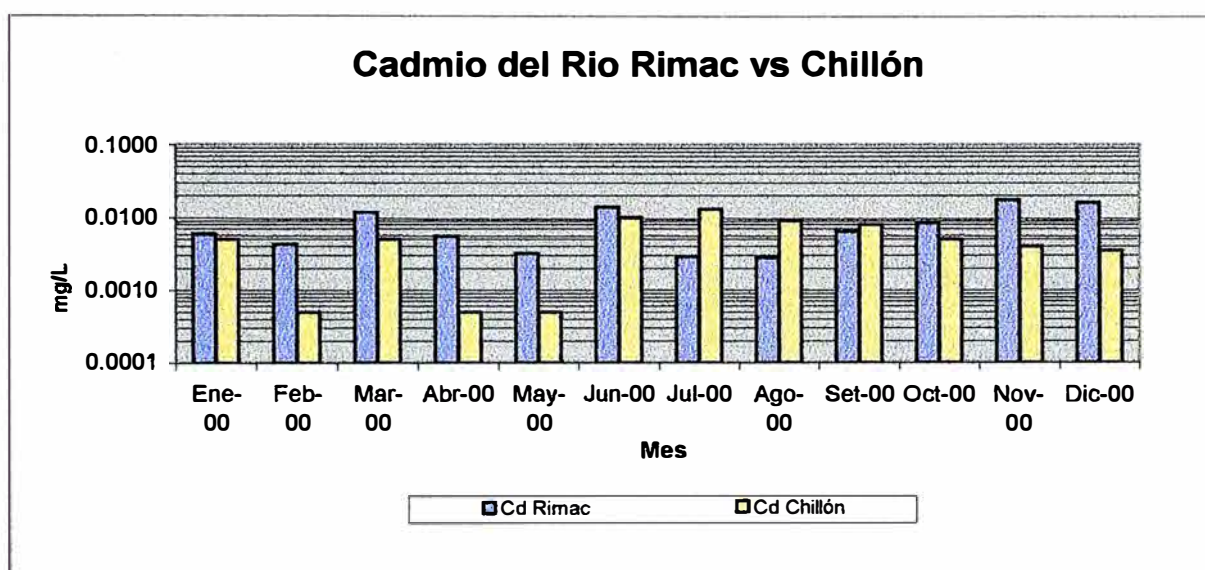
Mes	Ene-00	Feb-00	Mar-00	Abr-00	May-00	Jun-00	Jul-00	Ago-00	Set-00	Oct-00	Nov-00	Dic-00
Rio Rimac	450	430	737	426	486	486	656	496	426	480	652	492
Rio Chillón	580	954	450	413	450	498	806	750	543	652	680	613

**Comentario :** El contenido de Sólidos Totales es mayor en los meses de estia. Este hecho se explica por el largo tiempo de contacto que tienen las aguas con los suelos y el material sólido existente, dando opción a la disolución de diferentes sustancias con alto contenido de sales .

Observándose que existe mayor contenido de Sólidos Totales en el río Chillón con respecto al río Rimac.

**GRAFICA 5.17**  
**Monitoreo mensual del rio Rimac vs Chillón**

**DEPARTAMENTO : LIMA**  
**RIO CHILLON : ALTURA PUENTE MAGDALENA**  
**RIO RIMAC :BOCATOMA**



**LIMITE MAXIMO PERMISIBLE DE CADMIO : 0.010 mg/L (Para Clase I y II )**

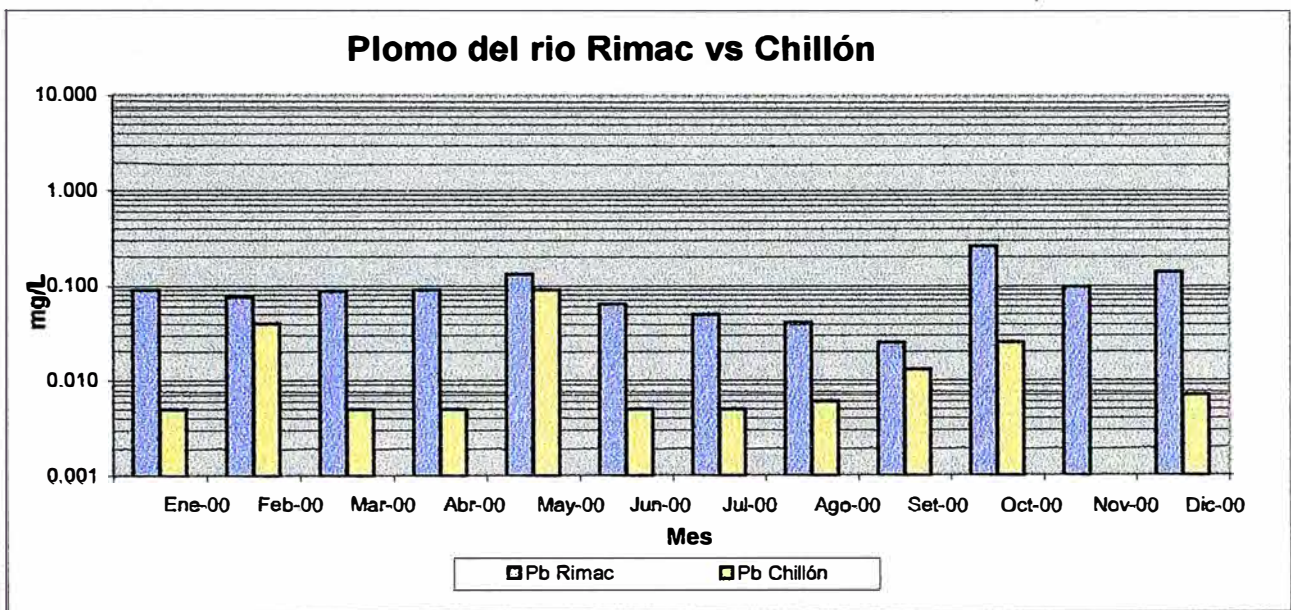
Mes	Ene-00	Feb-00	Mar-00	Abr-00	May-00	Jun-00	Jul-00	Ago-00	Set-00	Oct-00	Nov-00	Dic-00
Río Rimac	0.006	0.0043	0.012	0.0055	0.0032	0.014	0.0029	0.0028	0.0084	0.0084	0.0176	0.0159
Río Chillón	0.005	0.0005	0.005	0.0005	0.0005	0.01	0.013	0.009	0.008	0.005	0.004	0.0035

**Comentario :**Es el metal pesado que se presenta en concentraciones bajas en casi todo el periodo de monitoreo en ambos rios .



**GRAFICA 5.18**  
**Monitoreo mensual del rio Rimac vs Chillón**

**DEPARTAMENTO : LIMA**  
**RIO CHILLON : ALTURA PUENTE MAGDALENA**  
**RIO RIMAC :BOCATOMA**



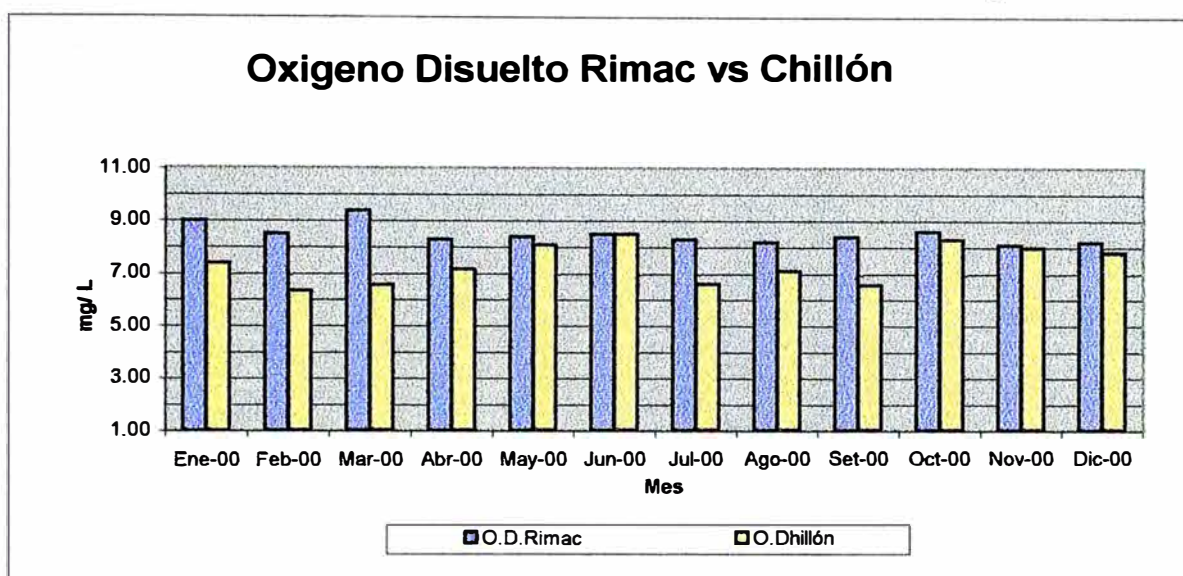
**LIMITE MAXIMO PERMISIBLE DE PLOMO : 0.050 mg/L (Para Clase I y II )**

Mes	Ene-00	Feb-00	Mar-00	Abr-00	May-00	Jun-00	Jul-00	Ago-00	Set-00	Oct-00	Nov-00	Dic-00
Río Chillón	0.09	0.076	0.088	0.09	0.131	0.064	0.05	0.041	0.025	0.262	0.097	0.139
Río Rimac	0.005	0.04	0.005	0.005	0.09	0.005	0.005	0.006	0.013	0.025	0.001	0.007

**Comentario :** El río Rímac presenta mayor concentración de Plomo con respecto al río Chillón.

**GRAFICA 5.19**  
**Monitoreo mensual del rio Rimac vs Chillón**

**DEPARTAMENTO : LIMA**  
**RIO CHILLON : ALTURA PUENTE MAGDALENA**  
**RIO RIMAC :BOCATOMA**



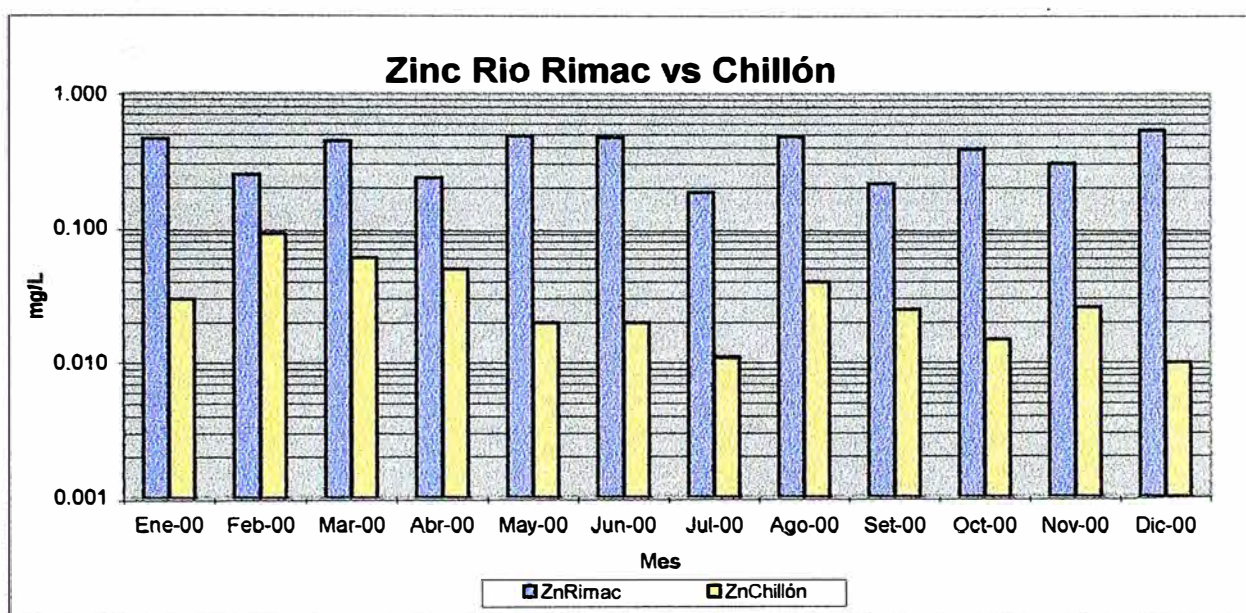
**LIMITE MAXIMO PERMISIBLE DE O.D. Máximo 3.00 mg/L Clase I, II, III y IV.**  
**Ley General de Aguas.**

Mes	Ene-00	Feb-00	Mar-00	Abr-00	May-00	Jun-00	Jul-00	Ago-00	Set-00	Oct-00	Nov-00	Dic-00
Río Rimac	9.00	8.50	9.40	8.30	8.40	8.50	8.30	8.20	8.40	8.60	8.10	8.20
Río Chillón	7.40	6.33	6.56	7.17	8.10	8.50	6.60	7.10	6.57	8.30	8.00	7.80

**Comentario :** las aguas del río Rímac presentan mayor cantidad de oxígeno disuelto en comparación con las del río Chillón. Esto se puede deber a que el río Chillón presenta flujos de agua menor , más acentuadas en época de estiaje; el contenido de oxígeno disminuye a causa del consumo aumentado de los seres vivos y de las bacterias que se multiplican; debido a los caudales bajos con respecto del río Rímac.

**GRAFICA 5.20**  
**Monitoreo mensual del rio Rimac vs Chillón**

**DEPARTAMENTO : LIMA**  
**RIO CHILLON : ALTURA PUENTE MAGDALENA**  
**RIO RIMAC :BOCATOMA**



**LIMITE MAXIMO PERMISIBLE DEZINC : 5.00 mg/L Clase I y II.**

Mes	Ene-00	Feb-00	Mar-00	Abr-00	May-00	Jun-00	Jul-00	Ago-00	Set-00	Oct-00	Nov-00	Dic-00
Rio Rimac	0.534	0.465	0.252	0.45	0.239	0.489	0.474	0.185	0.215	0.386	0.305	0.534
Rio Chillón	0.03	0.092	0.061	0.05	0.02	0.02	0.011	0.04	0.025	0.015	0.026	0.01

**Comentario :** El río Rimac presenta mayor concentración de Zinc con respecto al río Chillón.

### CUADRO 5.8

#### CONSUMO DE INSUMOS QUIMICOS EN LA POTABILIZACIÓN DE LAS AGUAS DEL RIO RIMAC (15 m<sup>3</sup>/s)

PRODUCTO	REQUERIMIENTO		COSTO US\$/TN
	TN/DIA	TN/AÑO	
SULFATO DE ALUMINIO EN SOLUCIÓN	6.17	2250	175.0
SULFATO DE ALUMINIO GRANULADO	4.11	1500	250.0
CLORO 907	7.81	2850	541.0
CLORO A GRANEL	10.48	3826	850.0
SULFATO DE COBRE	2.26	825	750.7
POLIMERO CATIONICO	0.82	301	1705.3
POLIMERO ANIÓNICO	0.02	7	3580.7
CAL	0.27	97	20.0
CLORURO FERRICO	11.30	4125	138.8

Fuente: Sedapal Diciembre 2000

### CUADRO 5.9

#### ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE INSUMOS QUIMICOS DE LA POTABILIZACIÓN DE LAS AGUAS DEL RIO CHILLÓN (4.93 m<sup>3</sup>/s)

PRODUCTO	REQUERIMIENTO		COSTO US\$/TN	COSTO TOTAL US\$/AÑO
	TN/DIA	TN/AÑO		
SULFATO DE ALUMINIO EN SOLUCIÓN	2.03	740	175.0	129438.96
SULFATO DE ALUMINIO GRANULADO	1.35	493	250.0	123229.21
CLORO 907	2.57	937	541.0	506758.79
CLORO A GRANEL	3.44	1257	850.0	1068796.02
SULFATO DE COBRE	0.74	271	750.7	203455.81
POLIMERO CATIONICO	0.27	99	1705.3	168490.73
POLIMERO ANIÓNICO	0.01	2	3580.7	7905.88
CAL	0.09	32	20.0	640.30
CLORURO FERRICO	3.71	1356	138.8	188165.51
COSTO TOTAL DE INSUMOS				2208715.69

## **CAPITULO VI**

### **PERFIL DE ESTUDIO ECONOMICO**

El perfil económico del proceso de tratamiento de las aguas superficiales del río Chillón como agua potable, se desarrolló enfocándolo como un estudio preliminar.

#### **6.1. Perfil de proceso de tratamiento de potabilización del Agua.**

**6.1.1. Proyecto:** Planta de tratamiento de agua potable en cumplimiento con la Normas Técnicas Peruana (Ver Anexo D).

**6.1.2. Sector:** Servicio.

**6.1.3. Mercado:** El abastecimiento de agua potable a los distritos Ancón, Carabaylo, Los Olivos, Puente Piedra y Ventanilla, es abastecida por Sedapal a un costo de producción estimado 0.26 US\$ /m<sup>3</sup> el agua es enviada a través de la red desde la Atarjea a todo el cono norte. Se

busca sustituir el agua de la Atarjea a un costo de producción estimado menor o igual.

#### **6.1.4. Proceso:**

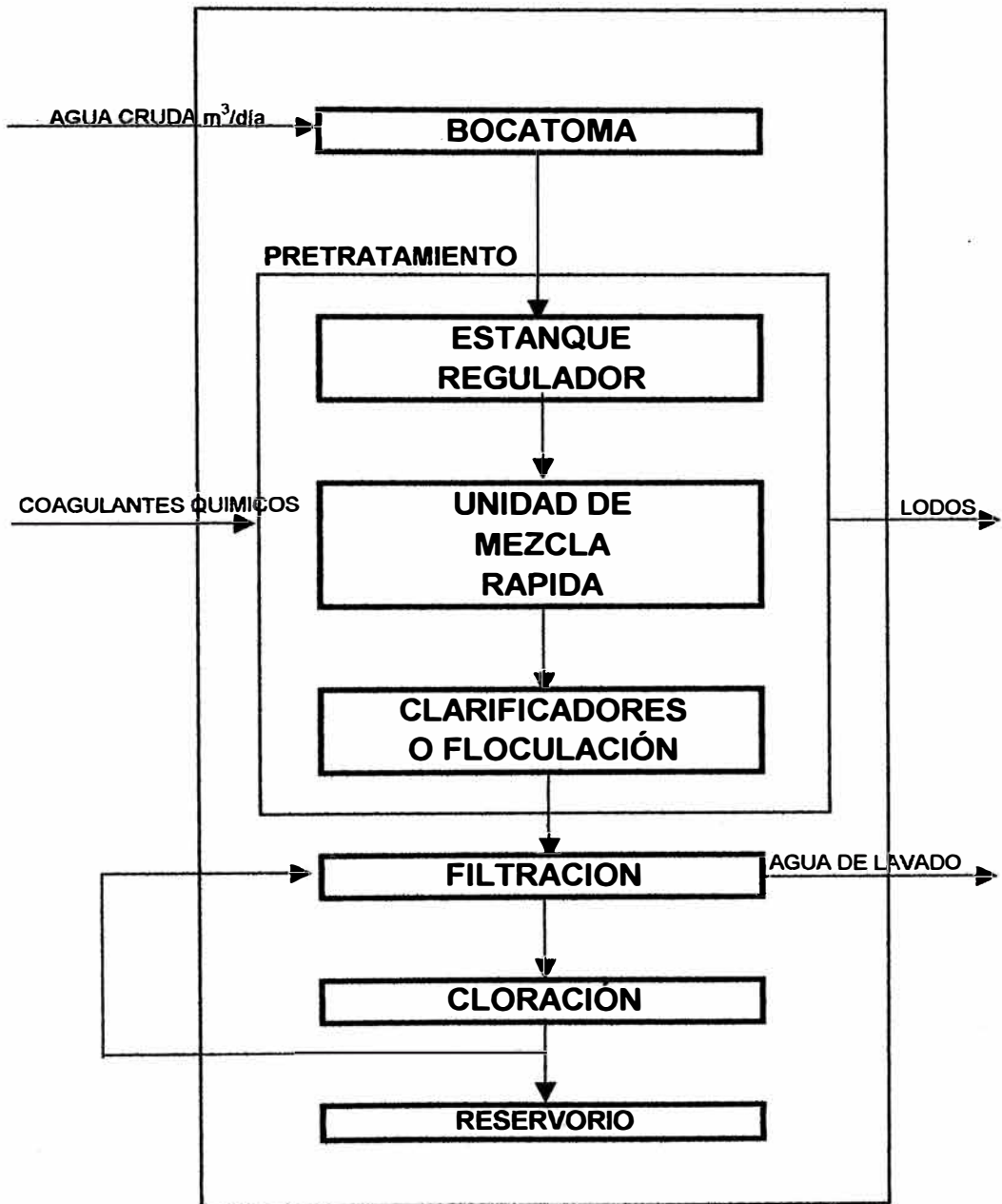
La Potabilización del agua del río Chillón consiste en la captación de las aguas superficiales, el tratamiento, y por último el almacenamiento en los reservorios para su posterior distribución del agua potable, cuyos valores de calidad físico química cumplen con las normas de Nacionales de Indecopi. Las instalaciones de laboratorio de operación y control que dispone el proceso de tratamiento es de acuerdo a las características variables del agua cruda, contándose con doble coagulación en las épocas que fuera necesario.

El tratamiento convencional de agua comprende el pre-tratamiento, la clarificación, la filtración y la cloración (FIGURA 6.1).

##### **1º Pre- tratamiento (mezcla rápida de reactivos)**

El pre- tratamiento comprende la pre-oxidación con cloro. La coagulación se hará mediante inyección de reactivos en solución tales como sulfato de aluminio o cloruro férrico. Estos químicos se dispersarán en el agua cruda, y después de la inyección se mezclarán enérgicamente en un tanque con el agua, ya sea por energía hidráulica con alto gradiente de velocidad, o por energía

**FIGURA 6.1**  
**DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE**  
**TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE**



mecánica. Esta operación hace que las partículas en suspensión se aglomeren formando grumos o flóculos que son fácilmente sedimentables.

El agua coagulada será enviada a los clarificadores.

## **2º Clarificadores**

Deseando obtener en una sola operación la floculación y la sedimentación de los flóculos formados, esto se realiza en los clarificadores, con tanques separados. Estos clarificadores se utilizan con suspensiones diluidas, y con el propósito de producir un agua relativamente clara. De los diseños disponibles, los más eficientes son los que utilizan mezclado mecánico en la zona de reacción. Por lo general, estos clarificadores permiten las velocidades máximas de sobreflujo, con una dosis mínima de productos químicos, para producir un agua de mejor calidad. Los clarificadores son ventajosos en la clarificación de sedimentos que requieren coagulación y floculación para eliminar las bacterias, los sólidos suspendidos o el color. Su aplicación en el tratamiento será para eliminar la turbiedad de las aguas superficiales, produciendo agua clarificada de menos de 5 NTU de turbiedad.



### 3° Filtración

El agua se infiltra a través del material filtrante que retiene partículas más pequeñas que los poros entre los granos del material filtrante, produciendo una importante reducción en el contenido bacteriano del agua. El material filtrante podrá ser arena sola o arena y antracita. Las características técnicas de los materiales filtrantes serán por lo menos las siguientes:

#### **Especificaciones técnicas:**

Coeficiente de uniformidad (C.U.) = 1.3 – 1.6

Tamaño Efectivo Nominal (10%) = 0.9 – 1.0 mm

Densidad Real = Mayor a 2.40 gr /cc

Resistencia química al Ácido Clorhídrico al 20% por 24 horas  
= Menor al 2.00%

Los filtros serán lavados con retorno de agua filtrada y sopladora de aire. El agua filtrada será enviada al tanque de cloración, con una turbiedad menor que 1 NTU.

### 4° Cloración

El tratamiento final del agua incluirá la desinfección con cloro, reduciendo la carga bacteriana y el posible ajuste del pH utilizando cal. Puesto que la eficacia de la desinfección es mayor

cuando el pH del agua es bajo, el cloro será inyectado antes de la cal.

### **6.1.5 Productos Químicos a utilizar en el proceso**

#### **1° Cloruro férrico**

El cloruro férrico es diluido con agua clara antes del punto de inyección, a una concentración estable de entre 5% y 10% de  $\text{FeCl}_3$  puro, para favorecer su dispersión en el agua cruda y obtener la coagulación del agua.

#### **2° Sulfato de aluminio**

El sulfato de aluminio se usa también en la coagulación del agua cruda.

Antes del punto de inyección, el sulfato de aluminio es diluido con agua clara a una concentración entre 5% y 10% de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ , para favorecer su dispersión en el agua cruda y obtener la coagulación del agua.

#### **3° Polímeros**

Se usarán polímeros, para mejorar la operación de los clarificadores y ahorrar reactivos de coagulación, que podrán ser

catiónicos o aniónicos y suministrados en forma líquida concentrada o en polvo.

#### **4° Cal apagada**

También conocida como hidróxido de calcio, se le utiliza como ayudante de coagulación para proporcionar al agua alcalinidad artificial cuando la alcalinidad natural está por debajo de 30 mg / L. Y para ablandamiento de aguas con alto contenido de dureza.

#### **5° Cloro**

El cloro es usado para la preoxidación del agua cruda y para la desinfección final del agua filtrada.

### **6.1.6. Control de calidad del Agua:**

Comprende:

- a) **Monitoreo del Agua Cruda.**- Cada 15 días se controla la calidad físicoquímica y biológica de la fuente, desde la captación hasta el kilómetro 200 en el sentido arriba.
  
- b) **Parámetro de Operación de Planta.**- Se determina mediante la aplicación de pruebas en la evaluación de cada proceso, donde la turbiedad es el indicador principal.

Se define:

*Coagulación:* dosis óptima de coagulante y polielectrólitos.

*Clarificación:* concentración de manto de lodos y coeficiente de cohesión.

*Filtración:* parámetro de lavado y variables hidráulicas.

**c) Control de la turbiedad.-** La turbiedad es el primer indicador de la eficiencia del proceso, porque el control se realiza en cada etapa del mismo y cada dos horas durante el periodo de baja turbiedad y cada hora durante el periodo de alta turbiedad.

Los valores límites son:

Captación, la turbiedad no debe ser mayor de 10,000 NTU

Clarificación, no mayor de 5 NTU.

Filtración, no mayor de 1.5 NTU (valor establecido por Norma Nacional- INDECOPI)

**d) Monitoreo de la calidad química y biológica en plantas.-**

Todos los días se realizan los controles de los parámetros más importantes.

Parámetros químicos: Hierro, plomo, cadmio, aluminio, nitratos, nitritos, fosfatos y carbono orgánico total.

Parámetros Biológicos: Coliformes fecales, cloro residual, coliformes totales, bacterias heterotróficas.

Se realizan también monitoreos cada 15 días para parámetros específicos; según requerimiento de la SUNASS (Superintendencia Nacional de Servicio de Saneamiento) Directiva 1121-99.

## **6.2. Estimación Costos en Agua Potable**

Está basado en un estudio preliminar, con costos estimados de una planta de tratamiento que tiene como prioridad el abastecimiento de agua potable a los distritos del estudio.

Las estimaciones de inversión de capital fijo se calculan en base a una planta de tratamiento de agua superficial; que considera obras desde la bocatoma, interconexión con el estanque regulador, planta de tratamiento, reservorios y la represa para cubrir el déficit de producción

de agua; el presupuesto fue realizado por la empresa Contratistas Generales Torres y Vega S.A.C, en base a los siguientes datos:

- Caudal del río por el periodo de un año (histórico y del año 2000).
- Ubicación de la Planta.
- Datos de caracterización de las aguas superficiales del río, muestreada el año 2000.
- Caudal de captación del río en la bocatoma.
- Caudal de producción.
- Periodo de funcionamiento de la planta.

Los costos directos de producción (operación de la planta) se calculan en base a los datos proporcionados por Sedapal.

### **6.2.1. Inversión en capital fijo**

La inversión de capital fijo se realiza en la etapa de pre-operación de un proyecto e involucra todos los costos incurridos durante la pre-inversión y construcción hasta completar el último detalle que permita la operación segura y confiable de la planta.

**CUADRO 6.1**  
**PRESUPUESTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA**  
**SUPERFICIAL**

COSTOS DIRECTOS		
ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTO US \$
1	OBRAS PROVISIONALES	257600
2	OBRAS PRELIMINARES	1507200
3	TANQUE DE COMPENSACIÓN	1401520
4	REPRESA	23180475
5	SISTEMA DE TRATAMIENTO	18325500
6	ALMACENAMIENTO	2239400
7	LÍNEA DE CONDUCCIÓN-IMPULSIÓN	30470192
8	VÁLVULA ESPECIAL	490500
9	ROTURA Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTO	120000
TOTAL COSTOS DIRECTOS US \$		77992387
COSTOS INDIRECTOS		
ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTO US \$
1	INGENIERIA Y SUPERVISIÓN	8517939
2	GASTOS DE CONSTRUCCIÓN	9050311
3	HONORARIOS DE CONTRATISTAS	4791341
4	EVENTUALES	9582682
TOTAL COSTOS INDIRECTOS US \$		31942273
INVERSIÓN DE CAPITAL FIJO US \$		109934660

FUENTE : CONTRATISTAS GENERALES TORRES Y VEGA S.A.C

La inversión de capital fijo en la Planta de tratamiento es de 109 934 660 US \$ (CUADRO 6.1). Este monto no incluye el tratamiento y disposición final de los residuos sólidos del proceso. Respecto a los aspectos ambientales de la Planta; se presentan algunas recomendaciones en el ANEXO D.

## **6.2.2. Costo de producción del Producto:**

Al analizar los costos de proceso industriales, se deben tener en cuenta los gastos debidos a inversión de capital fijo y también los costos de operación de la planta. La estimación del costo de producción del producto será calculada asumiendo que la planta está trabajando a un caudal  $4.93 \text{ m}^3/\text{s}$  Capítulo V: Estimación del consumo.

### **A. Costo de tratamiento**

#### **a) Costos directos de producción:**

##### **1º Materia prima**

En este rubro se considera el costo de materia y los insumos utilizados durante el proceso. El costo total en materia prima e insumos se cotiza en 2 208 715 US\$/AÑO (CUADRO 5.9.).

##### **2º Mano de obra**

Está referido al salario de los trabajadores en planta de acuerdo al requerimiento de mano de obra en cada etapa del proceso (CUADRO 6.2.). El costo en Mano de Obra es fijado en 81 900 US\$/AÑO, el cual incluye gratificaciones por 28 de Julio y 25 de Diciembre.



### 3º Supervisión directa

Para este rubro, se contará con un grupo de profesionales que se encargará de la supervisión de la producción y trabajos administrativos relacionados directamente con la producción. Este costo incluye gratificaciones por 28 de Julio y 25 de Diciembre. El costo asciende a 93 800.00 US\$/AÑO (CUADRO 6.3).

**CUADRO 6.2**  
**COSTO DE MANO DE OBRA**

REQUERIMIENTO DE PERSONAL	CANT.	SUELDO MES (\$)	GRATIFICACION (*) (\$)	TOTAL ANUAL (\$)
OPERADORES	3	550	1100	23100
TÉCNICOS	3	400	800	16800
MECÁNICOS	3	550	1100	23100
PERSONAL DE APOYO CALIFICADO	3	250	500	10500
PERSONAL DE APOYO NO CALIFIC.	3	200	400	8400
				81900

**CUADRO 6.3**  
**COSTO DE SUPERVISIÓN DIRECTA**

REQUERIMIENTO DE PERSONAL	CANT.	SUELDO MES (\$)	GRATIFICACION (*) (\$)	TOTAL ANUAL (\$)
ING. PRINCIPAL	1	1400	2800	19600
INGENIEROS DE PLANTA	2	1000	2000	28000
QUÍMICO	1	850	1700	11900
BIÓLOGO	1	850	1700	11900
LABORATORISTAS	4	400	800	22400
				93800

(\*) GRATIFICACION POR 28 DE JULIO Y 25 DE DICIEMBRE

#### **4° Servicios auxiliares**

Incluye costos de electricidad, agua para proceso y aire comprimido, etc., como aproximación grosera, puede asumirse que este costo asciende a un 10 - 20% del costo total del producto (Asumimos un 15%).

#### **5° Mantenimiento y reparaciones**

Se incluye costos de la mano de obra, los materiales y supervisión, para este efecto 2 - 10% de la inversión de capital fijo (Asumimos un 5%).

#### **6° Suministro para las operaciones**

Elementos como planos y diagramas, lubricantes, útiles para la conserjería, reactivos para análisis químicos. Se estima en 15 % del costo total de mantenimiento y reparaciones.

#### **7° Gastos de Laboratorio**

En este ítem incluye los costos de los ensayos de laboratorio para el control de las operaciones y el control de la calidad de los productos. Para estimaciones rápidas, este puede situarse entre el 10% y el 20% del costo de mano de obra (Se asume un 10%).

## b) GASTOS FIJOS:

### 1° Impuestos locales

Para zonas no muy pobladas el impuesto a la propiedad en donde se encuentra la planta son del orden del 1 al 2 % de la inversión de capital fijo. (Asumimos 1%)

### 2° Depreciación

La depreciación no es un costo (salida de dinero), sino un cargo a los costos, que se separa de los ingresos antes del calculo del impuesto a la renta. Se utiliza para atender la constitución de un fondo que permitirá recuperar el capital invertido en activos fijos e intangibles sujetos a deterioro, envejecimiento, agotamiento u obsolescencia al final de la vida económica de éstos.

Capital fijo depreciable (del CUADRO 6.1):

- Tanque de Compensación
- Represa
- Sistema de Tratamiento
- Almacenamiento
- Línea de conducción – Impulsión
- Válvula especial

TOTAL US \$ 76 107 587

Depreciación lineal (D, considera la depreciación constante durante los n años de operación), al final del año n se cuenta con un valor de rescate (Vs, la fracción de capital fijo que no se deprecia) del 5% del capital fijo depreciable (INV).

INV = 76 107 587 US \$ del Año 0

$V_s = 3805379$  US \$ del Año 0

$n = 14$

$$D = \frac{INV - V_s}{n}$$

Luego:

$D = 5\ 164\ 443$  US\$ del Año 0/ Año

Nota: El Activo Fijo se deprecia excepto el terreno.

### 3° Seguros

Se sugiere ser del orden del 0,4 -1% de la inversión de capital fijo. Asumimos 0,5%.

#### c) GASTOS GENERALES DE LA PLANTA:

Están incluidos unos gastos necesarios para servicios de rutina de la planta; limpieza general, varios, pagos de salarios, embalajes, servicios médicos, seguridad y protección, comedor, recreación, salvaguardia, laboratorios y depósitos. Se sugiere 5 - 15 % costo total del producto. (Asumimos 10%)

#### B. GASTOS GENERALES:

a) **Gastos de administración:** En este rubro se incluye salarios y jornales de administradores, secretarias, contadores, etc. conjuntamente con los costos de los útiles de oficina, equipos de

oficina, comunicaciones con el exterior y otros gastos relacionados con las actividades administrativas. 40 - 60 % del costo de mano de obra. (Asumimos 40%)

**b) Gastos de distribución y de marketing:** Incluye salarios, jornales, suministros y otros gastos de la oficina de ventas, salarios, comisiones y viáticos de los vendedores, gastos de expedición, costos de los envases, gastos de publicidad y del servicio técnico de venta. 2 -20 % el costo total del producto. (2% para productos que se venden en grandes volúmenes)

**c) Gastos de investigación y desarrollo:** Es muy importante para la mejora del proceso y por consiguiente obtener un producto final con mejores cualidades; incluye salarios y jornales de todo el personal directamente relacionados con este tipo de tarea. Se sugiere de 2-5 % del costo total del producto. (2%)

### **C. COSTO DE PRODUCCIÓN DEL PRODUCTO:**

El CUADRO 6.4 muestra los resultados de la estimación de los costos totales de fabricación de una planta diseñada para producir 4.93 m<sup>3</sup>/s. Para el cálculo del costo del producto por m<sup>3</sup>, dividimos el costo total del producto entre el volumen total de producción en un año (Caudal tratado 4.98 m<sup>3</sup>/s, 365 días al año).

## CUADRO 6.4

### ESTIMACION DEL COSTO DEL PRODUCTO

COMPONENTES	COSTO US\$/AÑO
<b>COSTOS DIRECTOS DE PRODUCCIÓN</b>	
MATERIA PRIMA	2208715
MANO DE OBRA	81900
SUPERVISION DIRECTA	93800
SERVICIOS AUXILIARES	3287339
MANTENIMIENTO Y REPARACIONES	5496733
SUMINISTROS PARA LA OPERACIÓN	824510
GASTOS DE LABORATORIO	8190
<b>GASTOS FIJOS</b>	
DEPRECIACIÓN	5164443
IMPUESTOS LOCALES	1099346
SEGUROS	549673
<b>GASTOS GENERALES DE LA PLANTA</b>	<b>2191559</b>
<b>GASTOS GENERALES</b>	
ADMINISTRACIÓN	32760
DISTRIBUCION Y VENTAS	438312
INVESTIGACION Y DESARROLLO	498312
<b>COSTO ANUAL TOTAL DE PRODUCCIÓN</b>	<b>21915592</b>
<b>COSTO DEL PRODUCTO (US \$/m3)</b>	<b>0.14</b>

## CAPITULO VII

### CONCLUSIONES

01. Al evaluar la necesidad de la zona de estudio con respecto al recurso agua se tiene:

Que solo tres de cada cinco personas están debidamente asistidas en el abastecimiento de agua potable.

No existe un apropiado uso del agua del río, en la agricultura, por falta de información técnica y mala organización en su distribución. Esto puede mejorarse realizando un plan estratégico del cultivo y riego.

El abastecimiento de agua en la zona industrial es agua de pozo.

Según lo evaluado se propone la producción de agua potable para mejorar las condiciones de vida de la zona en estudio. Aprovechando el exceso de agua del río; y teniendo en cuenta la construcción de una represa, para cubrir el déficit del caudal de algunos meses del año.

02. En el reconocimiento de la situación actual (setiembre del 2000) a lo largo del río Chillón se aprecia la reducción de la zona agrícola resultado de la expansión urbana, y un incremento de contaminación por los vertidos contaminantes principalmente de los núcleos urbanos (aguas

residuales y desechos sólidos), industrias, explotaciones ganaderas y uso agrario del agua (el riego da lugar a la presencia en el agua de herbicidas, pesticidas, nitratos y sales). Los virus productos de la contaminación, que son transportados por el agua, y causan diversas enfermedades que incrementan la morbilidad.

En estas condiciones el agua no es apta para el consumo humano en forma directa. Requiriendo un tratamiento para mejorar la calidad de vida de dicha población. Por lo que es importante saber la caracterización de las aguas del río Chillón. Por lo citado anteriormente se hace un reconocimiento de los puntos de muestreo a lo largo del río.

03. De acuerdo al monitoreo realizado en un año, las aguas del río Chillón presentan en la cuenca alta la clase I (Aguas de abastecimiento doméstico con simple desinfección), en la media y baja la clase III (Aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales) y la clase IV (Aguas de zonas recreativas de contacto primario (baños y similares)). Según las necesidades de evaluación y la contaminación que presenta el río estas aguas no son aptas para el consumo doméstico en forma directa. Es necesario realizar el tratamiento físico químico para el consumo humano.
04. El agua del río Chillón es un agua dura, presenta un contenido superior de 200 mg/L como  $\text{CaCO}_3$ , afectando la calidad estética y organoléptica del agua; no afecta la salud al conservar el presente parámetro en el agua potable.



05. Los resultados de los análisis muestran un incremento de conductividad, esto se debe al aumento de sólidos disueltos en el recorrido del río aguas abajo por causas antropogénicas, explotaciones ganaderas y usos agrarios del agua. Así también los cloruros se incrementan principalmente por contaminantes de procedencia de núcleos urbanos (agua residuales urbanas, letrinas etc). Los nitratos se incrementan debido a usos agrarios del agua ( el uso de fertilizantes da lugar a la presencia de nutrientes); y como se observa de la caracterización de los márgenes del río, en la parte media y baja de la cuenca el uso del agua es fundamentalmente para el agro. El oxígeno disuelto, disminuye por el incremento de cargas bacterianas especialmente aguas abajo, esto también es por el incremento de zonas urbanas. Realizando una comparación, con el cadmio, por ejemplo, se mantiene sus concentraciones constantes debido a que no existe fuentes que lo incrementen.
06. El costo de producción obtenido del presente estudio es 0.14US\$/ m<sup>3</sup>, con una utilidad del 30%, el precio de venta es 0.18 US\$/ m<sup>3</sup> y actualmente el precio de venta de Sedapal es de 0.26 US\$/ m<sup>3</sup>. Esto permite definir una intención de inversión para la toma de decisión de la asignación del recurso, aguas superficiales del río Chillón, para la ejecución de estudios más detallados.

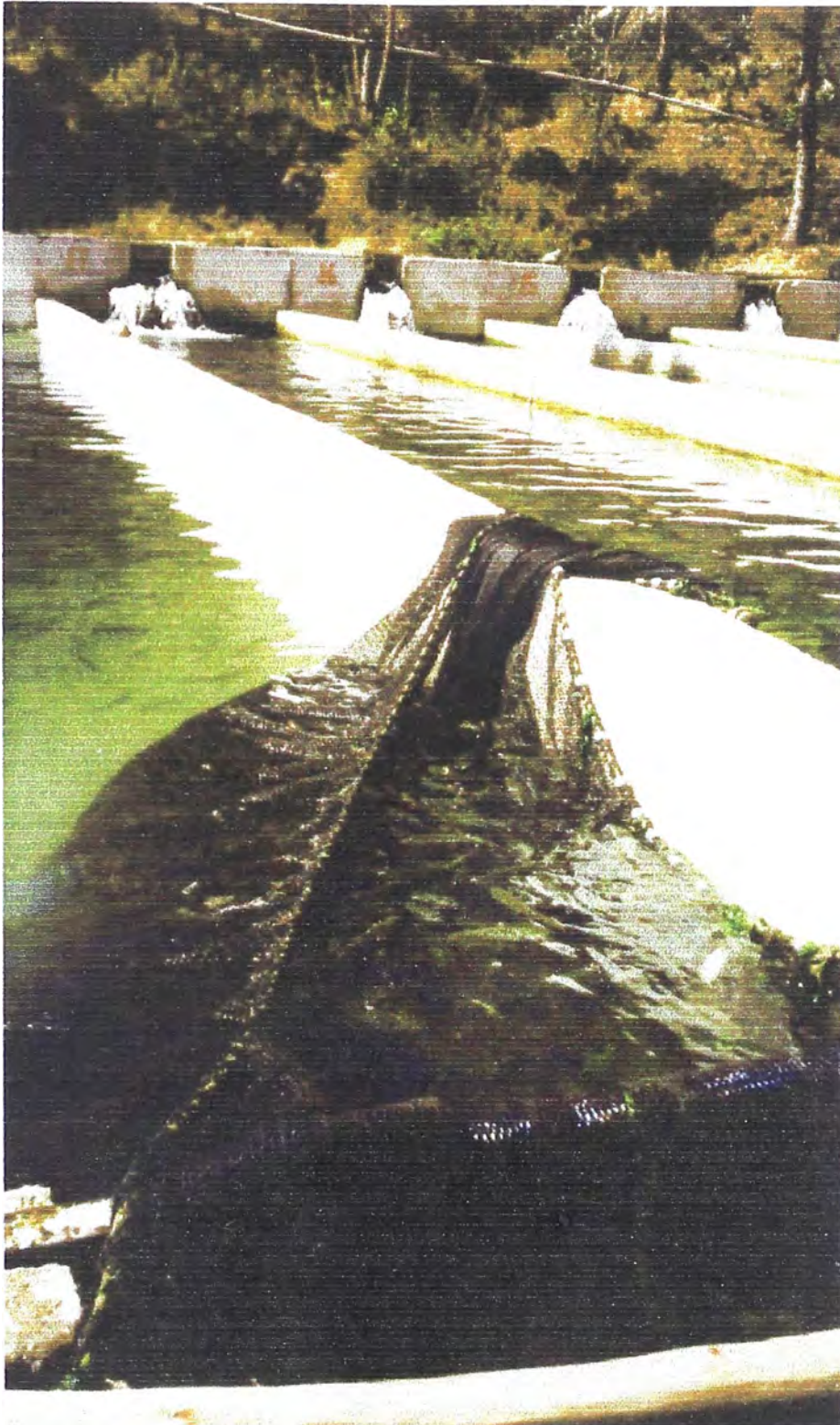
## BIBLIOGRAFÍA

- (1) AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION; Métodos Normalizados Para el análisis de aguas potables y residuales, Edición 1992.
- (2) Centro de Convenciones del S.N.I. VII Jornada Técnica, EL AGUA Y EL MEDIO AMBIENTE, 14 Junio 2000.
- (3) CEPIS / SEDAPAL, RECURSOS DISPONIBLES AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS, 1990.
- (4) COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ, SEDAPAL. Nuevo reglamento de elaboración de proyectos de Agua Potable y Alcantarillado para habilitación Urbana de Lima y Callao, 1994.
- (5) CONFIEP, PROYECTO EMPRESARIAL PERUANO. Resumen Ejecutivo Potencial DEL Perú hacia el Siglo XXI, 1997.

- (6) GARCÍA Francisco. Estudio de factibilidad para el mejoramiento y ampliación de los sistemas de agua potable y desagües del distrito de Puente Piedra, SEDAPAL, 1996
- (7) INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INEI). Datos poblacionales de los distritos del presente Estudio, Lima 2000.
- (8) INRENA. SEMINARIO TALLER DESARROLLO DE LA CAPACIDAD DE GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS, 1997.
- (9) INRENA. PROYECTO MARCAPOMACOCHA, 1968.
- (10) Información actual de entrevistas realizadas en La Dirección de la Junta de Usuarios del río Chillón, a los pobladores de la zona de Estudio. 2000.
- (11) PETERS, Max S. y TIMMERHAUS, Kiaus D., Diseño de Plantas y Evaluación Económica para Ingenieros Químicos. Editorial Géminis S.R.L 1978.
- (12) MINISTERIO DE AGRICULTURA, Boletín Hídrico, 2000.
- (13) MINISTERIO DE INDUSTRIA, CLASIFICADOR INTERNACIONAL INDUSTRIAL INFORME, 2000.

- (14) PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (PNUMA) y del Programa de las Naciones Unidas (PNUD), "Informe sobre el desarrollo humano, 1997.
- (15) ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. Acuíquímica, Escuela Colombiana de Ingeniería, 1996.
- (16) SALGADO Rolando y ZUCCHETTI Anna. Medio Ambiente Rev. Peruana especializada en ecología y desarrollo, Oct-Nov 1994.
- (17) SAVANEZ CALVO, Mariano, Ecología Industrial, 1998.
- (18) SEDAPAL, Oficina de Desarrollo, Demanda de Agua para Lima Metropolitana 1993-2000.
- (19) SEDAPAL, RECURSOS HÍDRICOS EN LIMA: principales problemas causas y posible política para afrontarlos, 1985.
- (20) UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA. CURSO: Tecnología para el Tratamiento de Residuos Industriales, 4 al 8 de Marzo 1996.
- (21) VERGARA YAYON, Francisco; Tratamiento de Aguas Industriales; Kavi Editores S.A., Lima-Perú 1984

**ANEXO A**  
**FOTOGRAFÍAS**



**Foto 1. Piscigranja en la localidad de Obrajillo**

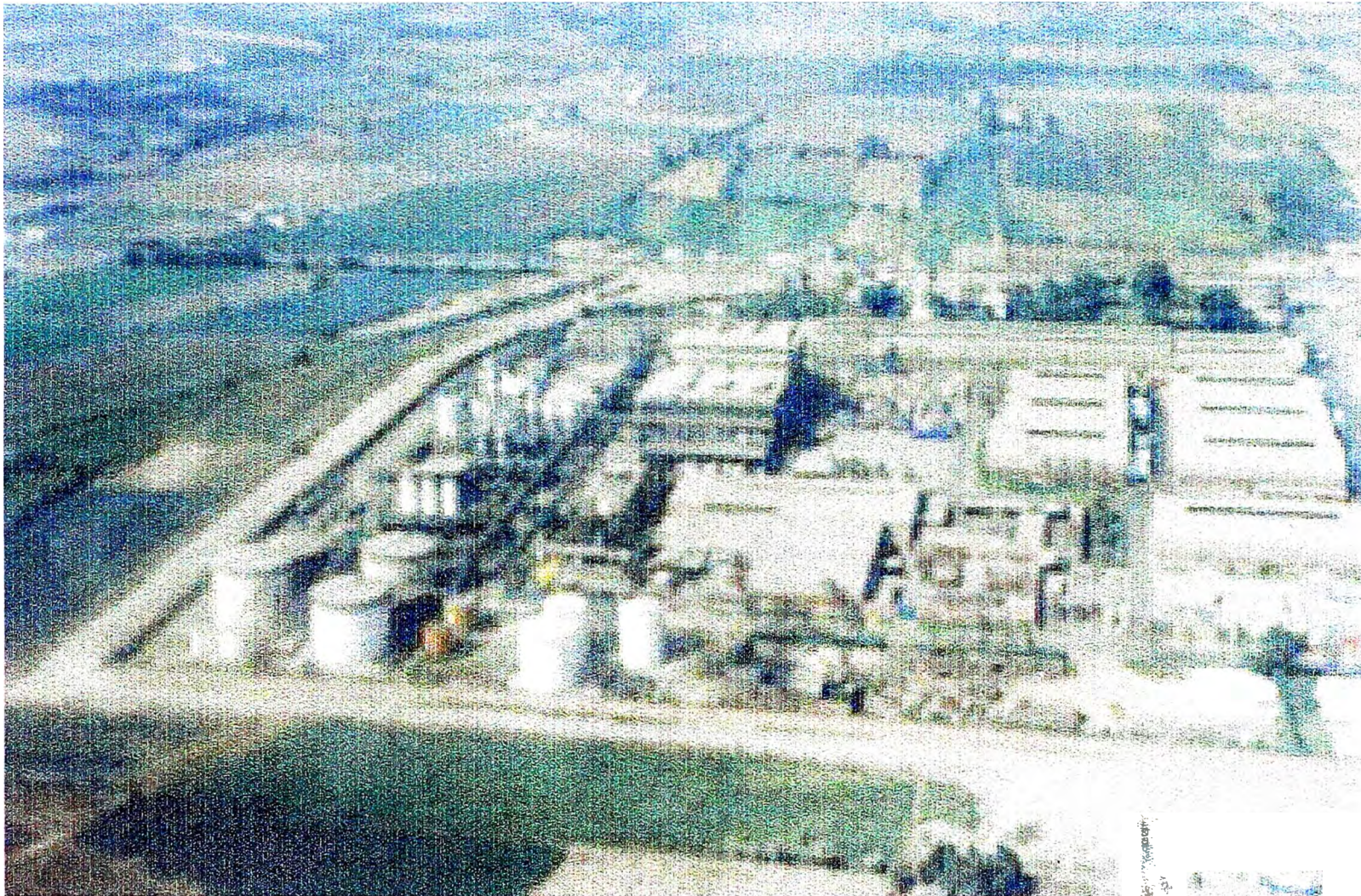


**Foto 2. Parcelas agrícolas**



**Foto 3. Puente Osonik**





**Foto 4. Zona Industrial de Ventanilla**

**ANEXO B**  
**MÉTODOS DE ANÁLISIS**  
**Y**  
**NORMA TÉCNICA PERUANA**  
**(Requisitos para Agua Potable)**

**TABLA B1**

**RECIPIENTES REQUERIDOS, TECNICAS DE PRESERVACION Y TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO PARA MUESTRAS RECOLECTADAS**

PARAMETRO	TIPO DE RECIPIENTE	TÉCNICA DE PRESERVACIÓN	MÁXIMO TIEMPO DE ALMACENAMIENTO
TEMPURATURA	P,V	NO SE REQUIERE	ANALIZAR INMEDIATAMENTE
PH	P,V	NO SE REQUIERE	ANALIZAR INMEDIATAMENTE
CONDUCTIVIDAD	P,V	FRÍO, 4 C	28 DÍAS
STD 2	P,V	FRÍO, 4 C	7 DÍAS
CLORURO	P,V	NO SE REQUIERE	28 DÍAS
DQO 3	P,V	FRÍO, 4 C H2SO4 A PH<2	28 DÍAS
O2 DISUELTO	V (BOTELLA Y TAPA)	PRESERVANTE: NO SE REQUIERE WINKLER: FIJAR EN EL LUGAR Y ALMACENAR EN LA OSCURIDAD.	PRESERVANTE: INMEDIATAMENTE WINKLER: 8 HORAS
SULFURO	P,V	FRÍO, 4 C, ACETATO DE ZINC MÁS NAOH A PH >9	7 DÍAS
CADMIO	P,V	HNO3 A PH < 2	6 MESES
CROMO	P,V	HNO3 A PH < 2	6 MESES
PLOMO	P,V	HNO3 A PH < 2	6 MESES

1 POLIETILENO (P) O VIDRIO (V)

2 SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS

**TABLA B2**  
**MÉTODO DE ANÁLISIS EMPLEADOS**

PARÁMETROS	MÉTODO ANÁLITICO	CONDICIONES DE ANALISIS
TEMPERATURA	TERMOMETRO	DIRECTO
pH	POTENCIOMETRO	DIRECTO
TURBIDEZ	TURBIDIMETRO	DIRECTO
CONDUCTIVIDAD	CONDUCTIMETRO	DIRECTO
SOLIDOS TOTALES	GRAVIMETRICO	PRETRATAMIENTO Y PESAR EN BALANZA ANALITICA
ALCALINIDAD	VOLUMÉTRICO	FENOLTALEINA, NEUTRALIZO CON H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0.02N, IND. ANARANJADO DE METILO Y TITULAR CON H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0.02N HASTA PARDO
DUREZA TOTAL	VOLUMÉTRICO	BUFFER PH 10, IND. NET Y TITULACION CON EDTA 0.01 N
CLORUROS	VOLUMÉTRICO	IND.K <sub>2</sub> CRO <sub>4</sub> PH 7-10.5 TITULACIÓN CON AGNO <sub>3</sub> 0.017 N
SULFATOS	TURBIDIMETRO	BUFFER SOLUCIÓN Y CLORURO DE BARIO
NITRATOS	ESPECTROFOTOMÉTRICO	HCL 1N Y LECTURA DIRECTA
NITRITOS	ESPECTROFOTOMÉTRICO	AC. SULFANILICO,CLORHIDRATO DE NAFTILAMINA, ACETATO DE SODIO Y LECTURA DIRECTA.
FOSFATOS	ESPECTROFOTOMÉTRICO	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 5N , MOLIBTATO DE AMONIO,AC. ASCORBICO 0.01 M , REACTIVO COMBINADO Y LECTURA DIRECTA.
SODIO	FOTÓMETRO DE LLAMA	DILUCION Y LECTURA DIRECTA
POTASIO	FOTÓMETRO DE LLAMA	DILUCION Y LECTURA DIRECTA
METALES PESADOS	FOTÓMETRO DE LLAMA	PRETRATAMIENTO, DILUCIÓN Y LECTURA DIRECTA.
COLIFORMES TOTALES	COLIMETRIA	METODO ESTADISTICO DE RECuento DE COLONIAS

**Relación de Normas Técnicas Peruanas (NTP) Formuladas por el Comité Permanente de Saneamiento a cargo de la SUNASS, Relacionadas con Métodos Ensayos para el Análisis de Agua Potable.**

1. NTP 214.006: 1999 AGUA PARA CONSUMO HUMANO. Determinación de Turbiedad. Método Nefelómetro.
2. NTP 214.018: 1999 AGUA PARA CONSUMO HUMANO. Determinación de Dureza. Método Volumétrico con EDTA.
3. NTP 214.020: 2000 AGUA PARA CONSUMO HUMANO. Determinación de los Cloruros. Método Volumétrico del Nitrato Mercúrico.
4. NTP 214.023: 2000 AGUA PARA CONSUMO HUMANO. Determinación de Sulfatos. Método Turbidimétrico.
5. NTP 214.026: 1999 AGUA PARA CONSUMO HUMANO. Determinación de Alcalinidad. Método Volumétrico.
6. NTP 214.011: 2000 AGUA PARA CONSUMO HUMANO. Determinación de Hierro. Método Espectrofotométrico de la fenantrolina.
7. NTP 214.010: 2000 AGUA PARA CONSUMO HUMANO. Determinación de Manganeso. Método Espectrofotométrico del persulfato.
8. NTP 214.031: 2000 AGUA PARA CONSUMO HUMANO. Determinación de coliformes totales. Método de filtración por membrana.
9. NTP 214.016: 2000 AGUA PARA CONSUMO HUMANO. Determinación de Nitratos. Método Espectrofotométrico.
10. NTP 214.027: 2000 AGUA PARA CONSUMO HUMANO. Determinación de Fosfatos. Método Espectrofotométrico del Acido Ascórbico.

COMISION DE REGLAMENTOS TÉCNICOS Y COMERCIALES

# **NORMA TECNICA PERUANA**

PERU NORMA TÉCNICA NACIONAL	AGUA POTABLE REQUISITOS	ITINTEC 214.003 Junio, 1987
<b>1. NORMAS A CONSULTAR</b>		
<p>ITINTEC 214.005 AGUA POTABLE. Extracción de muestras                      ITINTEC 214.006 AGUA POTABLE. Determinación de turbiedad                      ITINTEC 214.007 AGUA POTABLE. Determinación del color (Escala platino cobalto)                      ITINTEC 214.008 AGUA POTABLE. Determinación de arsénico.                      ITINTEC 214.009 AGUA POTABLE. Determinación del olor y del sabor.                      ITINTEC 214.010 AGUA POTABLE. Determinación de manganeso.</p>		
<b>2. OBJETO</b>		
<p>2.1 La presente Norma establece los requisitos físicos, químicos, organolépticos y microbiológicos que debe cumplir el agua para ser considerada potable.</p>		
<b>3. CAMPO DE APLICACION</b>		
<p>3.1 La presente Norma se aplica al agua proveniente de cualquier sistema que abastece el consumo humano.</p>		
<b>4. DEFINICIONES</b>		
<p>4.1 <u>Agua natural.</u>- Se denomina así al agua tal como se encuentra en la naturaleza.</p>		
<p>4.2 <u>Agua natural superficial.</u>- Es la que se encuentra en la superficie del terreno formando los ríos, lagos, manantial, etc.</p>		
<p>4.3 <u>Agua natural subterránea.</u>- Es la que se encuentra bajo superficie del terreno pudiendo ser su afloramiento natural o extracción artificial.</p>		
<p>4.4 <u>Agua potable.</u>- Es aquella apta para consumo humano y que cumple con los requisitos físicos, químicos, organolépticos y microbiológicos establecidos en esta Norma.</p>		
<p>4.5 <u>Contaminación.</u>- Es la alteración de las características físicas, químicas o biológicas del agua, resultante de la incorporación deliberada o accidental en la misma de productos o residuos que afecten los usos del agua.</p>		
<p>4.6 <u>Residuos.</u>- Son los sobrantes líquidos, sólidos, gaseosos y distintas formas de energía, provenientes de las funciones naturales o artificiales.</p>		
<p>4.7 <u>Inóculo.</u>- Es la cantidad de muestra que se agrega al medio de cultivo para un análisis microbiológico.</p>		
<p>4.8 <u>Muestra.</u>- Es la porción representativa de agua que se remite al laboratorio para su análisis.</p>		
R.D. 339-87-ITINTEC-DG 87-06-22 5 Páginas		
C.D.U. 644.61		TODA REPRODUCCIÓN INDICAR EL ORIGEN

- 4.9 Color.- Es la impresión visual producida por los rayos de luz reflejados por las materias que se encuentran en solución en el agua.
- 4.9.1 Color aparente.- Es la impresión visual producida por los, rayos de luz reflejados por las materias en solución y suspensión en el agua.
- 4.9.2 Color verdadero.- Es la impresión visual producida por los rayos de luz reflejados por los compuestos disueltos en el agua.
- 4.10 Sabor.- Es la sensación gustativa que producen las materias contenidas en el agua.
- 4.11 Turbiedad.- Propiedad óptica que tiene una sustancia transparente o translúcida de diseminar en todas las direcciones la luz que pasa a través de ella.
- 4.12 Residuos totales.- Es el material que permanece después de evaporar el agua y secado posterior a una temperatura entre 103 C y 105 C.
- 4.13 ABS.-Sigla de sulfonato de alquilo-benceno. Denominación química genérica del grupo funcional básico de los detergentes no biodegradables.
- 4.14 Grupo coliforme.- Grupo de bacterias que habitan en el tracto intestinal del hombre y animales de sangre caliente. Pueden encontrarse en plantas, suelos y ambientes acuáticos, son aerobios y anaerobios facultativos, formas bacilares, no forman esporas, gram-negativos y fermentan la lactosa con producción de ácido y gas.
- 4.14.1 Coliformes fecales.- Sub grupo de coliformes que habitan en el intestino del hombre y animales de sangre caliente y que fermentan la lactosa con formación de gas a las 24 h a 44.5 C.
- 4.14.2 Índice coliforme.- Es la cantidad estimada de microorganismos del grupo coliforme presente en 100 cm<sup>3</sup> de agua, sus resultados se expresan en términos del número más probable (NMP) para el caso de la colimetría por dilución y por el número de microorganismos en el caso de la membrana filtrante.
- 4.15 Virus.- Organismos submicroscópicos, parásitos intracelulares obligados que presentan en su estructura un solo ácido nucleico (AND o ARN) para su reproducción e incluye una variedad de patógenos para el hombre.

## 5. REQUISITOS

### 5.1 Requisitos biológicos

5.1.1	Parásitos y protozoarios	Ausencia
5.1.2	<u>Requisitos microbiológicos</u>	<u>Valor máximo admisible</u>
	Recuento total	500 UFC/ml (*)
	Coliformes totales (**)	Ausencia
	Coliformes fecales	Ausencia

(\*) UFC Unidades formadoras de colonias

(\*\*) Ver Apéndice A



5.2 Sustancias que afectan la salud

5.2.1 <u>Constituyentes inorgánicos</u>	<u>Valor máximo admisible</u>
	mg/l
Arsénico (As)	0,05
Bario (Ba)	1,0
Cadmio (Cd)	0,005
Cromo total (Cr)	0,05
Cianuro (CN)	0,1
Plomo (Pb)	0,05
Mercurio (Hg)	0,001
Nitrato (NO <sub>3</sub> )	45
Selenio (Se)	0,01

5.2.2 <u>Constituyentes orgánicos</u>	<u>Valor máximo admisible</u>
- Compuestos extractables al carbón cloroformo	0,1
- Sustancias activas al azul de metileno	No debe producir espuma ni problemas de sabor y olor
- Fenoles	0,1

5.3 Compuestos que afectan la calidad estética y organoléptica

<u>Compuesto</u>	<u>Valor máximo recomendable</u>	<u>Valor máximo admisible</u>
<u>Turbiedad</u>		
Agua tratada con proceso de filtración	3NTU	5NTU
Agua sin proceso de filtración	---	15 NTU
- Color verdadero	---	15 UC
- Olor y sabor	Inofensivo a la mayoría de los consumidores	
- Residuos totales mg/l	5 0 0	1 0 0 0
- P H	6 , 5 _ 8 , 5	
- Dureza (CaCO <sub>3</sub> ) mg/l	200	---
- Sulfatos (SO <sub>4</sub> ) mg/l	250	400
- Cloruro (Cl) mg/l	250	600
- Fluoruro (F) mg/l		1,5
- Sodio (Na) mg/l		100
- Aluminio (Al) mg/l		0,2
- Cobre (Cu) mg/l		1,0
- Hierro (Fe) mg/l		0,3
- Manganeseo (Mn) mg/l		0,1
- Calcio (Ca) mg/l	75	---
- Magnesio (mg) mg/l	30	---
- Cinc (Zn) mg/l		5

NOTA.- NTU unidades nefelométricas de turbidez  
 UC unidades de color

• Rango recomendable

## 6. INSPECCIÓN Y RECEPCIÓN

6.1 La extracción y recepción de muestras se hará según la Norma ITINTEC correspondiente.

## 7. METODOS DE ENSAYO

7.1 Se emplearán los métodos de ensayo indicados en el capítulo 1. NORMAS A CONSULTAR.

## 8. ANTECEDENTES

8.1 Normas Internacionales para el agua potable. Organización Mundial de la Salud. Ginebra 1972.

8.2 Parámetros físico-químicos que influyen en la calidad y en el tratamiento del agua. Quím. María Luisa Castro de Esparza. 1985.

8.3 Procedimientos simplificados para el examen de aguas. Organización Panamericana de la Salud. Oficina Sanitaria Panamericana. Oficina Regional de OMS. 1978.

8.4 Bromatología. Montes. Argentina 1978.

8.5 Norma Chilena NCH 4090 E 70.

8.6 Guías para la calidad del agua potable. Organización Panamericana de la Salud. Oficina Sanitaria Panamericana. Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. 1985.

8.7 Standard method for examination of water and wastewater. AWWA. 15a Ed. 1980.

8.8 Procedimientos simplificados de análisis químicos de aguas residuales. María Luisa Castro de Esparza. Lima-Perú. 1983.

8.9 Información proporcionada por los miembros del Comité Especializado.

\*\*\*\*\*

APENDICE A

- A.1 En el curso de un año el 95% de las muestras analizadas no deberán contener ninguna bacteria coliforme en 100 ml.
- A.2 Ocasionalmente, alguna muestra podrá contener hasta 3 bacterias coliformes por 100 ml, siempre y cuando no se trate de muestras consecutivas.
- A.3 En el caso de encontrar alguna bacteria coliforme se efectuará de inmediato un nuevo muestreo, dentro de los 3 días siguientes.

**ANEXO C**  
**CONTAMINANTES DEL AGUA**

## CARACTERIZACIÓN DE LOS CONTAMINANTES

Las aguas extrañas contienen materias también extrañas en solución y suspensión en proporciones variables, dependiendo especialmente de su origen. Estas sustancias pueden modificar considerablemente las propiedades, efectos y usos del agua. A continuación se explica en forma resumida la tabla de contaminantes, que indudablemente nos darán un mayor conocimiento del agua que usamos.

**TABLA C1**  
**RESUMEN DE CONTAMINANTES**

MATERIA	FUENTE DE EMISIÓN	EFFECTOS SOBRE LA SALUD	LIM.MAX. PERM (INTRENACIONAL)
CADMIO	SE USA EN LA PRODUCCIÓN DE COBRE, PLOMO Y PLATA Y ES SUB PRODUCTO DE REACTORES NUCLEARES. TAMBIÉN SE USA EN GALVANOPLASTIA, TEXTILES Y QUÍMICOS.	ALTAMENTE TÓXICO AL INHALAR O INGERIR. RELACIONADO CON TUMORES TESTICULARES, DISFUNCIÓN RENAL, HIPERTENSIÓN, ARTERIOSCLEROSIS, TRASTORNOS CARDIOVASCULARES, ETC. SE COMBINA EN FORMA SINÉRTICA CON OTRAS SUSTANCIAS QUÍMICAS.	0.2 PPM
CLORUROS	PRODUCCIÓN DE PETRÓLEO	NO ES TÓXICO A MENOS QUE SE PRESENTE EN GRANDES CANTIDADES. LOS PECES DE AGUA DULCE PUEDEN SOPORTAR HASTA 3,000 PPM Y EL AGUA POTABLE PUEDE TENER HASTA 250 PPM.	250 PPM
COBRE	INDUSTRIA MINERA	SUMAMENTE TÓXICAS PARA LAS ALGAS, PLANTAS ACUÁTICAS E INVERTEBRADOS, PERO MODERADAMENTE DAÑINAS PARA LOS MAMÍFEROS. EN EXCESO PRODUCE DAÑO EN EL HÍGADO. TIENE EFECTOS SINERGÉTICOS	2PPM
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO D.B.O5	ES UN ÍNDICE IMPORTANTE DE LA CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL.	CORROSIÓN DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO.	300 PPM
FÓSFORO	INDUSTRIA DE FERTILIZANTES, FABRICA DE PRODUCTOS QUÍMICOS.	CONCENTRACIONES ALTAS CONTRIBUYE A LA PROLIFERACIÓN DE FORMAS VEGETALES NOCIVAS (EUTROFICACIÓN), AGOTA EL OXIGENO EN UNA MASA DE AGUA.	2 PPM

MATERIA	FUENTE DE EMISIÓN	EFFECTOS SOBRE LA SALUD	LIM.MAX. PERM (INTRENACIONAL)
MANGANESO	INDUSTRIA PESQUERA Y METALÚRGICA.	SOBRECARGA PULMONAR, DAÑOS NERVIOSOS. TÓXICO PARA LAS PLANTAS.	
NITRATOS	INDUSTRIAS DE FERTILIZANTES.	REACCIONAN CON EL PIGMENTO PORTADOR DE OXÍGENO, PUEDE CAUSAR GRAVES EFECTOS FISIOLÓGICOS, PUEDE FAVORECER LA PROLIFERACIÓN DE PLANTAS NOCIVAS (EUTROFICACIÓN)	
PLAGICIDAS Y HERBICIDAS	INDUSTRIAS QUÍMICAS.	TÓXICOS PARA LOS SERES VIVOS.	
PLOMO	INDUSTRIA METALÚRGICA EN TUBERIAS, PINTURAS, GASOLINAS PLOMADAS, SOLDADURAS.	ES UN VENENO QUE ACTÚA POR ACUMULACIÓN Y AFECTA LA SANGRE Y LOS HUESOS, ADEMÁS OCASIONA DESÓRDENES EN EL COMPORTAMIENTO Y SATURNISMO.	0.02 PPM

**TABLA C2**  
**IMPUREZAS Y PROBLEMAS MÁS COMUNES DEL AGUA**

TIPO	FÓRMULA QUÍMICA	DIFICULTAD QUE CAUSA	TRATAMIENTO
Turbidez	Ninguna, expresada en análisis en ppm como SiO <sub>2</sub> o NTU, JTU (unidades)	Imparte al agua desagradable apariencia depósitos en tuberla de agua, calderos, etc. Interfiere los procesos.	Coagulación Sedimentación Filtración
Color	Ninguna, expresada en análisis como unidades	Espumaje en calderos. Enmarca los métodos de precipitación de FePO <sub>4</sub> . En procesos puede manchar producto. Principal fuente de incrustaciones en intercambiar de calor, calderos y tuberías. Forma coágulos con jabón. Interferencias con el teñido.	Coagulación y filtración Clorinación, absorción por carbón activo. Ablandamiento. Destilación
Dureza	Sales de calcio y magnesio Expresadas como CaCO <sub>3</sub>	Espumaje y arrastre de sólidos en el vapor. Fragilidad metálica. Produc. CO <sub>2</sub> en vapor, es fuente corrosiva.	Tratamiento ln. no para caldero. Agentes tensioactivos. Complexómetros. Quelantes. Ablandamiento por cal y cal sosa, tratam. ácido
Alcalinidad	Bicarbonato HCO <sub>3</sub> . Carbonato CO <sub>3</sub> e Hidrato (OH) expresada como	Corrosión	Ablandamiento por zeolitas H. Desmineraliz. Osmosis Inversa Intercambio iónico y destilación. Neutralización con álcalis.
Ácido mineral libre Dióxido de carbono	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , HCl, etc. CO <sub>2</sub>	Corrosión en líneas de agua: vapor, condensado	Aereación, Neutralización con álcalis. Aminas peculiares. Neutra 2 antes.
pH		pH varía con el contenido de sol. Ácidos y alcalinos en el agua. Aguas naturales pH-6-8. No tiene importancia en si mismo. Con Ca forma incrustación.	pH aumenta con álcalis y disminuye con ácidos. Desmineraliz. Destilación O.I.
Sulfatos	Concentración de iones Hidrógeno. Sin unidades.	Aumenta el contenido de sólidos y la corrosividad del agua.	Desmineraliz. Destilación O.I.
Cloruros	(SO <sub>4</sub> ) =	Aumenta el contenido de sólidos. Sin importancia industrial.	Desmineraliz.
Nitratos	Cl- (NO <sub>3</sub> )-	Vetea el esmalte de los dientes. Controla el envejecimiento dental. Sin importancia industrial	Destilación O.I.
Fluoruros	F-		Absorción con Mg(OH) <sub>2</sub> fosfato Ca y coagulación por Alunitos.

**TABLA C2 (Continua dón)**

TIPO	FÓRMULA QUÍMICA	DIFICULTAD QUE CAUSA	TRATAMIENTO
Slíce	SiO <sub>2</sub>	Incrustaciones en calderos y sistemas de enfriamiento. Depósitos insolubles en paletas de turbinas. Fuente de depósitos en línea de agua calderos Interfiere en el agua procesal. Teñido, curtido, etc.	Remoción de proceso caliente con sales de Mg. Absorción por intercambio iónico. Desmineraliz. Destilación O.I.
Fierro	Fe <sup>++</sup> (Ferroso) Fe <sup>+++</sup> (Férrico)		Aereación, Coagulación y filtración. Ablandamiento Cal
Manganeso	Mn <sup>++</sup>	Igual al Fierro.	Intercambio catiónico. Filtración. Agentes tensioactivos. Secuestrantes.
Aceite	Expresado como aceite o materia extraíble con cloroformo	Incrustación. Lodos y espumaje en calderos impide intercambio de calor. Indeseable en la mayoría de los procesos.	Igual al Fierro. Deflectores. Coladores, coagulación y filtración. Filt. con tierra infusorios.
Oxígeno	O <sub>2</sub>	Corrosión en líneas de agua intercambio, calderos, condensado.	Deareación, sulfato sodio hidracina
Ácido sulfhídrico	SH <sub>2</sub>	Olor a huevos podridos. Corrosión.	Inhibidores de corrosión (CrO <sub>4</sub> )
Anhídrido sulfuroso	SO <sub>2</sub>	Gas irritante, corrosión.	Aereación, clorinación.
Amoníaco	NH <sub>3</sub>	Corrosión en aleación de Cu y Zn. Por form. de iones complejos solubles.	Intercambio catiónico con resinas de H. Clorinación. Deareación.
Conductividad	Expresado en micro-Mhos/cm. (Microslemens)	La conductividad es el resultado de los sólidos ionizables en agua. La alta conductividad aumenta la corrosión del agua.	Cualquier proceso que disminuya el contenido de sólidos. Ejem. Desmineralización.
Sólidos disueltos	Conductancia específica.	Altas concentraciones de sólidos disueltos. Causa espumaje en calderos.	Ablandamiento por cal.
Sólidos en suspensión	Ninguna	Atora las líneas. Causa depósitos en calderos, etc.	Diferentes procesos de ablandamiento. Desmineraliz., destilación, ósmosis inversa.
Sólidos totales	Ninguna	Suma de sólidos disueltos y en suspensión	Subsistencia, filtración precedida por coagulación.
Crecimientos orgánicos	Ninguna Clasificación biológica: Algas, hongos, limos, bacterias.	Ensuciamiento, pérdidas de calor, deterioridad de equipos.	Ver items anteriores. Además, osmosis inversa y electrodiálisis. Limpieza química, biocidas y bioestáticos (catiónicos, pentaclor, CaSO <sub>4</sub> , etc.)



**ANEXO D**  
**ASPECTOS AMBIENTALES**

## **IMPACTOS AMBIENTALES A CONSIDERAR CON RESPECTO AL PLANTA DE AGUA POTABLE**

### **Evaluación Impactos de la planta de tratamiento**

La evaluación de impactos es, una herramienta que permitirá determinar cuáles impactos negativos requieren de un manejo ambiental especial y adecuado.

### **Excavaciones**

Se realizarán excavaciones en los sitios de presa y embalse de planta de tratamiento y áreas de almacenamiento, y durante la instalación de las tuberías de conducción y de distribución en los distritos del área norte de Lima. Esta acción puede causar erosión e inestabilidades, especialmente en terrenos de pendiente media a alta. Este efecto es mitigable si se siguen las medidas adecuadas para cortes y manejo de taludes y si se realiza una adecuada empradización o revegetalización, una vez terminadas las obras.

### **Paisajismo**

Durante la construcción de las diferentes obras va a presentarse un cambio en el paisaje. Este efecto, que se inicia durante la construcción, será parcialmente mitigado una vez se terminen las obras. El paisaje de los sitios de obra, especialmente el de presa, el sector de la bocatoma en la orilla izquierda del río Chillón y el emplazamiento de la planta de tratamiento, generarán cambios permanentes. Sin embargo, existen medidas para mitigar o compensar este efecto, tales como revegetalización de taludes y construcción de barreras vivas alrededor de la planta de tratamiento

### **Caudal del río Chillón**

Gracias al proyecto, el caudal del río aumentará ligeramente su nivel promedio, y será regulado durante el año de manera que, en épocas de sequía, haya

caudal suficiente para proveer. Este efecto directo del proyecto que constituye su objetivo, es un impacto positivo cuya probabilidad de ocurrencia es segura.

### **Calidad del agua del río Chillón**

El proyecto podría afectar la calidad del agua del río Chillón, durante el periodo en que estén operando las obras de desviación de su caudal para la construcción de la presa. Puede ser mitigado con medidas tales como la realización de las obras pertinentes en la época de mínimo caudal.

La evaluación de impactos es, una herramienta que permitirá determinar cuáles impactos negativos requieren de un manejo ambiental especial y adecuado.

### **Gestión de residuos sólidos**

#### **Según la ley 27314,2000 Ley General de Residuos**

Define en el artículo 14 Residuos; En estado sólido o semisólido.

Comentario: Bajo esta definición no se distingue entre residuos re-aprovechables o no. Incluye entre residuos a cualquier material del que su generador se desee deshacer. Bajo otras legislaciones se promueve la reutilización, reciclaje o recuperación clasificándolos como residuos sólo si para el generador no es técnica y económicamente recupera valor de estos.

Se recomienda; la construcción de una planta de disposición de Lodos, provenientes de los Estanques Reguladores, sedimentadores, y decantadores. Estos deben ser evaluados, periódicamente y buscar una disposición final que no altere el ecosistema natural.(Por ejemplo, en fabricas de refractarios).

## **Aspectos Ambientales con respecto a la captación del Agua del Río Chillón en la Bocatoma y su efecto aguas abajo**

### **ASPECTO AMBIENTAL SIGNIFICATIVO**

Derivación y disminución del caudal del Río Chillón Aguas Debajo de la captación total del agua en época de estiaje.

### **OBJETIVO AMBIENTAL**

Recuperar el comportamiento Hídrico del río Chillón aguas debajo de la captación, a fin de lograr un caudal ecológico tecnológicamente factible.

### **METAS**

Mantener el volumen tecnológicamente factible a fin de obtener el flujo hidráulico del río Chillón.

### **MONITOREO**



- **BALANCE HIDRICO:** descarga de las compuertas de represamiento.
- **MEDIR HIDRAULICAMENTE EL DESAGUE TOTAL DE PLANTA**
- **CHARACTERIZACION AGUAS ABAJO.**

## **REUNIONES**

Alta dirección con comisión de regantes de la cuenca del río Chillón.

Actas de acuerdo.

## **CAUDAL ECOLÓGICO**

A largo plazo: flujo que permite el equilibrio del ecosistema.

Debe minimizarse las alteraciones a fin de mantener la dinámica ecológica.

Reestructurar un nivel de biodiversidad del río, es decir la conservación del patrimonio biológico del medio fluvial compatible con la satisfacción de las demandas sociales

## **COMO MEDIRLO?**

Metodologías que utilicen variables biológicas integrativas del funcionamiento ecológico del río en un volumen constante.

Se considera preliminarmente 10% del caudal existente, según bibliografía.