

# **CUENCA DEL RÍO TAMBO**

# CUENCA DEL RÍO TAMBO

## 1.0 GENERALIDADES

### 1.1 Ubicación

Políticamente, la cuenca del río Tambo forma parte de la provincia de Islay del departamento de Moquegua y la provincia de Puno del departamento de Puno.

Geográficamente, la cuenca limita por el Norte, con las cuencas de los ríos Quilca, Coata, por el Este, con la cuenca del río llave, por el Sur, con la cuenca del río Osmore y por el Oeste, con el Océano Pacífico.

### 1.2 Clima

La temperatura es el elemento meteorológico cuyas variaciones están más ligadas al factor altitudinal. En la cuenca del río Tambo, dicho elemento experimenta variaciones que van desde el tipo semi-cálido subtropical en la Costa, hasta el tipo polar de los nevados, quedando comprendida entre estos límites una gama de valores térmicos que caracterizan a cada uno de los pisos altitudinales.

En el Cuadro N°1 se observa que, en la cuenca del río Tambo existen veinte estaciones meteorológicas, de las cuales quince están en funcionamiento y las cinco restantes están paralizadas. La temperatura media máxima varía de 11.8 °C en la estación de Pasto Grande a una altitud de 4,550 msnm a 26.6 °C en la estación de La Joya a 1,270 msnm, la temperatura media mínima varía de -9.2 °C en la estación de Grande a 17.7°C en la estación de Mollendo y la temperatura media anual varía de 1.3 °C en la estación de Pasto Grande, a 19.8 °C en la estación de Mollendo.

La humedad relativa es registrada por siete estaciones que permiten hacer deducciones generalizadas sobre su distribución y variación anual dentro de la cuenca. La humedad relativa es mayor en la franja al litoral (84%) que en el área que se extiende arriba de los 4,550 msnm (37%).

### 1.3 Pluviometría

La precipitación pluvial en el área de la cuenca estudiada varía desde escasos milímetros en la Costa árida y desértica, hasta un promedio anual de 599.2 mm., en la altitud 3,756 msnm y que corresponde a la estación de lchuña (Ver Cuadro N° 1). Las estaciones de Mollendo, Punta Islay y Pampa Blanca muestran en sus registros que la distribución mensual de la precipitación está registrada por las características de cambio estacional de la Costa; es decir, que se presenta con mayor intensidad durante los meses de Julio a Setiembre y está constituida por las "garúas" provenientes de la condensación de las neblinas invernales. El otro régimen de precipitación se presenta sobre el nivel de los 1,200 msnm y corresponde íntegramente al tipo de lluvias veraniegas (Noviembre-Abril) de la Sierra. El sector comprendido entre los 4,500 msnm y las cumbres más altas (nevados), las cuales bordean los 6,000 msnm, se estima que presenta una precipitación que supera los 600 mm. anuales. En los primeros niveles de este último sector, se encuentra la estación meteorológica de Pasto Grande, que registra 558.2 mm. de

precipitación promedio anual. Para mayor información ver el Cuadro N° 1, donde también se muestra el porcentaje de la humedad relativa para cada estación.

#### **1.4 Hidrografía e Hidrología**

La cuenca del río Tambo tiene una extensión de 13,361 km<sup>2</sup>; de la cual, el 65% o sea 8,685 km<sup>2</sup> corresponde a la cuenca húmeda, denominada así por encontrarse por encima de los 3,000 msnm cota fijada como límite superior del área seca y a partir de la cual puede considerarse que la precipitación pluvial es un aporte efectivo al escurrimiento superficial.

El escurrimiento superficial del río Tambo se origina de las precipitaciones que ocurren en su cuenca alta, las cuales se presentan concentradas durante los meses de Diciembre a Marzo; el deshielo de los nevados ubicados dentro de la cuenca tiene muy poca incidencia en el escurrimiento ya que son bastante escasos.

En el Cuadro N° 2 se muestra los módulos mensuales del río Tambo, entendiéndose por tal denominación, al caudal promedio mensual durante el período de registros considerado. El citado cuadro presenta, además, los caudales máximos y mínimos medios mensuales, así como los máximos y mínimos medios diarios tomados de la serie de valores, para cada mes. El análisis de estos parámetros permite apreciar el grado de irregularidad del régimen del río Tambo, aún a nivel mensual; es decir, el rango de oscilación de los valores de las descargas en cada uno de los meses del año, notándose que la diferencia entre los valores extremos se acentúa en los meses de mayores descargas, para reducirse y hacerse mínima en los meses de descargas menores.

Asimismo, se incluye información sobre el volumen medio anual descargado, 1,095.88 millones de m<sup>3</sup> que equivale a 34.75 m<sup>3</sup>/seg.; la descarga máxima media anual, 101.03 m<sup>3</sup>/seg. y la mínima media anual, 13.02 m<sup>3</sup>/seg. Un dato muy importante es el obtenido en base al volumen medio anual y al área de la cuenca húmeda, relación que indica que el rendimiento medio anual del río Tambo es de 134,480 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>, esta cifra es representativa del rendimiento de la cuenca húmeda, situada sobre la cota de los 3,000 msnm

En el Cuadro N° 3 se muestra las características de la cuenca del río Tambo y en el Gráfico N° 1 se presenta el diagrama fluvial de la cuenca del río Tambo.

La cuenca del río Tambo cuenta con una longitud máxima de recorrido, desde su nacimiento hasta su desembocadura, de 289 km., presentando una pendiente promedio de 1.4%, la cual se hace más acentuada en los sectores altos del río Tambo (1.93%) y del río Coralaque (1.91%).

La forma general de la cuenca es la que caracteriza prácticamente a todos los ríos de la Costa, es decir, el de una hoya hidrográfica alargada, de fondo profundo y quebrado, presentando un relieve escarpado y en partes abrupto, cortada por quebradas profundas, de regular pendiente y estrechas gargantas.

#### **1.5 Geología**

Desde el punto de vista geológico, la cuenca del río Tambo ha debido constituir en sus orígenes una gran cuenca de sedimentación, la cual ha sido el escenario de diversos eventos geológicos que han condicionado la deposición de sedimentos de facies tanto marina como continental.

Las rocas que afloran en la región son sedimentarias, metamórficas e ígneas. Las primeras están representadas principalmente por calizas, areniscas, lutitas, conglomerados y, en menor proporción, por alternancias de sedimentos finos con materiales volcánicos; los segundos, por cuarcitas, mármoles, gneis y esquistos micáceos, y las últimas, tanto por intrusiones de composición granitoide de tipo batolítico e intrusiones menores (stocks, diques, etc.) como por efusiones volcánicas que cubren parcial o totalmente estructuras y rocas más antiguas. La edad de estas rocas comprende desde el Pre-Cámbrico reciente.

Los depósitos minerales han sido originados por alteración hidrotermal y se les considera tanto de relleno de fisura como de reemplazamiento metasomático, originados por soluciones hidrotermales. La mineralización está representada por especies minerales de cobre (chalcosita, bornita, brochantita, etc.) y de plomo-plata (plata nativa, galena, tetraedrita, etc.).

En el aspecto no metálico, debe anotarse la existencia de un variado conjunto de depósitos, destacándose entre ellos los materiales de ornamentación y los de construcción.

## **2.0 USO ACTUAL DEL AGUA**

### **2.1 Introducción**

El usuario mayor de la cuenca en lo que se refiere al recurso hídrico es el agrícola con el 98.7% de uso total considerado, cuya cobertura abarca a los usos agrícola, poblacional, industrial y pecuario. El uso minero, cuya presencia si se manifiesta en cuencas vecinas en este caso no tiene notoriedad.

### **2.2 Uso Agrícola**

El sector agrícola es el usuario mayor de la cuenca del río Tambo. En el sector costero de la cuenca, todas las áreas cultivadas se encuentran bajo el plan de cultivo y riegos habiendo predominancia de cultivos transitorios, casi el 78% de la superficie cultivada en dicha región. En el sector de la Sierra de la cuenca se cultivan bajo riego poco más de 9,800 Ha. de las cuales, los cultivos transitorios y los pastos cubren casi toda el área de ese sector.

En total se cultivan bajo riego 16,587 ha en el ámbito de estudio que utilizan 409.09 millones de m<sup>3</sup>, de los cuales 325.50 millones de m<sup>3</sup> (79.57%) son utilizados en la Costa y los 83,585 miles de m<sup>3</sup> restantes son consumidos en la Sierra por este mismo concepto.

### **2.3 Uso Poblacional**

Los centros poblados más importantes que se asientan en la cuenca se concentran en la provincia de Islay en el departamento de Arequipa y próximos al litoral, donde se encuentra ubicada el 60% de la población total que es de 67,347 hab.

La población servida en Mollendo es la más numerosa, con 16,000 habitantes de un total de 28,234, le sigue en importancia Punta de Bombón con 3,500 hab. los que hacen un consumo de más del 60% del uso poblacional del agua de la cuenca.

El volumen utilizado por este concepto asciende a 4 100,140 m<sup>3</sup> anuales correspondiéndole a la población servida un volumen de 3 678,900 m<sup>3</sup> (28,234 hab.). El consumo per-cápita estimado para las poblaciones urbana y rural son de 307 y 225 lt/hab/día, respectivamente.

## **2.4 Uso Minero**

No se conoce de la existencia de concentradoras de minerales en la cuenca, por lo tanto, no se tiene información de consumo de agua con fines mineros.

## **2.5 Uso Industrial**

En el ámbito de la cuenca se conoce de la existencia de 2 industrias de alimentos cuyo consumo de agua es de 475,000 m<sup>3</sup> por año.

## **2.6 Uso Pecuario**

La población pecuaria en la cuenca está representada por las especies siguientes, en orden decreciente: auquénidos (59,784), aves de corral (49,449), ovinos (44,086), vacunos (343,448), equinos (11,631), porcinos (8,823), caprinos (3,342) y existen 38,329 animales entre otras especies, las que hacen un total de 249,942 unidades.

En cuanto al consumo del agua, el mayor usuario es el ganado vacuno con 252,000 m<sup>3</sup> anuales, le siguen en importancia el ganado auquénido con 90,000 m<sup>3</sup> y los equinos (85,000). El consumo pecuario total alcanza a 537,000 m<sup>3</sup>.

## **2.7 Uso Total del Agua**

Como se ha detallado, el agua es utilizada para diversos fines, los usos más importantes son: agrícola, poblacional, minero, industrial y pecuario, siendo el primero de los mencionados, el principal usuario con 409 089,000 m<sup>3</sup> por año, representando el 98.7% del total consumido en la cuenca. Le sigue, en importancia, el uso poblacional con 4 100,000 m<sup>3</sup>, el uso pecuario con 537,000 y el uso industrial con 475,000 m<sup>3</sup>; el uso total alcanza a 414 201,000 m<sup>3</sup> anuales.

## **3.0 VERTIMIENTOS**

### **3.1 Introducción**

La calidad natural de las aguas se ve afectada en la mayoría de los ríos por los vertimientos procedentes de las actividades económicas y el producto de su consumo propio (uso doméstico).

Las actividades mineras contaminan las aguas por medio de los relaves procedentes de las plantas de beneficio y en menor medida por las empresas mineras instaladas con fines de extracción; las actividades agrícolas lo hacen por medio de las semillas, fertilizantes y pesticidas y las actividades domésticas, por intermedio de sus desagües.

### **3.2 Vertimientos Agrícolas**

Los vertimientos agrícolas son los provenientes de los caudales de retorno de los campos de cultivo, principalmente mediante el riego, los mismos que contienen semillas, fertilizantes, plaguicidas, sales y una serie de productos relacionados con dicha actividad. De los citados, los plaguicidas y fertilizantes manifiestan particular importancia por ser éstas fuentes potenciales de contaminación.

Se tiene conocimiento de que los agricultores no hacen uso adecuado de los pesticidas debido al escaso conocimiento que poseen para identificar los agentes causantes de las enfermedades y plagas; esta deficiencia es mayor en los pequeños agricultores. Los

insecticidas que se utilizan con mayor frecuencia son los fosforados y clorados, así como los carbamatos. Entre los fungicidas, los productos utilizados son a base de cobre, zinc, azufre y manganeso. También se hace uso de herbicidas específicos, como en el caso de la caña de azúcar y cereales.

### **3.3 Vertimientos Urbanos**

Los vertimientos domésticos están referidos a los desagües producto del servicio a poblaciones como es el caso de Omate, Carumas, Puquina y Coalaque, entre otros, ubicados en la cuenca alta y pertenecientes al departamento de Moquegua. En la cuenca baja las descargas domésticas son vertidas al mar (Punta de Bombón, La Curva, etc.)

### **3.4 Vertimientos Mineros**

Los principales vertimientos mineros son los provenientes de las plantas de beneficio de minerales y en menor medida las que provienen de las minas. No se conoce de la existencia de plantas concentradoras de minerales, aunque sí de la existencia de minas como la de San Antonio de Esquilache, asiento Conchapata, cercanas al curso del río San Antonio en el distrito de San Antonio de Esquilache, ubicadas en la margen derecha del río Tambo y próximas a la naciente del río citado (4,600 msnm). También existe una serie de minas asentadas en el distrito La Capilla tales como: mina Atahualpa N° 3, mina América y mina Cuprita (2,600 msnm). Estos centros se ubican cercanos a la Qda. Chapi, la misma que llega al río Tambo cerca de la localidad de Quellgua (400 msnm aprox.).

### **3.5 Vertimientos Industriales**

En general, los establecimientos industriales se ubican cercanos a las ciudades del litoral y sus vertimientos se confunden con las descargas domésticas. Existen, aproximadamente, 230 industrias registradas por el Consejo Provincial de Ilay. La planta de Gloria S.A. ubicada en Puquina anualmente vierte un volumen de 6,400 m<sup>3</sup>.

### **3.6 Total de Vertimientos**

De los diferentes usuarios, los sectores agrícolas y poblacional resultan ser los más importantes en lo que a volúmenes vertidos al río se refiere; en menor medida, lo son el sector minero y el industrial. La pesquería es exigua como explotación en piscigranjas, por lo que no ha sido considerada. Los compuestos de cuidado empleados por la agricultura son los plaguicidas y fertilizantes, las poblaciones contaminan por medio de sus desechos domésticos.

## **4.0 DIAGNOSTICO DE LA CALIDAD DEL AGUA**

### **4.1 Generalidades**

Para la realización del estudio de la cuenca del río Tambo se seleccionaron 3 puntos de muestreo, el primero de los cuales se ubicó cerca de Quinistaquillas en el lugar denominado "El Chorro" y que permite controlar la cuenca alta, incluyendo los diferentes aportes que recibe el río Tambo, aguas arriba de dicha estación. El siguiente punto corresponde a un control a nivel de cabecera de valle y que permite diagnosticar la calidad del agua que se recibe en ese punto y que es destinada a los cultivos y poblaciones del valle. Por último, se estableció un control a nivel de la desembocadura para controlar las aguas que van a dar al mar, y en el que se pueda detectar la presencia de contaminantes procedentes de las actividades agrícolas de riego desarrolladas en el valle.

El Cuadro N° 4 muestra la ubicación de cada una de los puntos de muestreo empleados para diagnosticar la calidad del agua del río Tambo.

La frecuencia de muestreo fue de aproximadamente, cada 2 meses para los tres puntos de muestreo, en las fechas que a continuación se presentan:

14 de Mayo de 1983	Epoca de Transición
15- 17 de Junio de 1983	Epoca de Transición
17- 23 de Setiembre de 1983	Epoca de Estiaje
15- 17 de Noviembre de 1983	Epoca de Transición

Como se puede apreciar, tres muestreos fueron tomados en épocas de transición y el tercero en época de estiaje, que es cuando los contaminantes deben manifestar mayores concentraciones.

Han sido evaluados 41 parámetros, de los cuales, 7 son físicos, 33 son químicos y 6 corresponden a indicadores de la calidad del agua. Dentro de los parámetros químicos se consideran a los aniones, cationes, metales y nutrientes. Los indicadores de la calidad del agua se refieren a la capacidad potencial de los cuerpos de agua para ser usada por los diferentes usos.

## 4.2 Presentación de los Resultados

Los Cuadros N° 5, N° 6 y N° 7 muestran ordenadamente los resultados de los análisis efectuados en el campo "in situ" así como las determinaciones realizadas por los Laboratorios de la Dirección General de Aguas y Sedapal. Acompañando a los Cuadros mencionados se presentan los Gráficos N° 2 al N° 5, los mismos, que permiten una apreciación de los cambios ocurridos durante el período muestreado, de los principales parámetros que inciden en la calidad del agua. Asimismo, el Cuadro N° 8 describe la calidad del agua para los diferentes usos a través de indicadores calculados para tal efecto.

## 4.3 Análisis y Evaluación de los Resultados

### 4.3.1 Evaluación de los Principales Parámetros

#### Aspectos Generales

Las aguas del río Tambo se originan de las precipitaciones que ocurren en su cuenca alta, las cuales se presentan concentradas principalmente durante los meses de Diciembre a Marzo; el deshielo de los nevados ubicados dentro de la cuenca tienen muy poca incidencia en el escurrimiento ya que son bastante escasos.

El caudal medio anual corresponde a 34.75 m<sup>3</sup>/seg con máximos y mínimos anuales registrados de 101 y 13 m<sup>3</sup>/seg, respectivamente. El período de avenidas comprende aproximadamente de Enero a Marzo y el de estiaje abarca de Setiembre a Noviembre con períodos transicionales intermedios.

En lo referente a las propiedades organolépticas se tiene que por lo general las aguas del río Tambo escurren sin residuos sólidos presentando un aspecto limpio con un ligero olor a tierra y sabor dulce.

#### Oxígeno Disuelto

El contenido de oxígeno en el agua depende de los procesos físicos, químicos y biológicos. El contenido de oxígeno disuelto es un importante indicador de la

polución de un cuerpo de agua, indicando su estado biológico, la descomposición de la materia orgánica y la intensidad de autopurificación. La norma peruana establece un mínimo de oxígeno disuelto de 3 ppm. para las cuatro primeras clases.

Los valores registrados en los análisis están dentro de un rango óptimo, a excepción de las muestras tomadas en Junio que afectan a la clase V, que se refiere al desarrollo de mariscos bivalvos, los valores registrados en dicho mes van de 3.8 a 4.7 ppm., siendo el mínimo estipulado para esa clase de 5 ppm.

La Demanda Bioquímica de Oxígeno, calculada en base al caudal y la población equivalente, es un buen indicador del grado de contaminación de las aguas. Las concentraciones deducidas son muy bajas en relación a las exigencias de la norma vigente que establece un máximo de 5 ppm., no superando las cifras calculadas a 1.62 ppm.

### Mineralización

La presencia de sales disueltas en el agua es detectada mediante la conductividad eléctrica, contenido de sodio, alcalinidad, cloruros y otros. De los resultados de los análisis se desprende que no hay una variación significativa a lo largo del río a través del tiempo.

El análisis de las muestras indica una tendencia hacia una salinidad alta; ello indicaría que estas aguas sólo serían utilizables para plantas muy tolerables. Respecto de la concentración sódica, las aguas se ubican dentro de un rango de alta sodicidad en la que se puede manifestar un peligro en suelos sin yeso, requerirían los suelos, buen drenaje adición de materia orgánica y eventuales enmiendas químicas, tales como yeso y azufre, que no son efectivos si las aguas son de salinidad alta (C4). Sin embargo, se estima que la salinidad se reduce notablemente durante el período de avenidas (que no ha sido muestreado) lo que explicaría la permanencia de la productividad de los suelos y la diversidad de cultivos, ya que el riego durante dicho período produciría un lavado de las sales.

Son coincidentes los resultados obtenidos por la ONERN en 1974 (1) que indican que la sal imperante en la totalidad de las muestras es el cloruro de sodio.

- (1) Inventario, Evaluación y Uso Racional de los Recursos Naturales de la Costa. Cuencas de los ríos Quilca y Tambo, ONERN, 1974.

La dureza total se refiere a la concentración de calcio y magnesio. Los límites permisibles para abastecimiento público según criterios aceptados asciende a 500 ppm. y para especies acuáticas de aguas tropicales y de aguas frías es de 200 y 100 ppm. respectivamente. Las concentraciones detectadas muestran una tendencia a ser mayores en la cuenca baja, con los valores que oscilan desde 236 ppm. (Mayo) hasta 652 ppm. (Noviembre) en el puente de la Carretera Panamericana, superando los 500 ppm. para los 3 puntos de muestreo en los meses de Setiembre y Noviembre, estableciendo limitaciones a los usos doméstico y piscícola.

La alcalinidad es la capacidad del agua para neutralizar ácidos. Los iones carbonatos están presentes en el agua cuando el valor del pH supera a 8.3 y siendo todos los valores de pH menores de dicha cifra se asume que la alcalinidad está constituida por los bicarbonatos e hidróxidos. La alcalinidad reviste particular importancia en los procesos industriales (lavandería, papel, bebidas, conservación



y congelación de alimentos y otros) y cría de peces, los mismos que serían afectados negativamente por las concentraciones presentes.

En cuanto al contenido de Sólidos Totales Disueltos los valores registrados superan en 2 veces al límite máximo permitido para el abastecimiento público, ya que este no debe ser mayor de 1,000 ppm., ubicándose las concentraciones registradas dentro del rango 1,768-2,843 ppm.

### pH y Temperatura

Al pH se le define como el logaritmo del recíproco de la actividad de los iones hidrógeno, el valor del pH de una muestra de agua expresa su tendencia a donar o aceptar iones hidrógenos. Un valor de pH aceptable para aguas destinadas a la bebida se encuentra dentro de un pH de rango 6.5 - 8.5. Las temperaturas observadas en las aguas, en el sector bajo de la cuenca, van de 20 a 28 °C, correspondiendo los valores más altos al primer muestreo (Mayo de 1983), mientras que en la cuenca media (El Chorro), las temperaturas son de alrededor de 20 °C con valores más bajos en Junio y Setiembre. Las variaciones de la temperatura no son muy exageradas con respecto a la media. En general las temperaturas son menores en la cuenca alta.

### Nutrientes

Los nutrientes en las aguas son sustancias indispensables para el desarrollo de la flora y fauna acuática, se consideran nutrientes a los compuestos nitrogenados y fosfatados. La presencia de nitrógeno amoniacal en las aguas superficiales crudas es raro e indicador de la polución por uso doméstico.

El amonio presente en las aguas del río Tambo excede de las condiciones óptimas tanto para peces de aguas tropicales como para peces de aguas frías, en algunos casos, se supera en más de 100 veces el LMP para truchas y en 2 ó 3 veces el de especies tropicales.

Los fosfatos también son ampliamente utilizados en la agricultura a partir de la cual llegan al río en los desagües agrícolas. La Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (EPA) señala como LMP para aguas de riego la concentración de 0.1 ppm. y, para fines piscícolas, se recomienda como condiciones óptimas los rangos 0.01 - 0.02 y 0.2 - 0.5 ppm. para las especies de aguas frías y tropicales, respectivamente. Las concentraciones observadas se acercan a la unidad, siendo ligeramente mayores en la cuenca alta, los valores observados están muy por encima de los límites establecidos.

### Sustancias Tóxicas

Se refiere a aquellos elementos que son dañinos en mínimas proporciones o son necesarios en poca concentración y luego de cierto nivel resultan ser perjudiciales:

#### Boro

La presencia de boro en las aguas de riego es deseable a concentraciones menores de 3.0 ppm. y es inconveniente a concentraciones mayores, pudiendo llegar a ser descartadas para ese fin a concentraciones mayores de 3.7 ppm.

El boro manifiesta una incidencia importante en la calidad del agua del río Tambo, debido a la elevada concentración de este elemento en algunos tributarios, los

mismos que superan ampliamente los límites máximos establecidos. Se tiene el caso del río Titire (afluente del Coralaque) y río Vagabundo en los que los ingresos de boro se producen en forma de vertientes o afloramientos en donde emergen aguas generalmente termales y a presión.

En el segundo y cuarto muestreo en donde se ha detectado los valores más altos de concentración de boro con un rango que va de 6.9 a 10.40 ppm. para los puntos considerados, no debiendo sobrepasar para los cultivos más tolerables los 4.00 ppm. En el tercer muestreo las concentraciones bordean los 2.00 ppm. esto indica que se trata de aguas no apropiadas para los cultivos sensibles y semitolerables. Sin embargo, el contenido de boro se reduce notablemente durante el período de avenidas lo que explica la permanencia de la productividad de los suelos y la diversidad de cultivos ya que el riego durante dicho período produce el lavado del boro.

#### Cadmio y Arsénico

Tanto el cadmio como el arsénico son encontrados en el agua por razones de origen natural y como resultado de actividades minero o agrícolas (plaguicidas). Las concentraciones observadas de ambos elementos perjudican a la mayoría de clases estipuladas por las normas vigentes.

#### Plomo

El plomo en el agua es generalmente señal de la presencia de desechos industriales, mineros, de fundición o también de la descomposición y tuberías de plomo y es muy perjudicial para la salud humana, animal y vegetal. Las concentraciones observadas en el río Tambo indican que su efecto negativo se manifiesta en época de estiaje, principalmente.

#### Cromo y Níquel

El cromo y Níquel se encuentran en las aguas contaminadas como producto de desechos mineros e industriales. El cromo puede provenir de las industrias químicas, cromado, cerámica, curtiembre, etc. y el Níquel como resultado de la corrosión de los aceros inoxidable y aleaciones. En la cuenca del río Tambo existen sólo dos industrias dedicadas a la producción de alimentos, por lo que no se les puede atribuir como fuente de contaminación de las aguas por estos dos elementos, los mismos que muestran concentraciones superiores al LMP en el primer muestreo, suponiéndose que ello se deba a razones naturales.

#### Cobre y Zinc

Ambos elementos son benéficos para los diversos organismos en pequeñas cantidades. Pueden provenir tanto de la degradación de las rocas mineralizadas como de desechos industriales. Las concentraciones presentes sólo se encuentran afectando a la clase V, la misma que está definida como "Aguas de zonas de pesca de mariscos bivalvos".

#### Plaguicidas

Respecto de estos productos, la norma peruana establece que se aplicará como límite, los criterios de calidad de aguas establecidos por la Agencia de Protección Ambiental (EPA EE.UU.), que fija como LMP en 0.01 ug/lit para el heptacloro y 0.02 ug/lit para el lindano. El heptacloro se encuentra en una concentración

menor de 20 ug/lit, valor que supera ampliamente el límite establecido, mientras que el lindano no ha sido detectado. Estos plaguicidas son organoclorados y se les utiliza para el control de cucarachas, hormigas, etc. Los efectos en el hombre pueden ser por contacto con la piel o por inhalación y producen dolor de cabeza, pérdida de apetito, náuseas, vómitos, etc.

#### **4.3.2 Usos Potenciales del Agua y sus Limitaciones**

Con el fin de conocer la capacidad que tienen las aguas de ser empleadas con fines poblacional, agrícola, piscícola e industrial, fue necesario determinar indicadores de calidad a fin de observar la bondad del recurso para ser utilizado por un determinado rubro y las limitaciones que posee para cualquiera de los tipos de uso. Así es como ha sido aplicado el Índice de la Calidad del Agua (todos los usos) adoptado a la reglamentación de la Ley General de Aguas, nomograma para la clasificación de las aguas con fines de riego, Índice de Ponderación Limnológica, Índice de Langelier y el Índice de Ryznar, estos últimos aplicados a conducciones metálicas y para procesos industriales.

##### **Limitaciones Para Uso Doméstico**

Para el uso de las aguas con fines domésticos y demás tipos de uso se ha aplicado el Índice de la Calidad del Agua (ICA) el mismo que resulta de la integración de los principales parámetros que influyen en el Cuadro N° 8 se muestran los índices calculados para todos los muestreos realizados.

Las cifras obtenidas permiten ubicar a estas aguas dentro de la clase II, mostrándose mejores las aguas en la cuenca alta. Dicha clase está referida a las "aguas de abastecimiento doméstico con tratamiento equivalente a procesos combinados de mezcla y coagulación, sedimentación, filtración y cloración, aprobados por el Ministerio de Salud". Según el ICA, las aguas del río Tambo deberían ser consideradas como de buena calidad pero la presencia de sustancias tóxicas degradan dicha clasificación. Los elementos encontrados nocivos son el cadmio, arsénico y plomo, seguidos en importancia de afectación por el cromo y el Níquel, los cuales están presentes en concentraciones nocivas en la mayoría de los casos.

##### **Limitaciones con Fines Agrícolas**

Con el fin de evaluar las aguas con fines agrícolas se envió al Laboratorio de Aguas y Suelos de la Dirección General de Aguas muestras par su análisis, cuyos resultados se muestran en el Cuadro N° 6, observándose que estas presentan una alta salinidad que las definen como "sólo para plantas tolerantes y suelos permeables y donde pueden ser necesarios lavados especiales para remover las sales", también manifiestan una tendencia muy sódica con "peligro en suelos sin yeso, requieren estos suelos buen drenaje, adición de materia orgánica y eventuales enmiendas químicas, tales como yeso o azufre, que no son efectivos si las aguas son de salinidad alta".

El boro reviste especial atención. Se presenta a concentraciones sumamente elevadas en algunos casos, como ejemplo se puede citar al río Coralaque (Titire) que lleva 3 ppm. de boro (calificada como categoría dudosa) y el del río Vagabundo, cuyo contenido de boro, excede todo límite admisible. Los ingresos de dicho elemento al río Tambo se producen en forma de vertientes o afloramientos de donde emergen aguas, generalmente termales y a presión. Ambas, representan como el 29% del aporte total de boro al cauce principal.

El segundo y cuarto muestreo dan valores que sobrepasan los límites tolerantes hasta de los cultivos más resistentes. Las concentraciones halladas correspondientes al tercer muestreo ubican a estas aguas cercanas al límite máximo permisible para los cultivos semitolerantes y el primer muestreo, próximo a lo exigido por los cultivos más sensibles.

Cabe señalar que algunos muestreos realizados durante la época de avenidas muestra que la salinidad, sodicidad y contenido de boro disminuyen sensiblemente; el riego durante dicha época permitiría realizar cierto lavado de los suelos, lo que explicaría porque el valle no ha perdido su productividad.

Además, existen elementos como el cadmio (en estiaje), el arsénico en Quellgua (2 primeros muestreos) y el Níquel (primer muestreo) que se encuentran en concentraciones elevadas.

### **Limitaciones Para Uso Piscícola**

Para la clasificación del agua con fines de producción de peces se ha empleado el Índice de Ponderación Limnológica que considera los parámetros más significativos que inciden en la calidad del agua para fines piscícolas, tales como: temperatura, oxígeno disuelto, alcalinidad, pH y dureza. De acuerdo con este criterio las aguas del río Tambo son de buena calidad en el 65% de los casos y de regular calidad en el porcentaje restante. De buena calidad se presentan los análisis correspondientes al 1er. y 4to. muestreo. Asimismo, existen algunos otros parámetros que están presentes en concentraciones que no se ubican dentro de los valores considerados como óptimos, por ejemplo, el Dióxido de Carbono cuya concentración se manifiesta algo elevada respecto de las exigencias que fija la norma vigente el pH se encuentra dentro del óptimo considerado.

Los elementos tóxicos que superan los máximos permisibles son cadmio, zinc y, en menor medida, arsénico y fierro; sin embargo, es conveniente señalar que éstos elementos no están muy alejados de los límites establecidos por la Ley.

### **Limitaciones Para Uso Industrial**

El Índice de Langelier permite evaluar la calidad de las aguas que circulan a través de líneas de conducción. Las aguas del río Tambo muestran una ligera tendencia hacia la incrustación.

Asimismo, el Índice de Ryznar permite clasificar las aguas para procesos industriales. Los valores obtenidos se ubican dentro de un rango aceptable para ser utilizada por los diferentes procesos industriales. Sin embargo, parámetros como el color, turbidez, dureza, alcalinidad y Sólidos Totales Disueltos (STD) se encuentran algo elevados respecto de las tolerancias recomendadas para los diversos procesos industriales, sobre todo en lo que se refiere a dureza y STD, cuyos valores límite están muy por debajo de los encontrados y en algunos casos lo superan en 10 ó 20 veces. Asimismo, las aguas del río Tambo se presentan inadecuadas para su uso por la industria de alimentos sin tratamiento previo.

### **4.3.3 Evaluación General de los Resultados**

Las aguas del río Tambo se ubican dentro de la clase II la que corresponde a aguas de abastecimiento doméstico con ciertos tratamientos previos a su uso, respecto del contenido de sales y sodio, dichas aguas presentan alta salinidad y sodicidad no aplicables para el riego directamente, sin embargo, son usadas con regulares

resultados, debido a que estas disminuyen notablemente en los períodos de avenida. El contenido de boro resulta ser alarmante por el aporte de algunos tributarios (río Titire y río Vagabundo, p. ejem.). La mayoría de los muestreos efectuados indican una buena calidad para el uso piscícola; asimismo, estas aguas no denotan limitaciones insalvables para su utilización en los procesos industriales.

Es conveniente mencionar la presencia de ciertas sustancias tóxicas en algunas oportunidades que afectan a los diferentes tipos de uso haciendo degradar la calificación arriba mencionada entre las cuales cabe mencionar: cadmio, arsénico, plomo, cromo, zinc, fierro y Níquel.

#### **4.4 Posibilidades de Mejoramiento y Preservación de las Aguas**

Una medida efectiva para minimizar la contaminación sería atacar el problema en las mismas fuentes controlando los vertimientos producto de actividades económicas o de servicios domésticos y otros, haciendo a su vez cumplir la reglamentación existente.

Para solucionar el problema que origina la elevada concentración de boro que por razones naturales se presenta en las aguas el río Tambo durante la época de estiaje, se ha planteado la captación y conducción fuera de la cuenca de las vertientes que constituyen las principales proveedoras de dicho elemento.

**CUADRO N° 1**

**RESUMEN DE DATOS METEOROLÓGICOS DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS  
UBICADAS EN LA CUENCA DEL RÍO TAMBO**

ALTITUD	ALTITUD (msnm)	PRECIPITA- CIÓN MEDIA ANUAL (mm)	TEMP.MEDIA (°C)			HUMEDAD RE LATIVA ME- DIA ANUAL%
			MÁXIMA	MÍNIMA	MEDIA	
EN FUNCIONAMIENTO						
Mollendo	13	10.8	21.8	17.7	19.8	75
Punta Islay	45	21.1	20.3	16.1	18.2	84
Hda. Pampa Blanca	114	15.6	23.9	14.9	19.5	79
Haciendita	250	0.0	23.4	14.1	18.8	74
La Joya	1270	4.5	26.6	9.8	18.3	56
Quinistaquillas	1850	63.4	-	-	-	-
Omate	2186	65.3	24.0	8.9	16.4	-
Coalaque	2283	35.6	-	-	-	-
Carumas	2985	247.2	18.2	7.0	12.7	-
Puquina	3100	119.9	-	-	-	-
Pachas	3328	245.5	-	-	-	-
Ubinas	3370	206.9	-	-	-	-
Colacoa	3450	322.0	-	-	-	-
Ichufía	3756	599.2	-	-	-	-
Pasto Grande	4550	558.2	-	-	-	-

P A R A L I Z A D A S

Pampa de Clemesi	1500	0.0	-	-	-	-
La Capilla	1800	25.0	24.9	10.4	17.3	-
Lloque	3256	-	-	-	-	-
Coralaque	3600	444.5	-	-	-	-
Hda. Toroya	4261	-	-	-	-	-

FUENTE : "Inventario, Evaluación y Uso Racional de los Recursos  
Naturales de la Costa", Cuenca de los ríos Quilca y  
Tambo, ONERN , 1974.

## CUADRO N° 2

### CARACTERÍSTICAS MENSUALES Y ANUALES DE LAS DESCARGAS DEL RÍO TAMBO

ESTACION DE AFORO: CHUCARAPI  
 UBICACION: Longitud: 71° 42'  
 Latitud : 17° 03'  
 Altura : 135 msnm.

Area de la cuenca hasta la estación de Aforo  
 Area Total : 12,392 km<sup>2</sup>  
 Area Húmeda : 8,149 km<sup>2</sup>

Período: de Registro Considerado : OCTUBRE 1933- SETIEMBRE 1971 (34 años)

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	M E S E S											
		O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S
Mínimo Medio Diario	m3/seg	2.95	1.70	1.50	3.60	6.00	6.00	4.60	5.60	6.40	5.60	4.30	3.90
Mínimo Medio Mensual	m3/seg	3.93	2.31	2.37	4.14	12.07	8.80	6.42	6.91	6.78	6.24	5.02	4.43
Módulo Mensual	m3/seg	10.16	10.08	17.56	54.36	107.63	99.24	35.37	23.86	19.39	17.49	15.05	11.56
Máximo Medio Mensual	m3/seg	33.92	37.94	52.86	167.94	291.79	664.68	83.64	65.52	49.12	40.65	36.64	27.58
Máximo Medio Diario	m3/seg	39.00	80.00	200.00	500.00	1000.00	1500.00	156.70	78.00	70.00	42.53	40.10	32.10

Módulo Anual : 34.75 m3/seg.  
 Máximo Medio Anual: 101.03 m3/seg.  
 Mínimo Medio Anual: 13.02 m3/seg.  
 Máximo Maximorum : 1500.00 m3/seg.  
 Mínimo Minimorum : 1.50 m3/seg.

Volumen Medio Anual : 1,095 876,000 m<sup>3</sup>  
 Volumen Máximo Anual : 3,186 082,080 m<sup>3</sup>

Rendimiento Medio Anual  
 - Cuenca Total : 88,434 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>  
 - Cuenca Húmeda : 134,480 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>

CUADRO N° 3

CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA DEL RÍO TAMBO

NOMBRE	CÓDIGO	PROGRESIVA	ALTITUD (msnm)	AREA (km2)	MÓDULO (m3/seg)	LUGAR
Tambo	P-49	0	0	13361.2	39.70	d.Océano Pacífico
		289	4785	0	0	naciente
Q. Linga	P-4902	34	240	851.6	0	d.R. Tambo
		94	3090	0	0	naciente
Q. Huayrondo	P-4904	36	250	1199.6	0.01	d.R. Tambo
		108	2980	0	0	naciente
Q. Esquino	P-4906	86	970	528.0	0.40	d.R. Tambo
		145	4680	0	0	naciente
Omate	P-4908	120	1300	498.8	0.64	d.R. Tambo
		150	4800	0	0	naciente
Q. Pachas	P-4901	132	1620	358.8	0.10	d.R. Tambo
		171	4240	0	0	naciente
Carumas	P-4903	142	1690	646.8	2.13	d.R. Tambo
		187	4630	0	0	naciente
Quemillone	P-4911	240	3900	490.4	2.33	d.R. Tambo
		267	4430	0	0	naciente
De Para	P-4910	182	2670	267.6	0.53	d.R. Tambo
		206	4760	0	0	naciente
Coralaque	P-4905	189	2800	2814.8	13.78	d.R. Tambo
		293	4885	0	0	naciente
Chajata	P-4907	194	3100	282.4	1.18	d.R. Tambo
o Curo		229	4760	0	0	naciente
Ciguaya	P-4912	209	3500	260.4	1.25	d.R. Tambo
		239	4790	0	0	naciente
Ichuña	P-4909	222	3580	1321.6	7.88	d.R. Tambo
		281	4680	0	0	naciente

FUENTE : "Inventario y Evaluación de Aguas Superficiales", ONERN, 1980

d = desembocadura

R = río

Q = quebrada

P = Vertiente del Pacífico

Módulo = caudal medio anual, medido desde su desembocadura



**CUADRO N° 4**

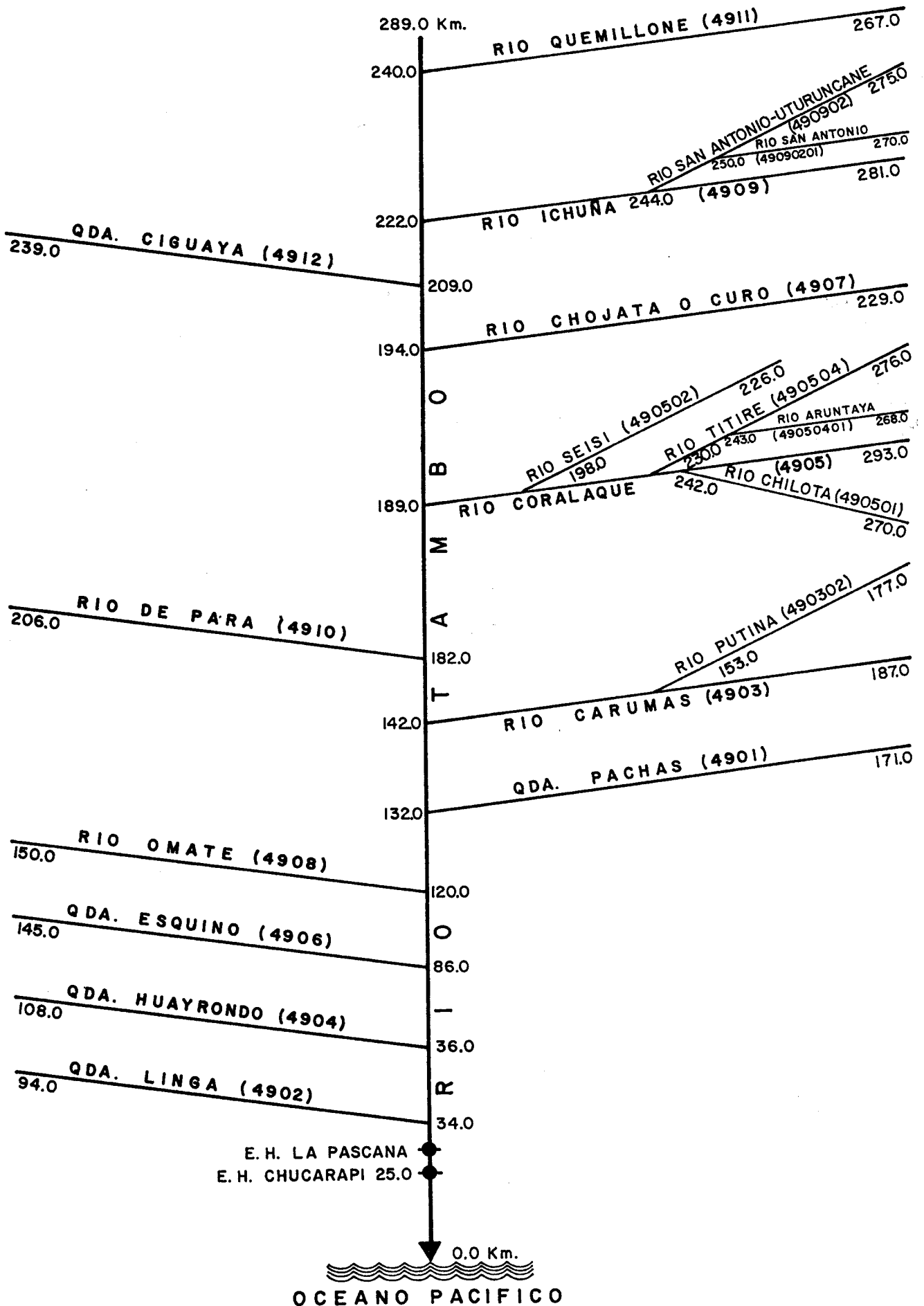
**PUNTOS DE MUESTREO DE LA CUENCA DEL RÍO TAMBO**

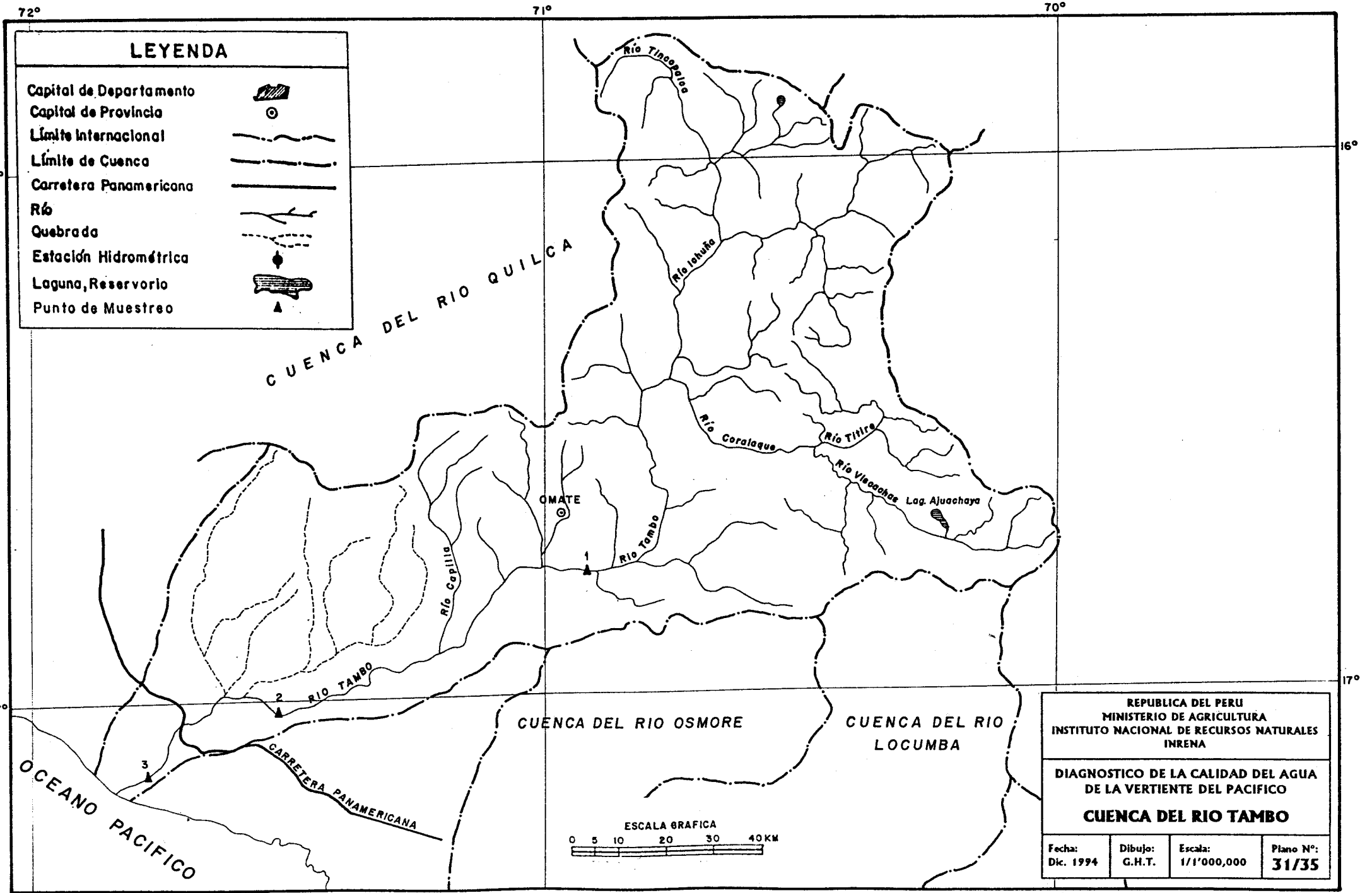
Estación	Ubicación Geográfica			Lugar
	Latitud	Longitud	Altitud msnm	
1	16 46	70 55	1420	El Chorro
2	17 01	71 32	280	Quelgua
3	17 09	71 40	25	Pte. Freire

**CUADRO N° 5**  
**POBLACIÓN Y USO POBLACIONAL DEL AGUA**

DESCRIPCIÓN	POBLACIÓN (Has)			USOS DEL AGUA (Miles de m3)		
	URBANA	RURAL	TOTAL	URBANA	RURAL	TOTAL
Servida	37,444	-	37,444	3,129.56	-	3,129.56
No Servida	27,702	4,920	32,622	404.45	35.92	440.37
TOTAL	65,146	4,920	70,066	3,534.01	35.92	3,569.93

# DIAGRAMA FLUVIAL DE LA CUENCA DEL RIO TAMBO (P-49)





**LEYENDA**

- Capital de Departamento 
- Capital de Provincia 
- Límite Internacional 
- Límite de Cuenca 
- Carretera Panamericana 
- Río 
- Quebrada 
- Estación Hidrométrica 
- Laguna, Reservoirio 
- Punto de Muestreo 

REPUBLICA DEL PERU  
 MINISTERIO DE AGRICULTURA  
 INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES  
 INRENA

**DIAGNOSTICO DE LA CALIDAD DEL AGUA  
 DE LA VERTIENTE DEL PACIFICO**

**CUENCA DEL RIO TAMBO**

Fecha: Dic. 1994	Dibujo: G.H.T.	Escala: 1/1'000,000	Plano N°: 31/35
---------------------	-------------------	------------------------	--------------------

