



6255  
INRENA  
Biblioteca

**REPUBLICA DEL PERU  
MINISTERIO DE AGRICULTURA**



**INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES  
INRENA**

**DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS Y PROYECTOS  
DE RECURSOS NATURALES**

**EVALUACION DE CAMPO DEL DISTRITO DE SANTIAGO DE TUNA  
CON FINES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA**



E  
P10  
L6S

*Lima, Junio de 1999*

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES  
NATURALES - IIGUNA  
BIBLIOTECA

Procedencia: \_\_\_\_\_  
Ingreso: **006255**  
Fecha: \_\_\_\_\_  
No: \_\_\_\_\_

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



E  
P10  
265



6255  
INRENA  
Biblioteca

MFN 3414

**MINISTERIO DE AGRICULTURA**

**INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES**

- INRENA-

**PERSONAL DIRECTIVO**

*Dra. Josefina Takahashi Sato* : *Jefa del INRENA*

*Ing. David Gaspar Velásquez* : *Director General de Estudios y  
Proyectos de Recursos Naturales*

*Ing. Justo Salcedo Baquerizo* : *Director de Gestión de Proyectos.*

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



**PERSONAL PARTICIPANTE**

*Ing. Germán Montoya Mendoza* : *Profesional Especialista*

*Ing. Enrique Medina Martínez* : *Profesional Especialista*

*Tec. Gladys Wong Vásquez* : *Edición e Impresión*

## INDICE

	<i><u>Pág</u></i>
<i>I ANTECEDENTES</i>	<i>1</i>
<i>II OBJETIVO</i>	<i>1</i>
<i>III UBICACION</i>	<i>1</i>
<i>IV ACCESIBILIDAD</i>	<i>1</i>
<i>V SITUACION ACTUAL</i>	<i>1</i>
<i>VI ACTIVIDADES REALIZADAS</i>	<i>2</i>
<i>VII RESULTADOS</i>	<i>2</i>
<i>VIII CONCLUSIONES</i>	<i>4</i>
<i>IX RECOMENDACIONES</i>	<i>4</i>

### *ANEXOS*

<i>Anexo I</i>	<i>Relación de Figuras</i>
<i>Anexo II</i>	<i>Vistas Fotográficas</i>



AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

# **EVALUACION DE LA ZONA SANTIAGO DE TUNA CON FINES DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS SUBTERRANEAS**

---

## **I. ANTECEDENTES**

La Municipalidad Distrital de Santiago de Tuna mediante un oficio N° 09-99-MDSTH remitido a la Dirección General de Estudios y Proyectos del INRENA, solicitando se haga una evaluación en la zona para realizar un estudio Geofísico con fines Hidrogeológico para el abastecimiento de agua. Por tal motivo se hicieron las coordinaciones del caso y se programó dicha evaluación del 10 al 12 de junio de 1999.

## **II. OBJETIVO**

El objetivo principal fue realizar la evaluación de la zona que permita obtener información técnica de la topografía, geología y recarga de los canales y quebradas existentes, así como la explotación de las aguas subterráneas.

## **III. UBICACION**

Santiago de Tuna políticamente se encuentra ubicado en:

Departamento : Lima  
Provincia : Huarochirí  
Distrito : Santiago de Tuna  
Ver fig. N° 01 del anexo I



## **IV. ACCESIBILIDAD**

A Santiago de Tuna se llega por la carretera central asfaltada en dirección Lima a San Mateo a la altura del Km 53, se encuentra el distrito de Cocachacra por donde existe un desvío a Santiago de Tuna a través de una carretera carrozable con una longitud de 23 Km, aproximadamente.

## **V. SITUACION ACTUAL**

Actualmente el distrito de Santiago de Tuna se abastece de agua para uso doméstico y agropecuario a través de pequeñas filtraciones provenientes de la parte alta, el cual lo represan en pequeños reservorios de una capacidad aproximada de 250 m<sup>3</sup>, debido a su mala construcción se pierde gran parte del agua por infiltración, su actividad principal es la agricultura y en menor escala la ganadería, los principales cultivos rotativos que se siembran en este distrito son maíz, trigo, cebada, alverja, haba y papa; cultivos permanentes melocotón, tuna y ciruelo.

El abastecimiento del agua potable se efectúa a través de un reservorio en la parte Sur – Este en el que se capta agua de una filtración y por medio de una tubería es transportada por gravedad a unos pilones que se encuentran

alrededor de la plaza de armas, su dotación es por horas, en la mañana y en la tarde para abastecer a una población de 600 habitantes aproximadamente.

## VI. ACTIVIDADES REALIZADAS

De la evaluación realizada de los sectores donde aflora agua por filtraciones llamados "puquiales" se ha podido apreciar que existe una formación bastante permeable propicia para este tipo de afloramientos de agua y también a la forma del relieve topográfico bastante accidentado, existen caminos de herradura, a diferentes niveles de altitud su formación geológica estaría conformada por rocas fracturadas y sedimentos conglomerádicos de buena permeabilidad, los diversos puquiales se ubican en un mismo nivel de regular caudal y que a continuación se enumera:

De Norte a Sur

- Puquio Shicayaco 2 745 msnm
- Puquio Chilcocoto 2 845 msnm
- Puquio Chilcuayque I 2 810 msnm
- Puquio Chilcuayque II 2 805 msnm
- Puquio Calpachanca 2 850 msnm
- Puquio Quiñuayque 2 735 msnm
- Puquio Mascuñe 2 570 msnm
- Puquio Malparaje 2 515 msnm
- Puquio Yaccan 2 535 msnm
- Puquio Lantahuache 2 560 msnm

De Este a Oeste

- Puquio Calpachayca 2 795 msnm
- Puquio Pachacocha 2 620 msnm
- Puquio Wara Wara Baja 2 605 msnm
- Puquio Tarita 2 620 msnm
- Puquio Sacuike 2 720 msnm

## VII. RESULTADOS

### a. Muestreo y Análisis del Agua

Esta orientada para definir las características físico-químicas del agua y a determinar la calidad de las mismas.

Se ha tomado tres muestras representativas de agua de los puquiales Quiñuayqui (491), Mascuñi Tama (492) y Chilcuayqui (493). Los resultados de los análisis efectuados de las muestras recolectadas, son los siguientes Ver fig. N° 2 y 3.

- Conductividad Eléctrica (CE, en mmhos/cm a 25°C)
- Dureza (en ppm CaCO<sub>3</sub>)
- PH
- Contenido de iones y cationes (me/l)
- Relación de Adsorción de Sodio (RAS)
- Aptitud para el riego

- Potabilidad
- Identificación de familias químicas

#### - **Conductividad Eléctrica (C.E)**

La conductividad eléctrica es un indicador de la concentración de sales disueltas presentes en las muestras de agua, siendo su valor directamente proporcional a dicha concentración.

Se puede apreciar en el cuadro de resultados que la conductividad eléctrica de las muestras es de 0.22, 0.33 y 0.20 mmhos/cm, es decir aguas de salinidad baja y moderada.

#### - **Dureza Total**

La dureza es una medida del contenido de calcio y magnesio y se expresa generalmente como equivalente al calcio y carbonatos ( $\text{CaCO}_3$ ).

La dureza que presentan las muestras es de 95 y 130 ppm de  $\text{CaCO}_3$  es decir, agua dulce.

#### - **pH**

El pH es la medida de concentración de iones de hidrógeno en el agua y es utilizado como índice de alcalinidad o acidez de la misma.

Las muestras tienen un pH de 7.72 y 7.73 que indica que el agua es alcalina.

#### - **Familias de Aguas**

Con los gráficos de Schoeller, Stiff y Piper se ha podido determinar que la muestra pertenece a la familia hidrogeoquímica bicarbonatada sódica. Ver fig. N° 2 al 12.

#### - **Aptitud para el Riego**

Del análisis del gráfico de Wilcox, se ha determinado que la muestra pertenece a la clase  $\text{C}_1\text{S}_1$  y  $\text{C}_2\text{S}_1$ , es decir salinidad baja y moderada y poco sódica. Ver fig. N°13 al 15.

#### **Según Contenido de Boro**

La clasificación de las aguas subterráneas para el riego se efectuó teniendo como base a los rangos establecidos por Palacio y Aceves en 1970.

La muestra no presenta ningún contenido de boro.

#### **Potabilidad de las Aguas**

La potabilidad de la muestra se ha analizado teniendo en consideración los límites máximos tolerables de potabilidad dado por la Organización Mundial de

la Salud en Ginebra de 1972 (OMS) y empleando el diagrama de potabilidad; determinando que dicha muestra presenta una potabilidad Buena. Ver fig.N°16.

## VIII. CONCLUSIONES

Se han realizado observaciones en las zonas de Norte a Sur del área de estudio con un total de diez puquiales y con un caudal promedio de 3 a 4 l/s. aproximadamente.

Se han realizado observaciones en las zonas, Este a Oeste del área de estudio con un total de cinco Puquiales y un caudal promedio de 2 a 5 l/s. aproximadamente.

En la zona evaluada no existe ningún tipo de pozos.

La población se abastece de agua por filtraciones el que almacenan en un reservorio y por gravedad dotan de agua en cuatro pilones. El servicio de agua es de 4 horas al día, lo cual es insuficiente para sus necesidades.

La agricultura es muy pobre en este sector debido a la falta de agua, han cambiado su cultivo de cebada, trigo, maíz, melocotón, ciruela por tunales.

Tiene una población de 600 habitantes aproximadamente y su actividad principal es la agricultura y ganadería.

La zona evaluada presenta una pendiente de 30 a 25 grados y en la parte baja se desarrollan pequeños sectores agrícolas donde aflora poca agua, por la condición de suelo área con condiciones para ser prospectadas.

Por las condiciones topográficas se puede determinar que no hay almacenamiento de agua, se puede notar que solamente se tiene fluidez el líquido elemento en las diferentes filtraciones. Las filtraciones provienen de la parte alta y su recorrido a la parte baja es a través de grietas o fisuras.

De los resultados de los análisis de la muestra de agua se han elaborado los diagramas, determinándose que el agua es de buena calidad tanto como para el uso doméstico y uso de riego para diferentes cultivos y sin peligro de sodio, el agua es dulce y de buena potabilidad.

## IX RECOMENDACIONES

Debido a las malas condiciones de contorno geomorfológico del relieve topográfico del lugar se puede ver que no existe retención o almacenamiento de agua, en tal sentido no sería recomendable realizar perforación alguna de pozos tubulares en forma vertical por lo expuesto anteriormente y también por el acceso estrecho e instalación de la maquina perforadora.

Se recomienda captar las aguas superficiales en la parte alta a través de galerías filtrantes y luego almacenarlas en parte media y baja para de esta forma poder incrementar él área agrícola.



***ANEXOS***  
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

---

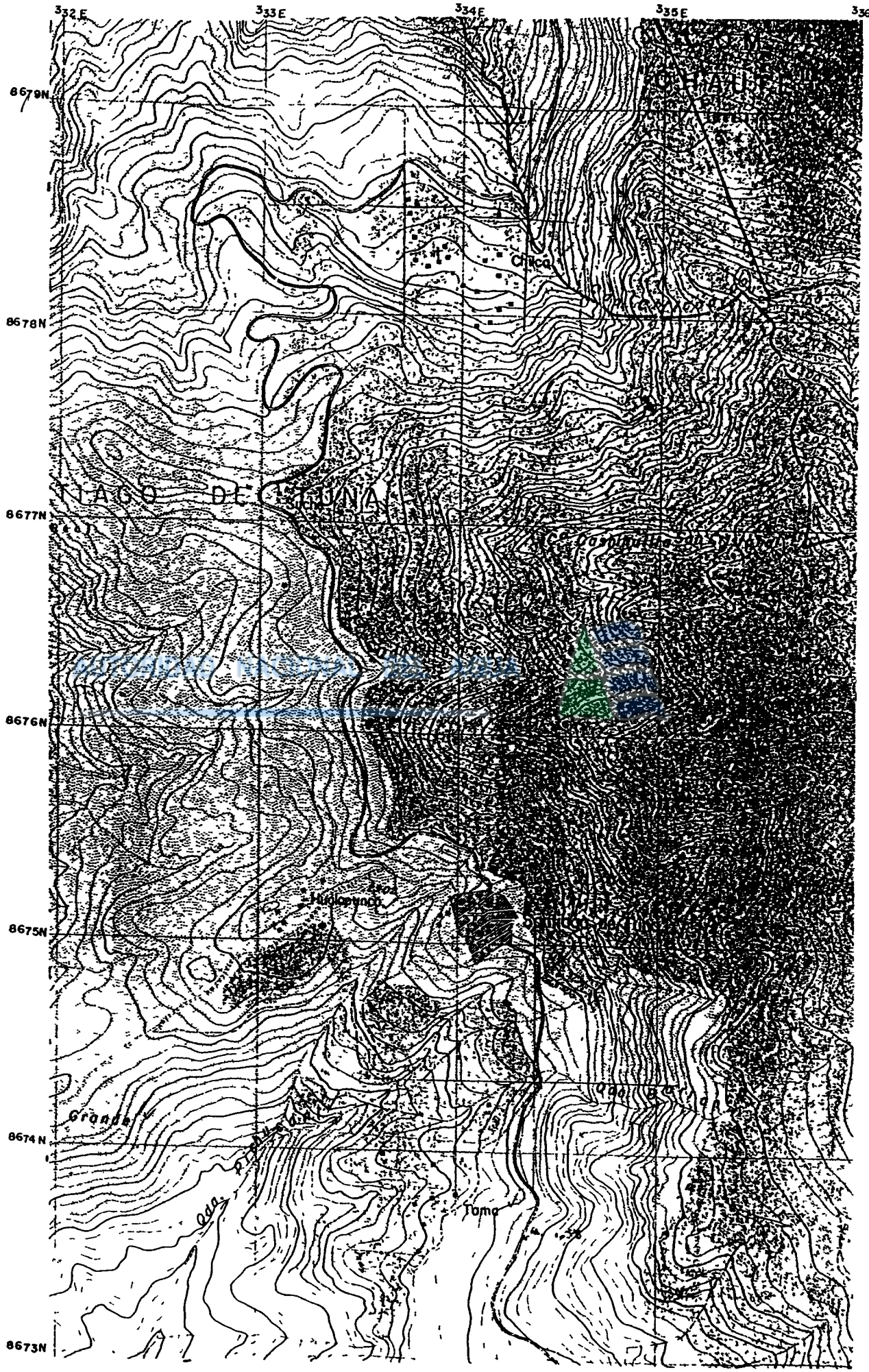


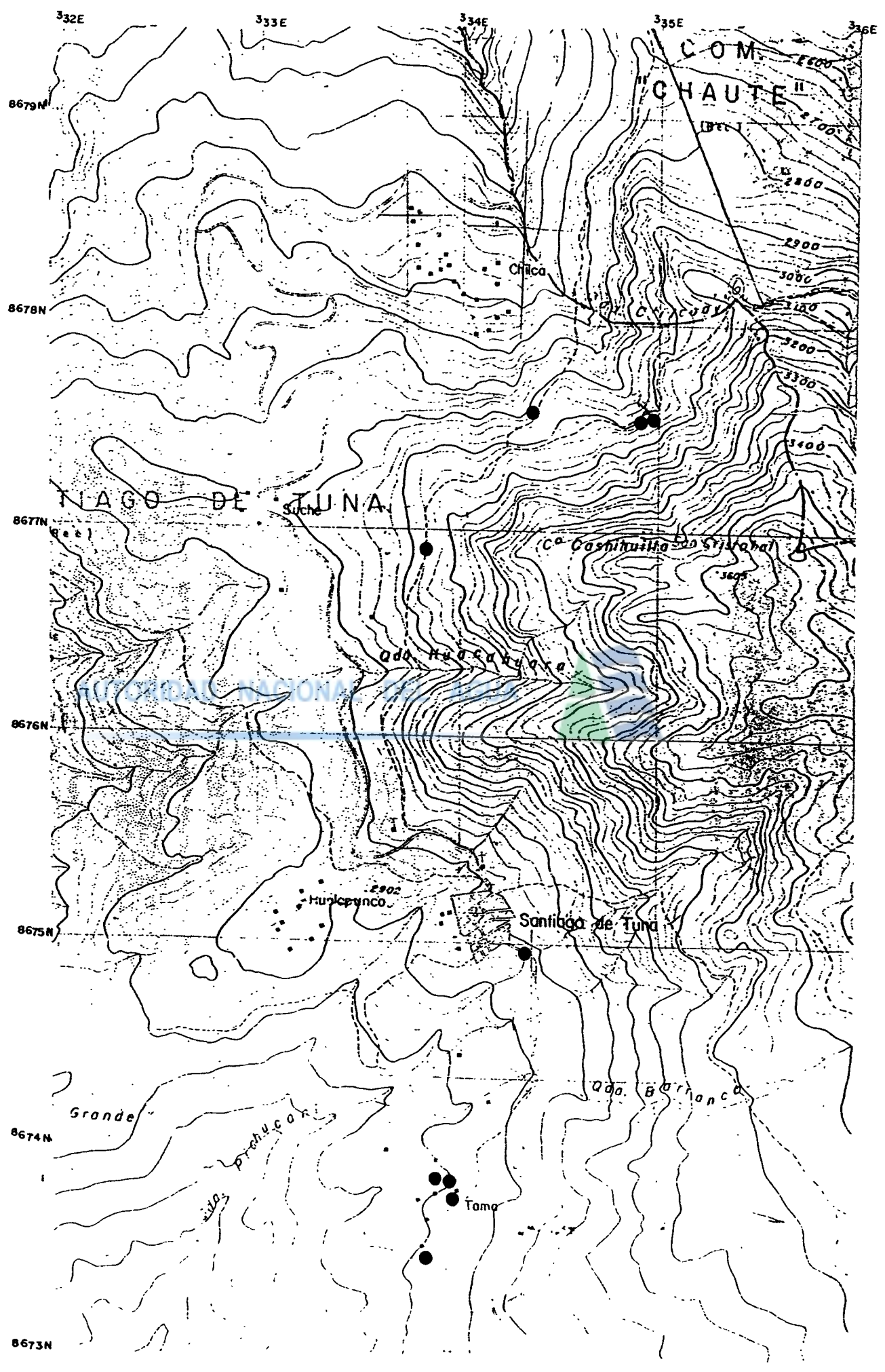
# ANEXO I

<b>Relación de Figuras</b>	
<i>Figura N° 1</i>	<i>Ubicación de la Zona Evaluada</i>
<i>Figura N° 2</i>	<i>Resultados del Análisis de Agua</i>
<i>Figura N° 3</i>	<i>Resultados del Análisis de Agua</i>
<i>Figura N° 4</i>	<i>Diagrama del Análisis de Agua Tipo Schoeller</i>
<i>Figura N° 5</i>	<i>Diagrama del Análisis de Agua Tipo Schoeller</i>
<i>Figura N° 6</i>	<i>Diagrama del Análisis de Agua Tipo Schoeller</i>
<i>Figura N° 7</i>	<i>Diagrama del Análisis de Agua Tipo Stiff</i>
<i>Figura N° 8</i>	<i>Diagrama del Análisis de Agua Tipo Stiff</i>
<i>Figura N° 9</i>	<i>Diagrama del Análisis de Agua Tipo Stiff</i>
<i>Figura N° 10</i>	<i>Diagrama del Análisis de Agua Tipo Piper</i>
<i>Figura N° 11</i>	<i>Diagrama del Análisis de Agua Tipo Piper</i>
<i>Figura N° 12</i>	<i>Diagrama del Análisis de Agua Tipo Piper</i>
<i>Figura N° 13</i>	<i>Clasificación de Agua para Riego Tipo Wilcox</i>
<i>Figura N° 14</i>	<i>Clasificación de Agua para Riego Tipo Wilcox</i>
<i>Figura N° 15</i>	<i>Clasificación de Agua para Riego Tipo Wilcox</i>
<i>Figura N° 16</i>	<i>Diagrama Logarítmico de Potabilidad del Agua</i>

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA









UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO

TELEF. 4495647 anexos 226 y 318 LA MOLINA PERU

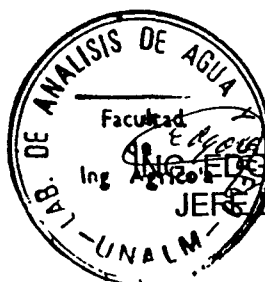
# ANALISIS DE AGUAS

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD SANTIAGO DE TUNA

PROCEDENCIA : HUAROCHIRI - LIMA

FECHA : LA MOLINA, 17 DE JUNIO 1999

N° LABORATORIO	493
N° CAMPO	Chilcuaygui
CE mmhos/cm	0,20
pH	7,73
Calcio meq/l	1,70
Magnesio meq/l	0,20
Sodio meq/l	0,38
Potasio meq/l	0,01
<b>SUMA DE CATIONES</b>	<b>2,29</b>
Cloruro meq/l	0,40
Sulfato meq/l	0,46
Bicarbonato meq/l	1,30
Nitratos meq/l	0,00
Carbonatos meq/l	0,00
<b>SUMA DE ANIONES</b>	<b>2,16</b>
SAR	0,39
CLASIFICACION	C1-S1
BORO ppm	0,00



Ing. ELIABARDO ALALUNA G.  
JEFE DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA**  
**LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO**

TELEF. 4495647 anexos 226 y 318 LA MOLINA PERU

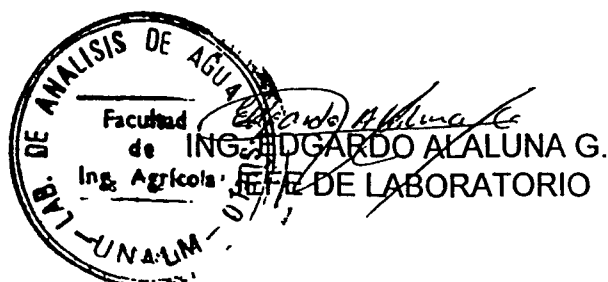
# ANALISIS DE AGUAS

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD SANTIAGO DE TUNA

PROCEDENCIA : HUAROCHIRI - LIMA

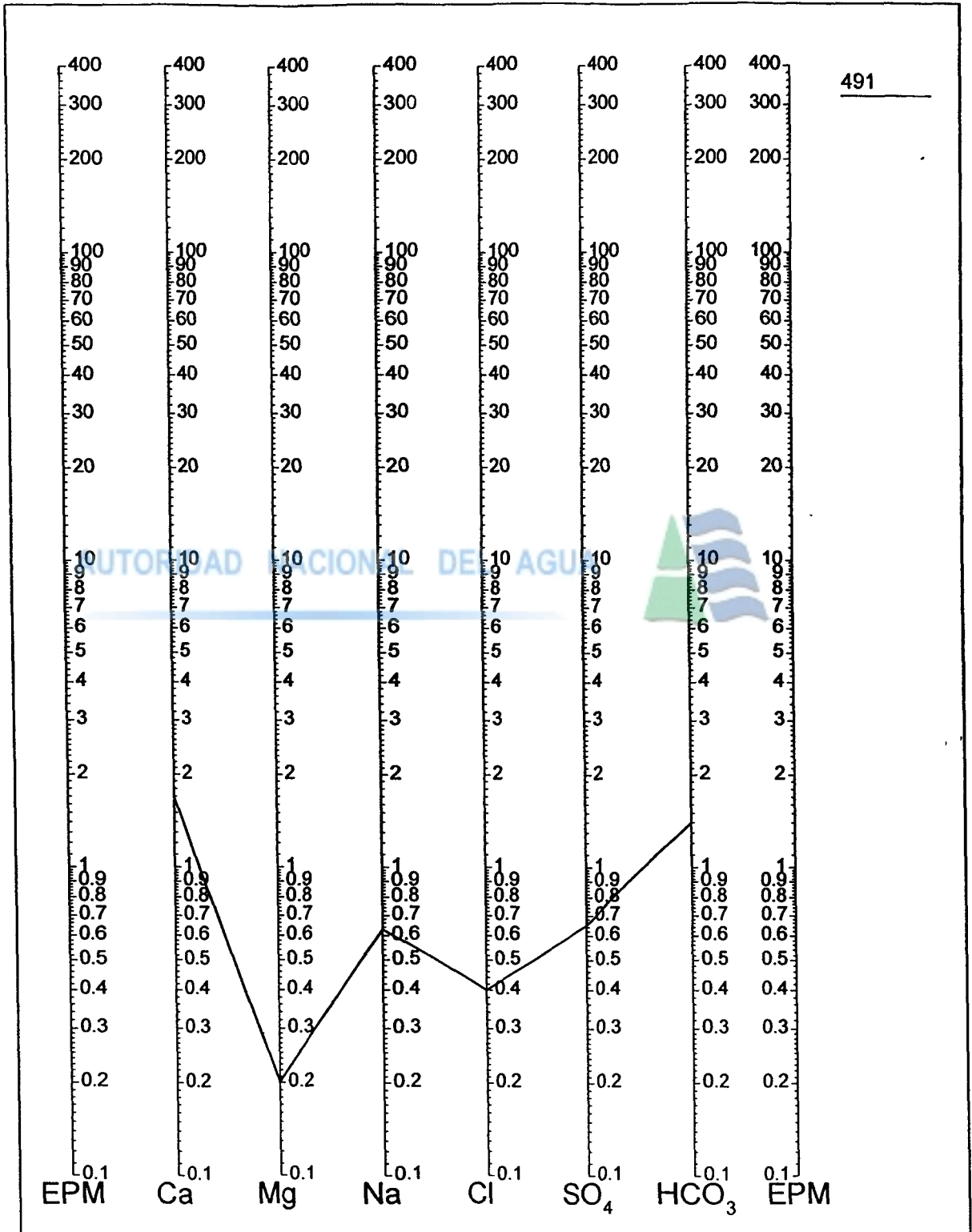
FECHA : LA MOLINA, 17 DE JUNIO 1999

N° LABORATORIO	491	492
N° CAMPO	Quiñuayqui	Mascuñi (Tama)
CE mmhos/cm	0,22	0,33
pH	7,72	7,73
Calcio meq/l	1,70	2,30
Magnesio meq/l	0,20	0,30
Sodio meq/l	0,63	1,07
Potasio meq/l	0,01	0,01
<b>SUMA DE CATIONES</b>	<b>2,54</b>	<b>3,68</b>
Cloruro meq/l	0,40	0,44
Sulfato meq/l	0,65	1,59
Bicarbonato meq/l	1,40	1,60
Nitratos meq/l	0,00	0,00
Carbonatos meq/l	0,00	0,00
<b>SUMA DE ANIONES</b>	<b>2,45</b>	<b>3,63</b>
SAR	0,65	0,94
<b>CLASIFICACION</b>	<b>C1- S1</b>	<b>C2 - S1</b>
BORO ppm	0,00	0,00
Dureza (grados franceses=ppm)	9.48	12,92



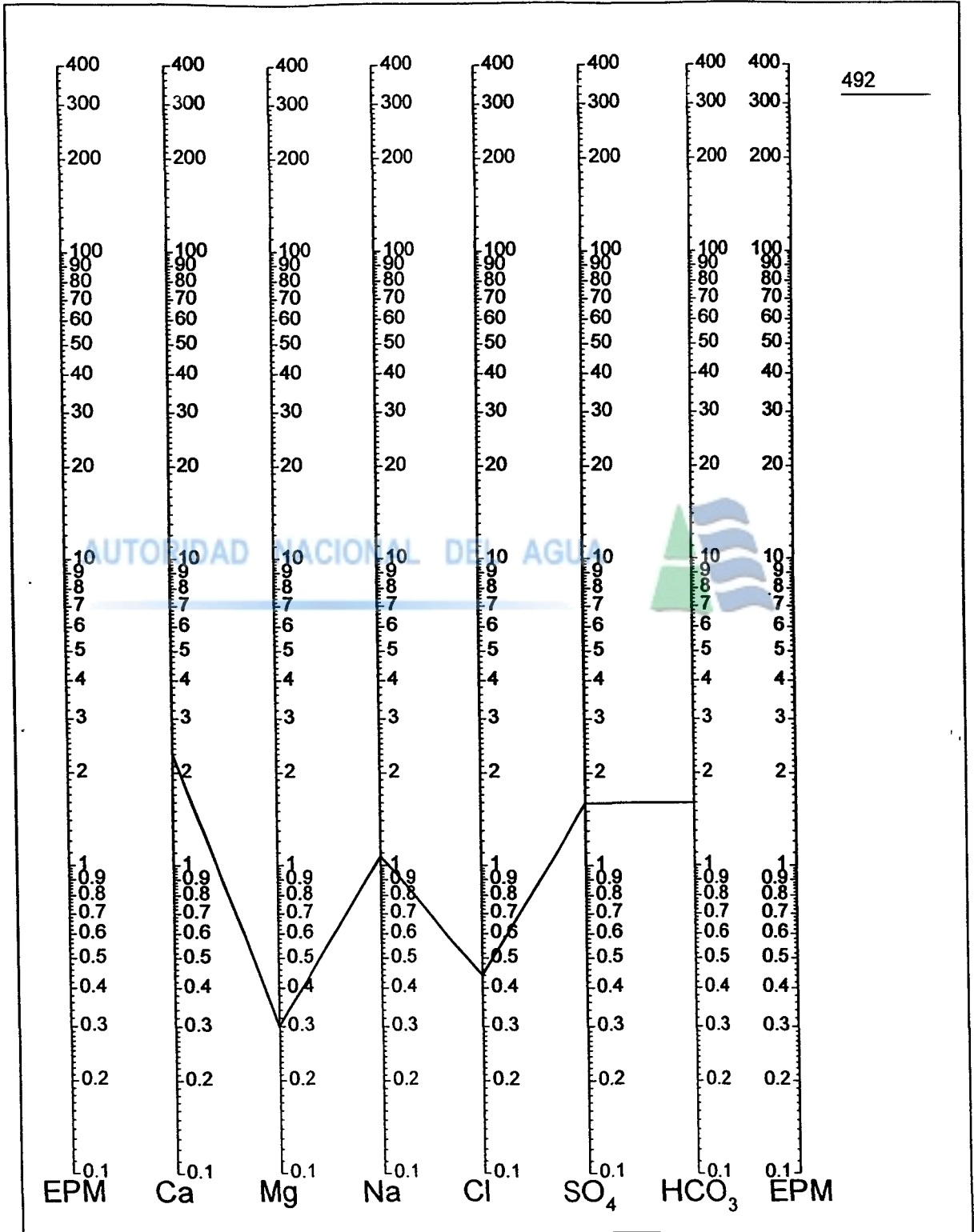
# Schoeller Diagram

Schoeller Diagram



# Schoeller Diagram

Schoeller Diagram

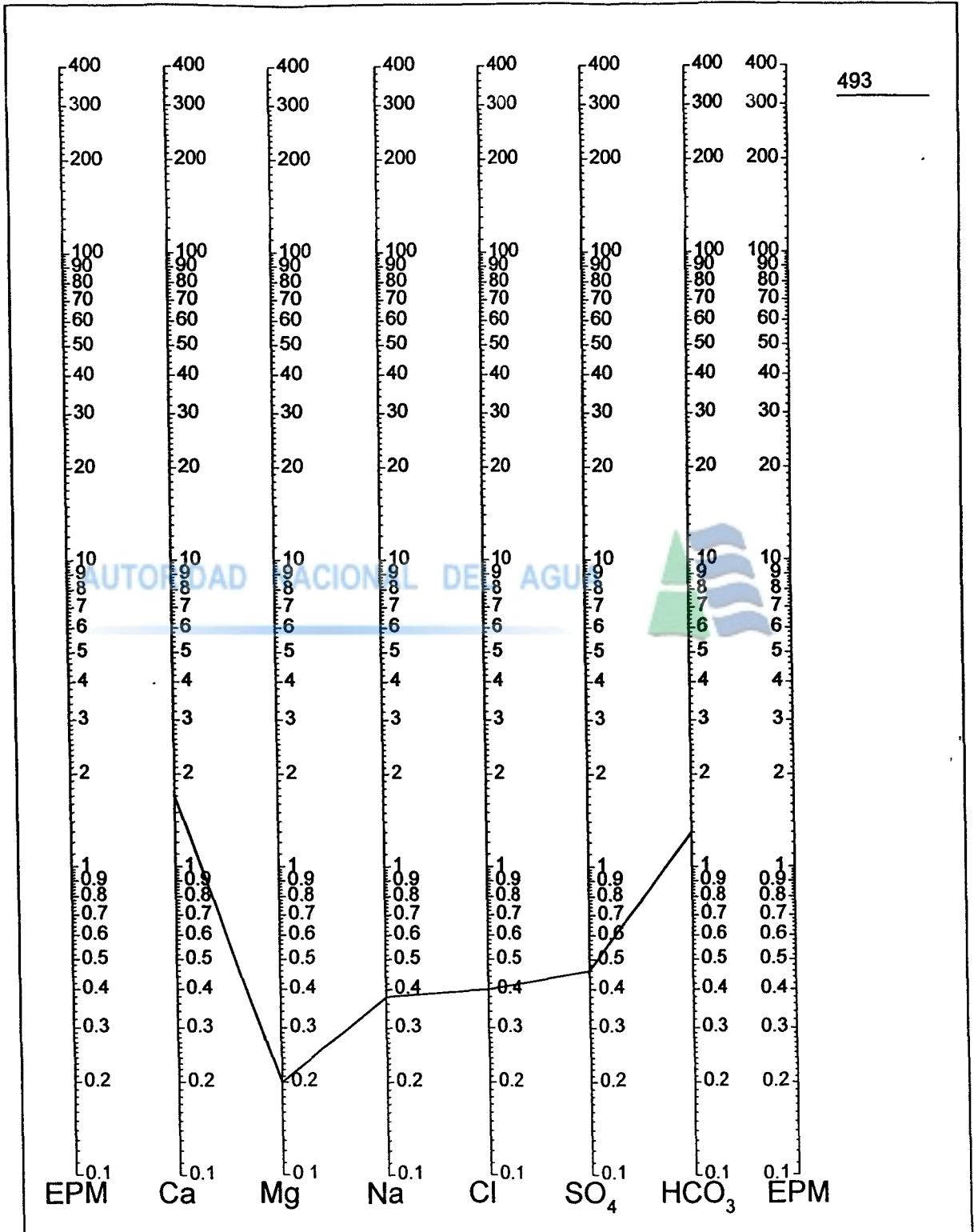


492



# Schoeller Diagram

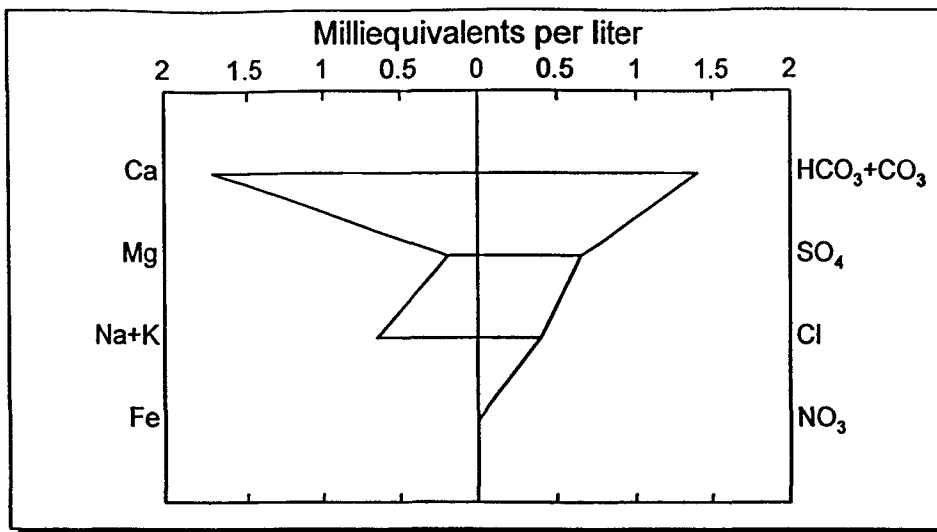
Schoeller Diagram



**Well Ident**  
  
491

**STIFF Diagram**

Name \_\_\_\_\_ Type **puquio**



<b>Cations</b>					
	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>Na</i>	<i>K</i>	<i>Fe</i>
<b>Milliequivalents per liter</b>	1.70	0.20	0.63	0.01	
<b>Milligrams per liter</b>					

<b>Anions</b>					
	<i>HCO3</i>	<i>CO3</i>	<i>SO4</i>	<i>Cl</i>	<i>NO3</i>
<b>Milliequivalents per liter</b>	1.40		0.65	0.40	0.00
<b>Milligrams per liter</b>					

BOD	COD	Dissolved Oxygen	F	B	SiO2
TDS	Hardness	Alkalinity	Conductivity 220.00	pH 7.72	SAR 0.6464

**Water Type**  
**Calcium Bicarbonate**

Cations (epm) 2.54    Anions (epm) 2.45

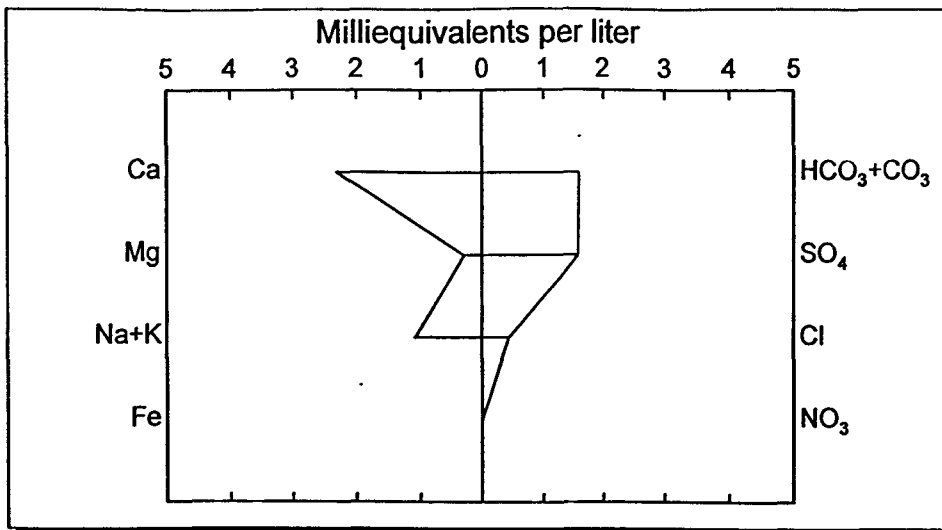
Aquifer \_\_\_\_\_

Error Balance (%)  
1.80

**Well Ident**  
492

**STIFF Diagram**

Name \_\_\_\_\_ Type **PUQUIO**



<b>Cations</b>					
	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>Na</i>	<i>K</i>	<i>Fe</i>
<b>Milliequivalents per liter</b>	2.30	0.30	1.07	0.01	
<b>Milligrams per liter</b>					

<b>Anions</b>					
	<i>HCO3</i>	<i>CO3</i>	<i>SO4</i>	<i>Cl</i>	<i>NO3</i>
<b>Milliequivalents per liter</b>	1.60		1.59	0.44	0.00
<b>Milligrams per liter</b>					

BOD	COD	Dissolved Oxygen	F	B	SiO2
TDS	Hardness	Alkalinity	Conductivity 330.00	pH 7.73	SAR 0.9385

**Water Type**  
**Calcium Bicarbonate**

Cations (epm) **3.68** Anions (epm) **3.63**

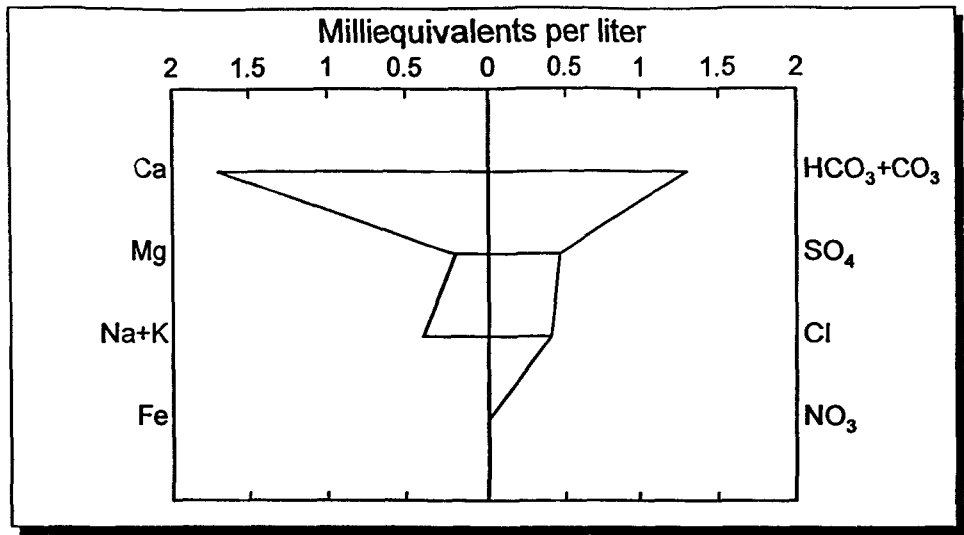
Aquifer \_\_\_\_\_

Error Balance (%) **0.68**

**Well Ident**  
  
493

**STIFF Diagram**

Name \_\_\_\_\_ Type **PUQUIO**



<b>Cations</b>					
	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>Na</i>	<i>K</i>	<i>Fe</i>
<b>Milliequivalents per liter</b>	1.70	0.20	0.38	0.01	
<b>Milligrams per liter</b>					

<b>Anions</b>					
	<i>HCO3</i>	<i>CO3</i>	<i>SO4</i>	<i>Cl</i>	<i>NO3</i>
<b>Milliequivalents per liter</b>	1.30		0.46	0.40	0.00
<b>Milligrams per liter</b>					

BOD	COD	Dissolved Oxygen	F	B	SiO2
TDS	Hardness	Alkalinity	Conductivity 200.00	pH 7.73	SAR 0.3899

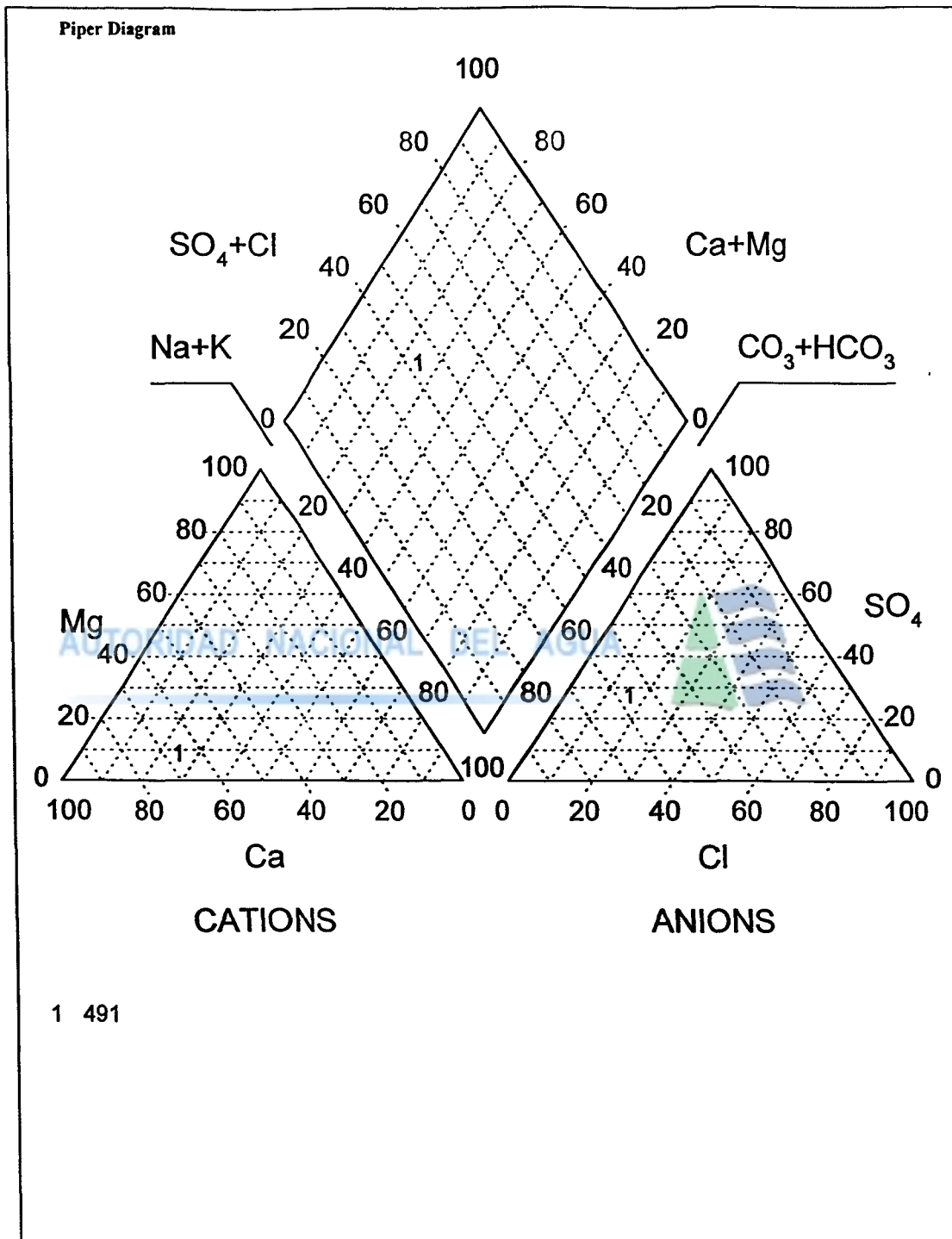
**Water Type**  
**Calcium Bicarbonate**

Cations (epm) 2.29    Anions (epm) 2.16

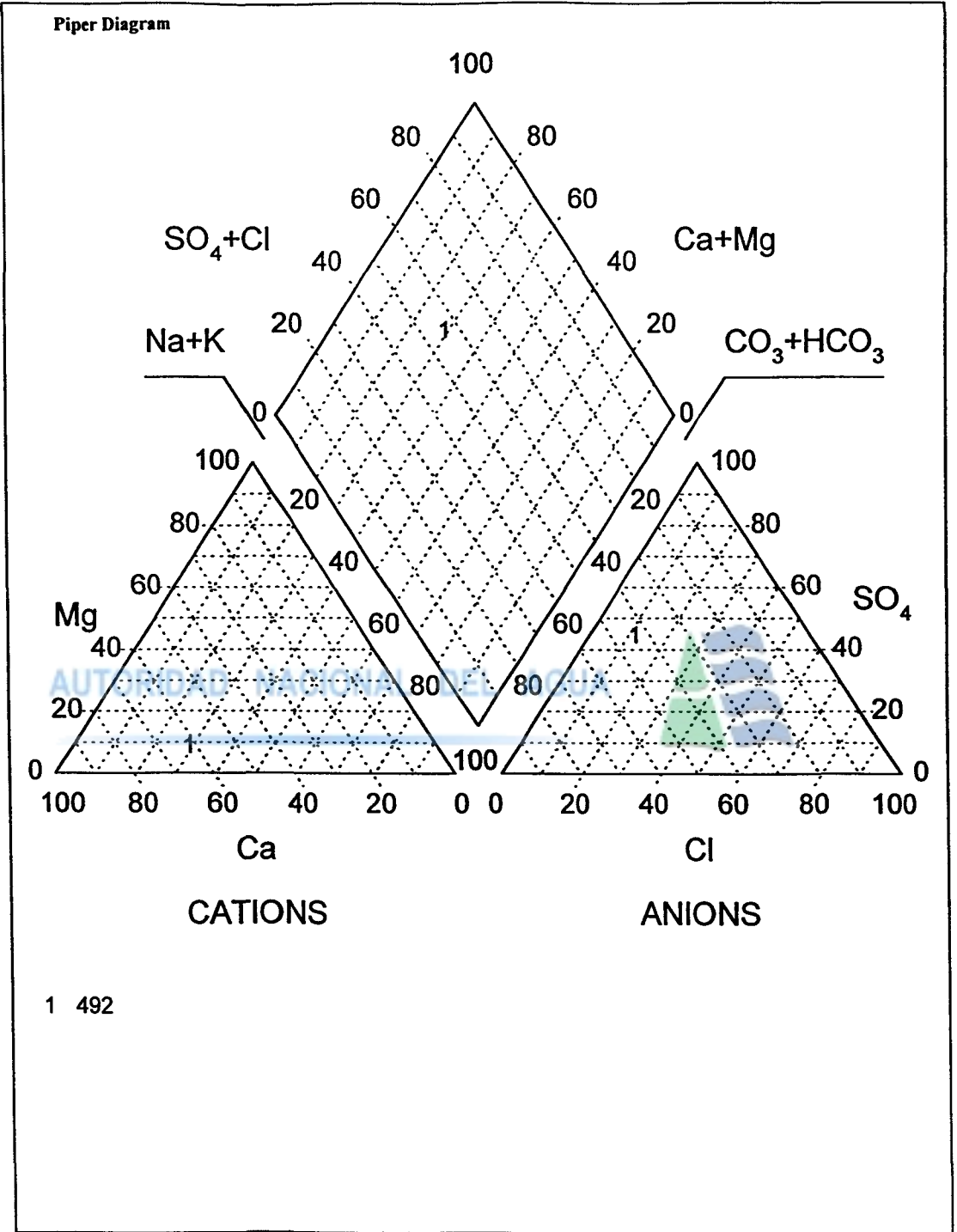
Aquifer \_\_\_\_\_

Error Balance (%)  
2.92

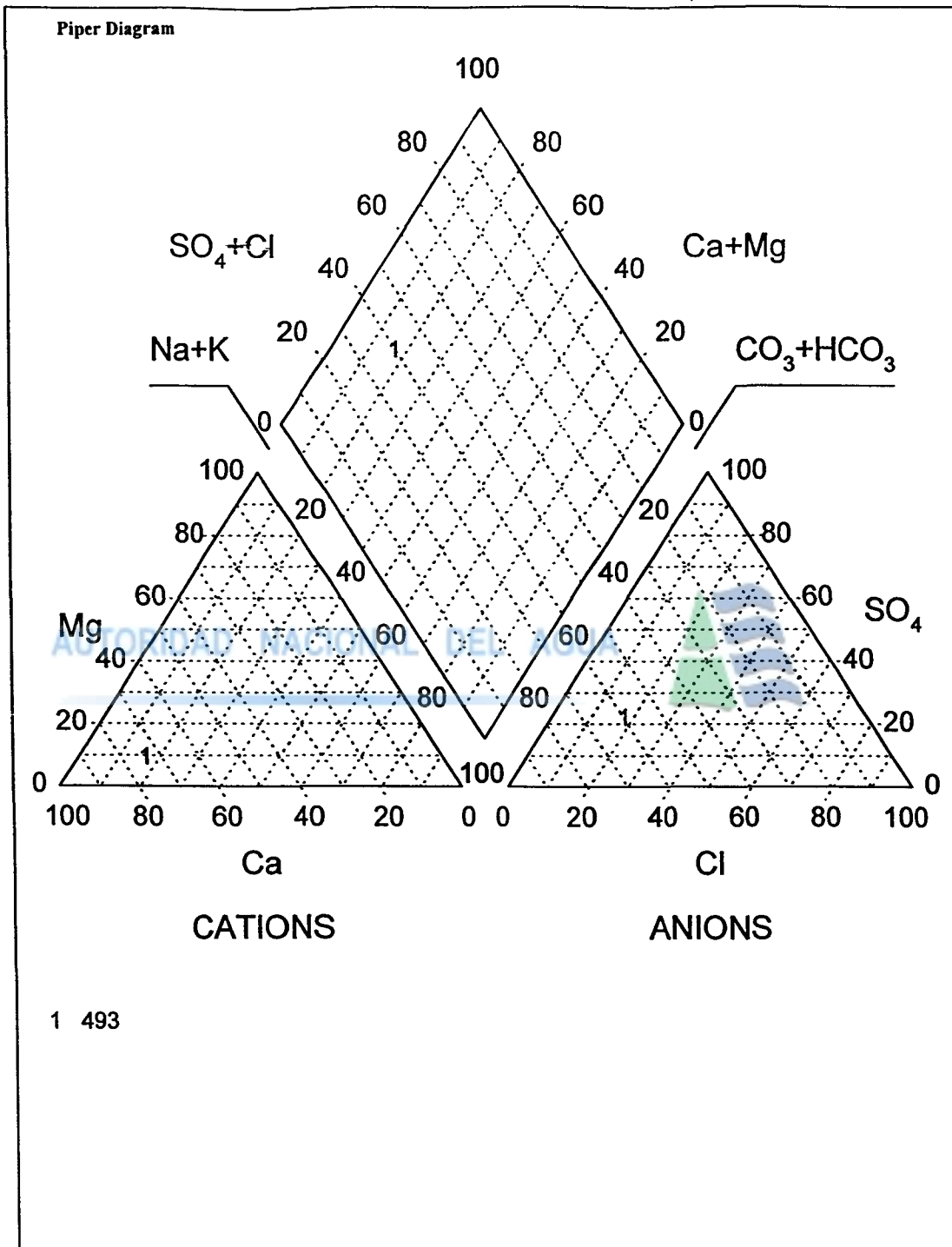
# Piper Diagram



# Piper Diagram

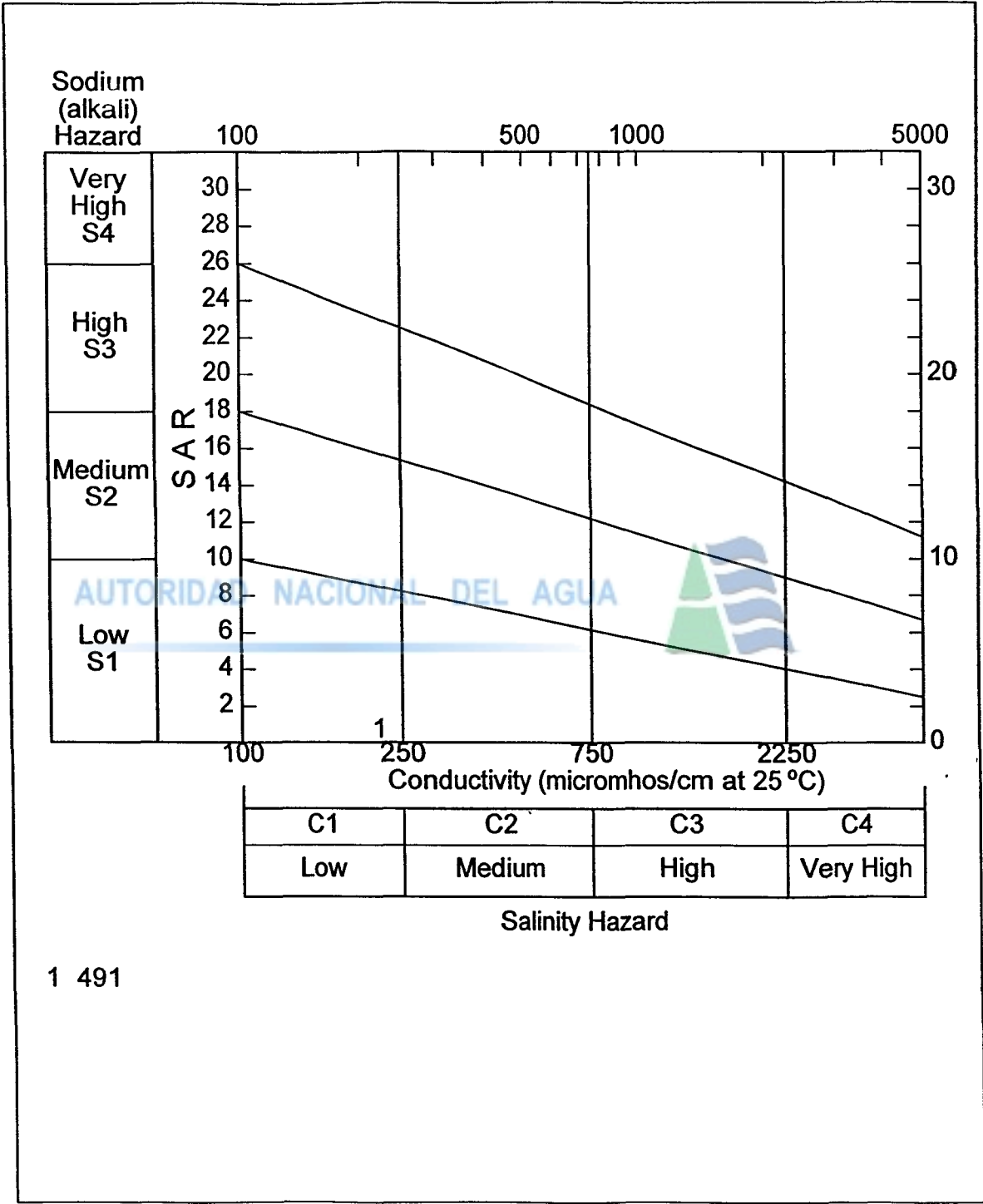


# Piper Diagram



# Wilcox Diagram

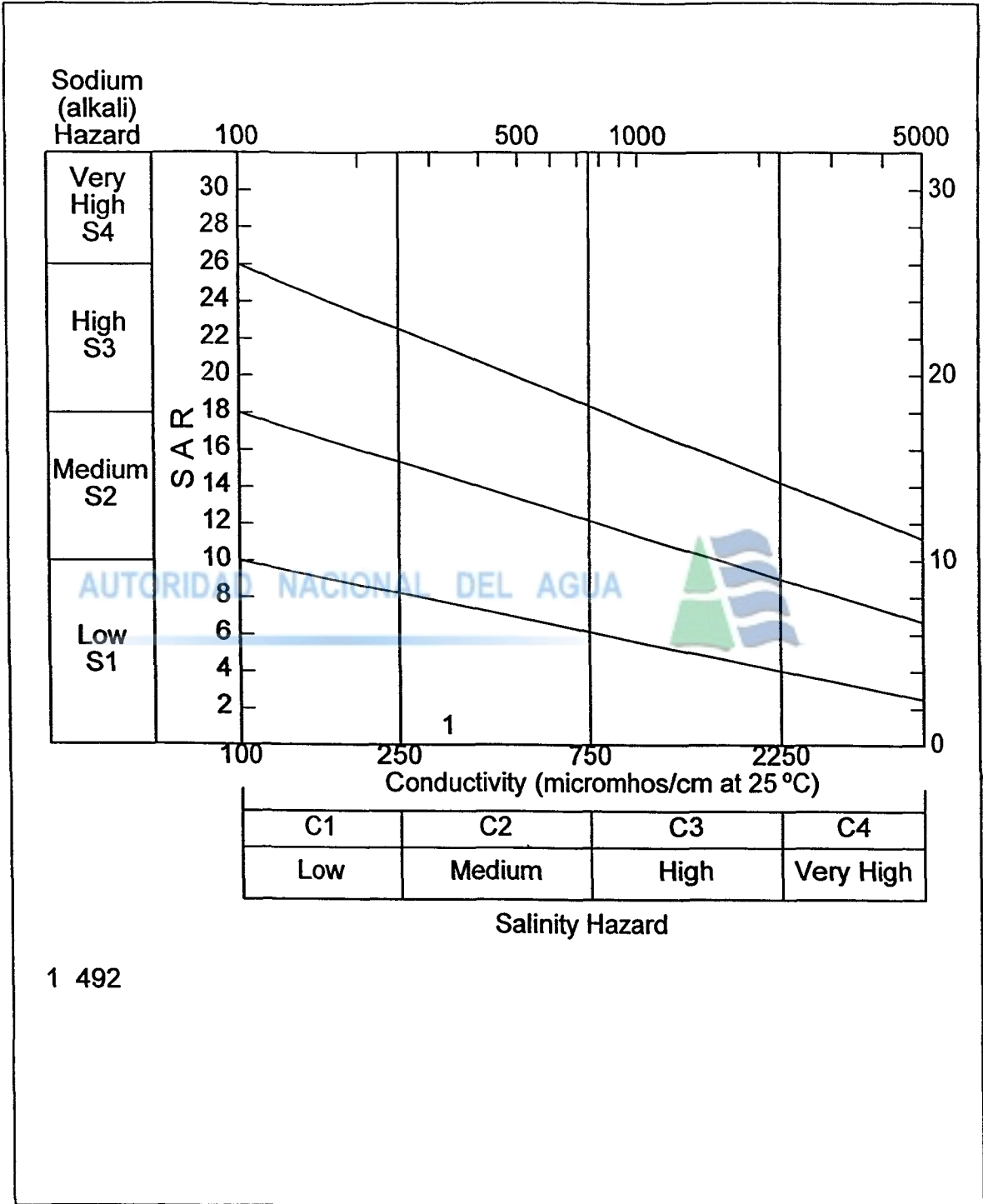
Wilcox Diagram





# Wilcox Diagram

Wilcox Diagram



1 492

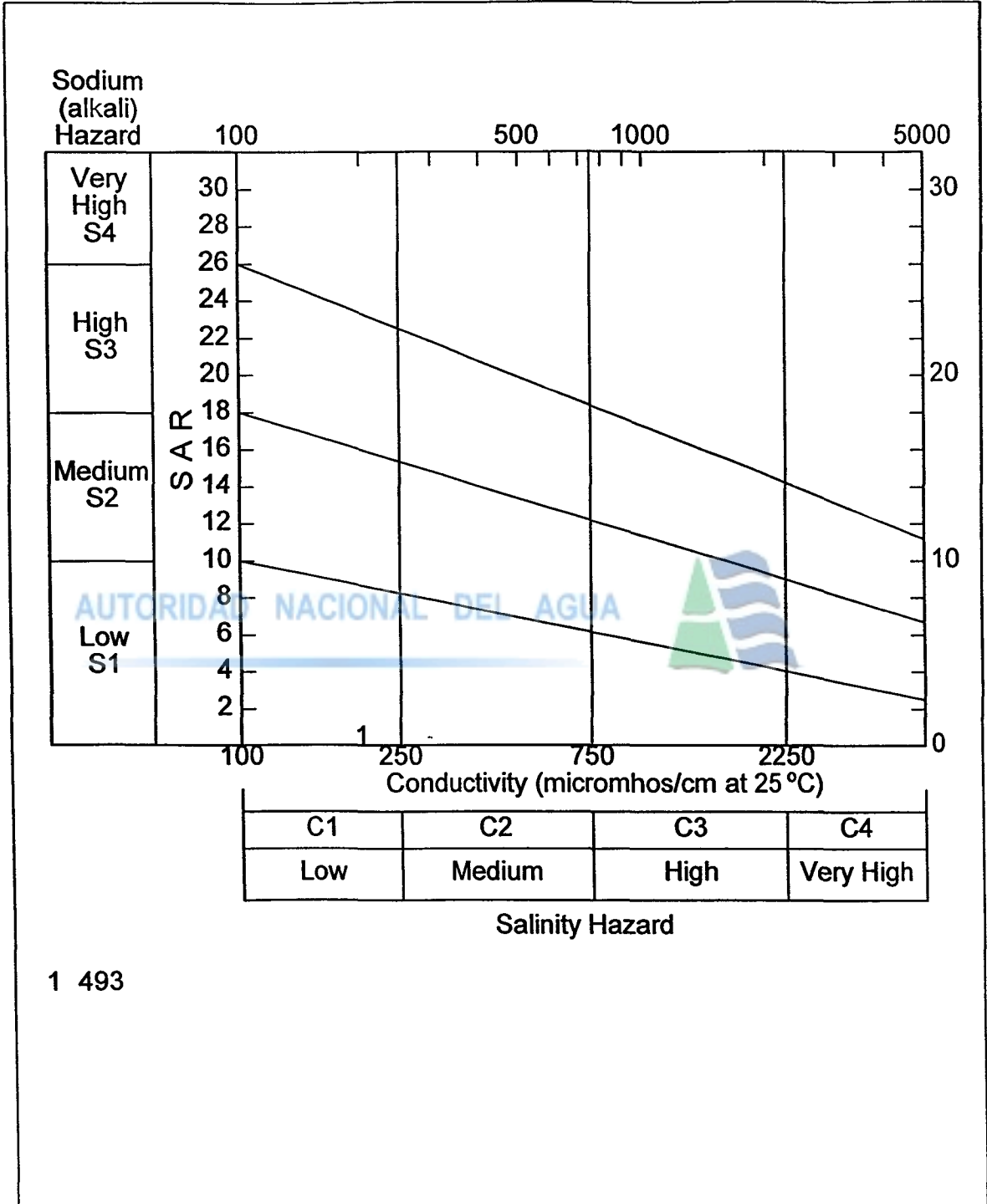
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS  
NATURALES — IBERNA  
BIBLIOTECA

Procedencia: 006255  
 No: \_\_\_\_\_  
 Fecha: \_\_\_\_\_

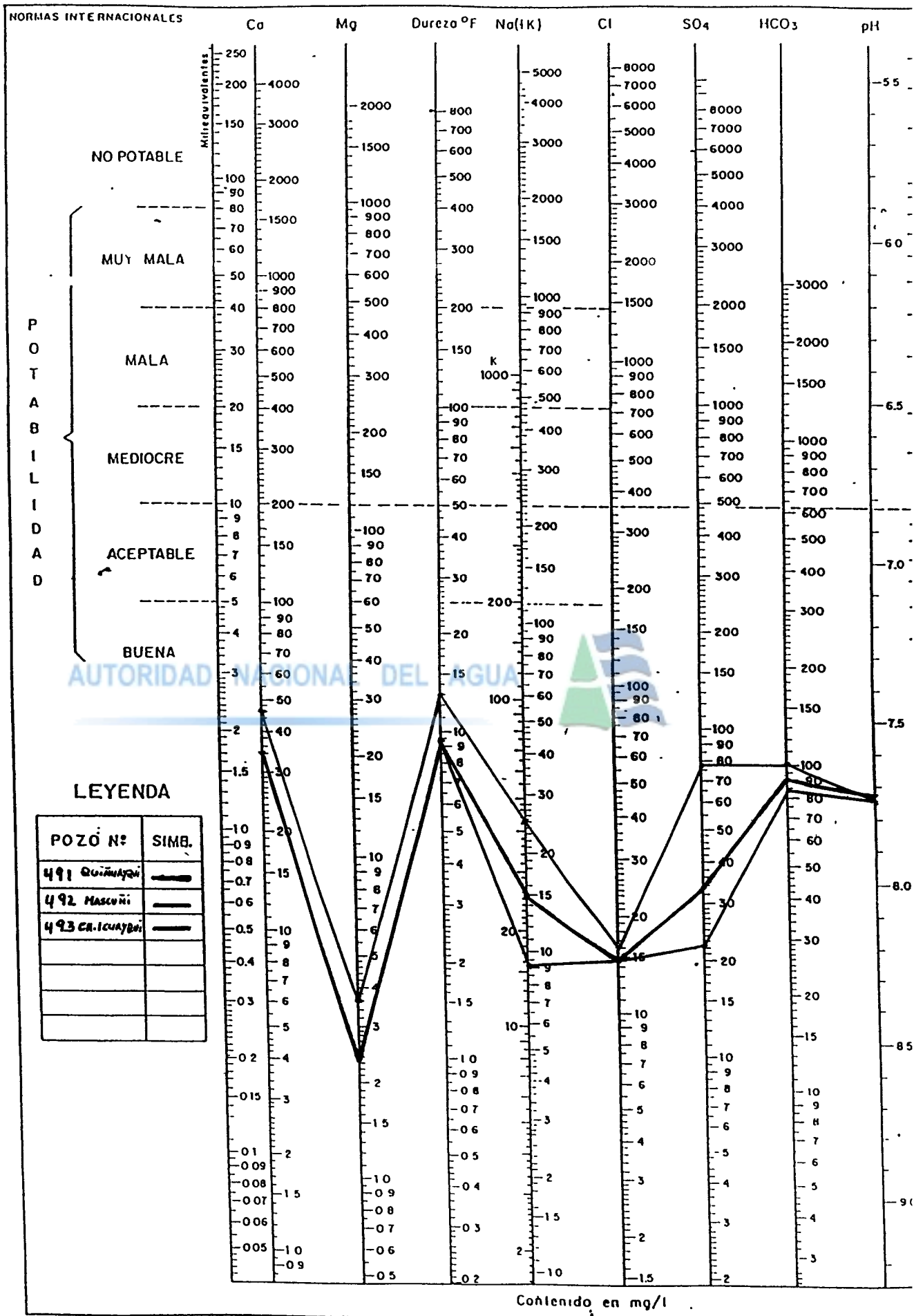


# Wilcox Diagram

Wilcox Diagram



1 493



**ANEXO II**  
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA  
*Vistas Fotográficas*



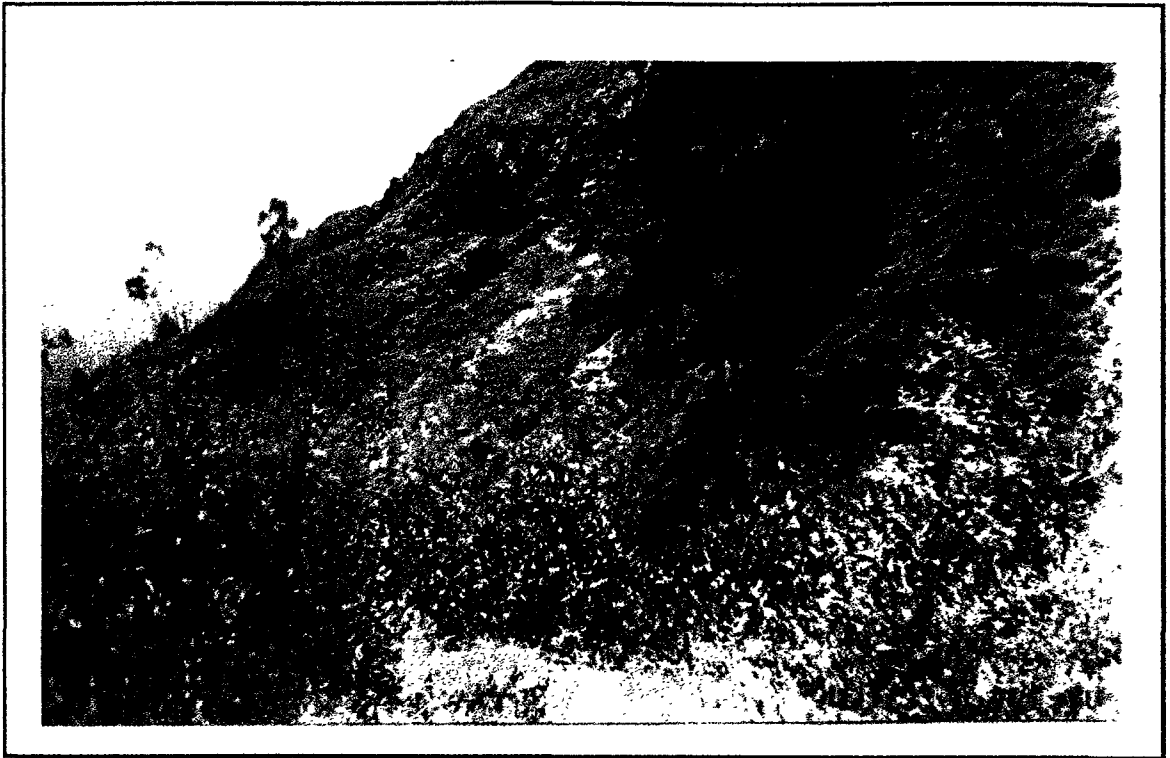


AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

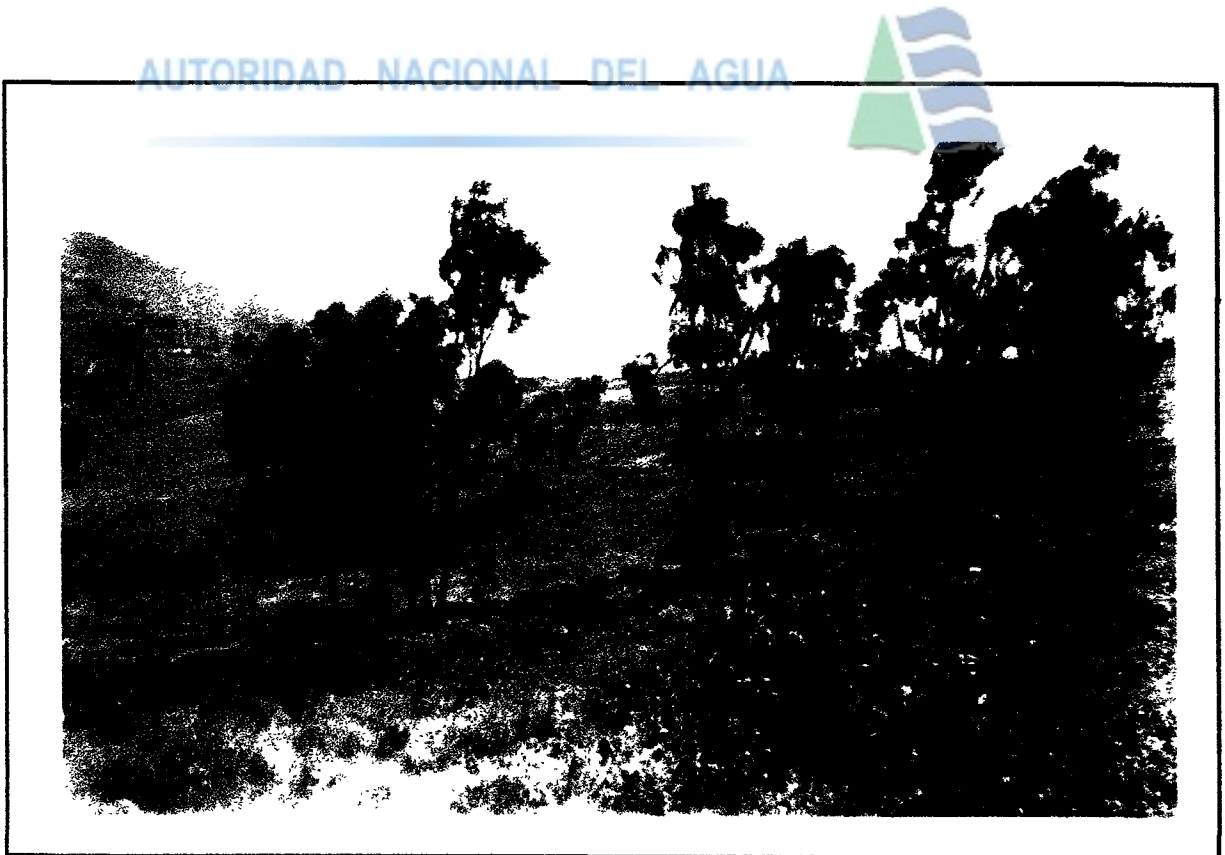
**FIG. Nº 1 — PUQUIO SHICAYACO SE OBSERVA LA CONSTRUCCIÓN DE DOS BEBEDEROS PARA EL GANADO VACUNO**



**FIG. Nº 2 RECOLECCION DE AGUA DEL PUQUIO CHILWAYQUE PARA SER ANALIZADO**



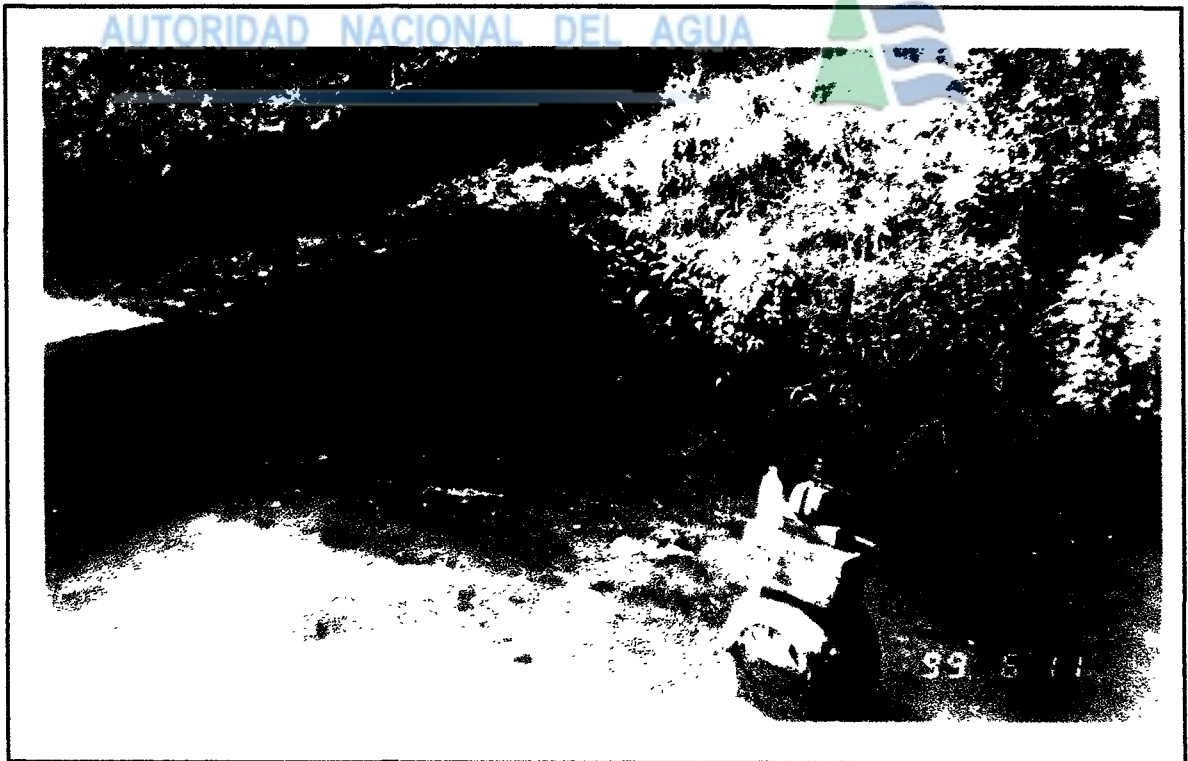
**FIG. N° 3 SE APRECIA LA TOPOGRAFÍA PRONUNCIADA DE LA ZONA**



**FIG. N° 4 ZONA CASI PLANA CON FALLAS GEOLOGICAS (Suelo agrietado)**



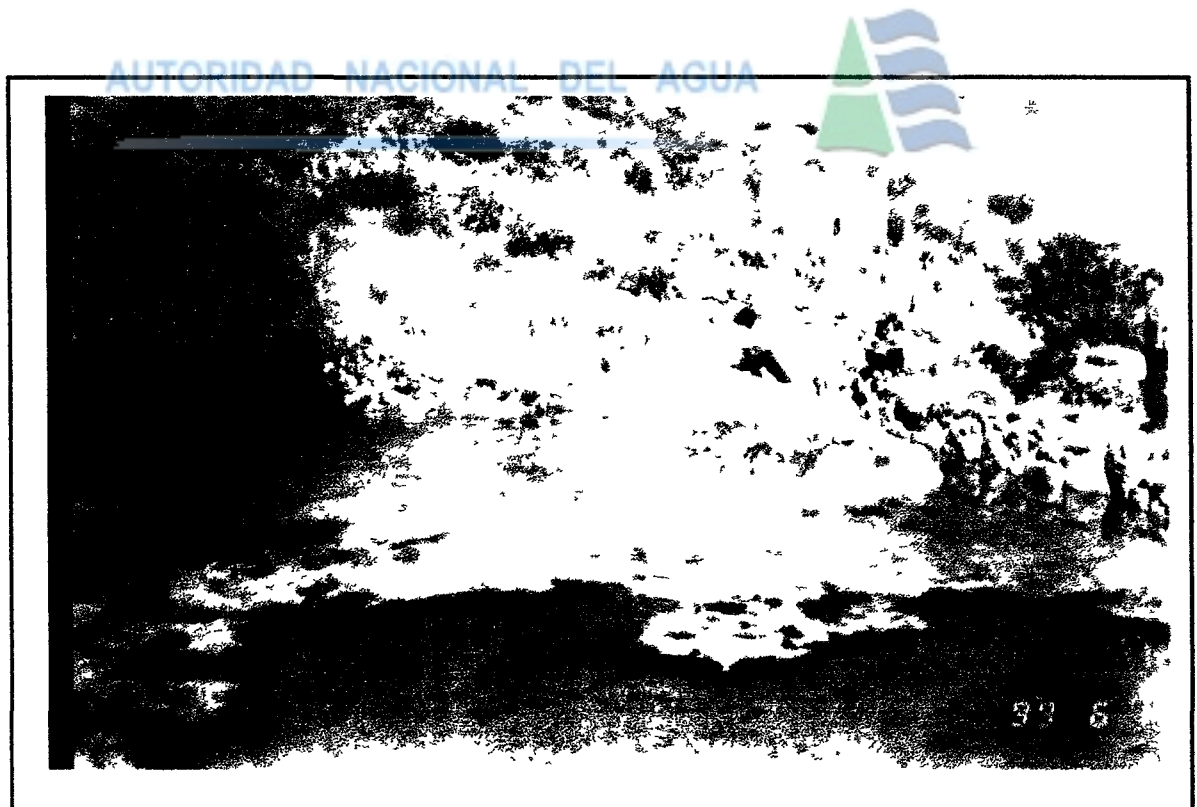
**FIG. N° 5 PUQUIO QUIÑUAYQUE CAUDAL PROMEDIO DE 3 l/s. SE OBSERVA LA SALIDA CONSTANTE DEL AGUA**



**FIG. N° 6 PUQUIO MASCUÑE SE OBSERVA EL RESERVORIO CON INFILTRACIONES**



**FIG. N° 7 PUQUIO LANTAHUACHE. EL AGUA AFLORA DEBAJO DE LA ROCA**



**FIG. N° 8 PUQUIO LANTAHUACHE CON UNA REPRESA QUE PIERDE GRAN CANTIDAD DE AGUA POR FILTRACION**





**FIG. N° 9 VISTA FOTOGRÁFICA DE LA PARTE BAJA DEL SECTOR NORTE  
EXISTE UN RESERVORIO QUE ABASTECE DE AGUA A ESTE SECTOR**  
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



**FIG. N° 10 QUEBRADA DE LA PARTE BAJA, SE MUESTRA LA PERDIDA DE  
AGUA POR FALTA DE ALMACENAMIENTO**



**FIG. N° 11 PUQUIO CHILCUAYTE CAUDAL PROMEDIO 3 l/s**