



MINISTERIO DE AGRICULTURA

DIRECCION GENERAL DE AGUAS E IRRIGACION

LAS AGUAS SUBTERRANEAS EN EL PERU - INFLUENCIA DE LAS
SEQUIAS EN LAS NAPAS DE LA COSTA

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



Lima, Julio de 1970.

Dirección de Aguas de Regadío.

División de Investigación de Aguas
Subterráneas.



MINISTERIO DE AGRICULTURA

S U M A R I O

INTRODUCCION

- I IMPORTANCIA DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS EN EL PERU
- II EL ESTADO Y LAS AGUAS SUBTERRANEAS
- III REPERCUSION DE LAS SEQUIAS EN LAS AGUAS SUBTERRANEAS DE LA COSTA PERUANA

A N E X O S

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



- Fig. N° 1 : Carta de Hidroisohipsas - Estudio Cayaltí.
- " " 2 : Evolución del nivel piezométrico de la napa en el valle del río San Cristóbal, años 1964-1968.
- " " 3 : Carta de Hidroisohipsas de la napa - Noviembre de 1968 - Estudio Chilca.
- " " 4 : Carta de conductividad - Noviembre 1968 - Estudio Chilca.
- " " 5,6,7: Perfil esquemático longitudinal mostrando 3 estados de las aguas subterráneas de la Qda. de Chilca:
- Anterior o sin mayor explotación.
 - Actual, con sobre-explotación.
 - Futuro de continuar la sobre-explotación.

----- o -----



MINISTERIO DE AGRICULTURA

INTRODUCCION

La existencia de un organismo oficial de aplicación de técnica especializada, en el Perú, es muy reciente. De otro lado, la Universidad Peruana no forma Hidrogeólogos, razones por las cuales los trabajos que se han efectuado en el campo de las aguas subterráneas, en nuestro país, han estado hasta hoy, orientados a la solución rápida de los más urgentes problemas de abastecimiento de agua del país, sin posibilidades de interesar serriamente un programa definido de investigación científico-técnica sobre algunos de los fenómenos que afectan a las aguas del subsuelo, tales como las sequías.

Por todo lo expresado, la presente contribución se circunscribe a presentar un rápido análisis de algunos de los procesos que han podido detectarse al curso de los estudios realizados por la División de Investigación de Aguas Subterráneas, en relación a las sequías y las aguas subterráneas en la costa peruana.

La investigación concreta de tales mecanismos precisaría, de otro lado, poner en obra medios que no están por ahora a nuestro alcance, tales como instalación de limnígrafos en pozos de observación. Aquí, una ayuda de la O.N.U., por intermedio del Decenio Hidrológico Internacional (donación de limnígrafos) sería decisiva y se convertiría en uno de los primeros logros concretos y positivos, del evento que se realiza.

A pesar de que no se ha desarrollado un programa exclusivo de investigaciones, los progresos alcanzados en el mejoramiento de las técnicas de estudio, en el corto lapso de existencia de la División de Investigación de Aguas Subterráneas (1965-1970), son notables, gracias en parte a la Cooperación Técnica de Francia.

En efecto, en 1967 se interpretaba en el Perú, por primera vez, una prueba hidráulica por el método del régimen transitorio. A la fecha actual, se utilizan métodos geofísicos en la prospección de las aguas, se trabaja en modelos analógicos eléctricos en 2 y 3 dimensiones, (papel conductor y cuba reoeléctrica) y se prepara activamente el empleo de modelos en capacidades y resistencias, así como la utilización de los modelos matemáticos y el proceso electrónico de las informaciones que se recopilan diariamente.

El estado actual de los estudios hidrogeológicos de aplicación práctica en el Perú, es el siguiente :



MINISTERIO DE AGRICULTURA

- 11 cuencas estudiadas a nivel definitivo.
- 10 cuencas estudiadas a nivel preliminar.
- 9 mil pozos inventariados.
- 150 estudios específicos locales, hechos a solicitud de terceros, solucionando problemas de abastecimiento de agua a poblaciones, industrias y agricultura.
- Labor constante de aplicación de la nueva Ley de Aguas (evaluación de reservas - pronósticos para los planes de cultivo y riego, peritajes para la adjudicación de usos, peritajes para procesos de polución, conservación del recurso, etc.).
- Formación del personal universitario, mediante convenios formales que se suscribirán con las Universidades peruanas, para la recepción y entrenamiento de jóvenes egresados y la ejecución de programas de investigación conjuntamente con las universidades.
- Programa de Cooperación Técnica con el Gobierno de Francia, que permite la especialización del personal profesional peruano en Francia y el envío de expertos cooperantes franceses al Perú. Así mismo, donación de bibliografía y equipo especial de campo.

Compendio

Jca 1
 Pisco 2
 Chivilco 3
 Lambayeque 4
 Chicla 5

Ayacucho 9
 Arequipa 10
 Chubbun 11
 Cuzco 6
 Chucabamba 13
 Nipal 7
 Camana 8
 Tarma 12

----- o -----





MINISTERIO DE AGRICULTURA

I IMPORTANCIA DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS EN EL PERU

Las aguas subterráneas adquieren una importancia creciente, frente a los fenómenos de polución, contaminación y agotamiento que afectan, en el mundo entero, a las fuentes superficiales, al ritmo de expansión demográfica y del proceso de industrialización.

En el caso del Perú, con vastas regiones áridas y estando gran parte de la vida y economía nacional completamente ligadas a los problemas del agua y particularmente del agua subterránea, su importancia es preponderante como lo demuestran las cifras siguientes :

- En 1938 existían no más de 1,500 pozos en todo el Perú.

A la fecha actual se han inventariado 9,000 pozos y se estima que esta cifra equivale al 70% del total de pozos del país.

- El 85% de las industrias del Perú se encuentran en Lima. El 90% de ellas, se abastecen del agua del subsuelo.

- Se estiman 60 a 100 mil hectáreas regadas particularmente con aguas del subsuelo.

- Actualmente se perforan, aproximadamente, 300 pozos por año. El índice de crecimiento aumenta aceleradamente.

En el caso de la Sierra, la dependencia de las aguas subterráneas es menor. Sin embargo, su importancia se pone de manifiesto muchas veces, cuando se suscitan épocas de escasez de lluvias, normalmente suficientes para satisfacer las necesidades agrícolas, ganaderas y de agua potable, de esta región. En estos casos se trata de solucionar el problema creado, recurriendo a la explotación de los reservorios subterráneos.

Por ejemplo, en el valle de Cajamarca, en el año 1968, para 8,000 Hás. cultivadas bajo riego sólo se dispuso 1.0 m³/seg. (*).

(*) Reconocimiento Hidrogeológico en el valle de Cajamarca. D.I.A.S. - Junio 1968.



En el departamento de Puno, las sequías son frecuentes y extremas, como las registradas en el mes de julio de 1957, junio y julio 1961 en que no cayó prácticamente ninguna precipitación .

Buscando solucionar los problemas causados por estas sequías, en este departamento se han hecho algunos experimentos para el aprovechamiento de las aguas subterráneas.

----- ○ -----
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA





II EL ESTADO Y LAS AGUAS SUBTERRANEAS

Pese a la gran importancia que tiene el agua del subsuelo en la vida económica del país, hasta hace algunos años no existía una política estatal capaz de definir la norma a través de la cual se promoviera el estudio, se alentara la explotación y se cautelara la eficaz utilización de este recurso.

Entre los problemas más graves se verifican los siguientes :

- Falta de técnica : Se constatan serias pérdidas económicas por construcción inapropiada de pozos.
- Ausencia de programas técnicos de explotación de los reservorios acuíferos del subsuelo. Estudios efectuados por la Dirección General de Aguas e Irrigación han puesto en evidencia la invasión subterránea de aguas marinas al continente, en unos casos y el agotamiento de los recursos en otros, por explotación incontrolada de napas, que destruye la calidad de renovable que tienen (generalmente) las reservas acuíferas del subsuelo (Caplina, Ica, Callao, etc.).

Solamente el año 1965, con la conciencia de la urgencia de remediar esta situación anárquica en la explotación y uso de un recurso tan valioso, se creó una "Comisión de Aguas Subterráneas" (C.A.S.) con el objeto de iniciar un metódico proceso de investigación hidrogeológica de nuestros valles costeros, a fin de inventariar el volumen y la calidad de sus aguas del subsuelo capaces de ser utilizadas para fines agrícolas, industriales o de abastecimiento de poblaciones.

La función de la C.A.S. se veía limitada por la falta de medios económicos aparentes y de una Ley que normara la racional explotación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos.

En la actualidad y como consecuencia de la reforma administrativa puesta en marcha por el Gobierno Revolucionario, la C.A.S., ha pasado a ser División y su cambio a Sub-Dirección ha sido también previsto para el presente año; esta disposición administrativa crea un ámbito jerárquico más aparente para una mejor acción de la entidad encarga-



da del manejo de las aguas subterráneas del país.

De esta manera, el Estado cuenta actualmente con un instrumento legal para hacer cumplir las normas, que como consecuencia de estudios adecuados, crea necesario aplicar a los usuarios del agua subterránea, no solamente con el fin de reglamentar la explotación del agua subterránea, sino de preservar este recurso que condiciona la vida en las regiones áridas y semi-áridas.

----- o -----
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA





III REPERCUSION DE LAS SEQUIAS EN LAS AGUAS SUBTERRANEAS DE LA COSTA PERUANA

La aridez de la zona costera es debida a la ausencia de precipitaciones. De este hecho las napas existentes son alimentadas principalmente por las filtraciones de los ríos que descienden de la Sierra y atraviezan la costa para desembocar finalmente en el mar.

La irregularidad de las descargas fluviales de nuestros ríos costeros, como consecuencia de la desigual repartición de las lluvias en las partes altas de las cuencas, influye en el comportamiento de las napas. El abundante volumen de agua aportado por los ríos, en una época del año (3 meses), alimenta a los reservorios acuíferos, y el excedente se pierde en el mar. A partir del momento que los ríos dejan de traer agua, cesa la alimentación de las napas y por el contrario estos mismos ríos las drenan.

Este proceso de las napas de los valles costeros, es reflejado claramente en la carta de curvas hidroisohipsas, del valle del río Saña. Sector de Cayaltí* (representan las curvas de nivel de la napa en el mes de setiembre de 1969) que muestra un drenaje de la napa por el río, explicable en esa época del año en que el río se encuentra en período de estiaje (Fig. 1).

Cuando se producen sequías, el caudal aportado por los ríos es mínimo o ninguno; las napas no reciben alimentación y por consiguiente no hay recarga, y dado que la explotación continúa e incluso se incrementa para compensar la falta de agua superficial, se inicia un fenómeno de de presión del nivel de las napas, con los consiguientes problemas que de ellos se derivan.

En el valle del río San Cristóbal (Sector Olmos) ** los estudios realizados muestran que las condiciones de realimentación son actualmente deficientes, estableciéndose una baja definida promedio de 0.4 m. por año del nivel piezométrico general (Fig. 2).

* Explotación de Aguas Subterráneas en la Hda. Cayaltí.
D.I.A.S. - Setiembre 1969.

** Perforación de nuevos pozos en Olmos.
D.I.A.S. - Noviembre 1968.



Este fenómeno y las óptimas características hidráulicas de los terrenos acuíferos condicionan la rápida y gran propagación del radio de influencia de los pozos, creándose interferencias que repercuten en la explotación de las napas, disminuyendo la producción de los pozos.

Otro de los problemas causados por la sequía, es la salinización de las napas en zonas cercanas al litoral.

La falta de agua superficial obliga a una mayor demanda de agua subterránea, y si la explotación no ha sido técnicamente planificada y luego reglamentada, se rompe el equilibrio existente entre la napa de agua dulce y la napa de agua salada, con la consiguiente invasión de agua marina hacia el continente.

Este caso está tipificado en el valle de Chilca *, donde estudios realizados por la D.I.A.S. han demostrado la sobre-explotación en algunos sectores, es decir que el bombeo supera a las posibilidades actuales de alimentación de la cuenca (Figs. 3 y 4).

Así, el agua dulce que proviene del valle no llega al océano.

Atraídas por el bombeo, las aguas marinas invaden cada vez más el continente (Figs. 5, 6 y 7).

Lima, 30 de junio de 1970.

* Estado de Explotación de las Aguas Subterráneas del Bajo Valle de Chilca.
D.I.A.S. - Agosto 1969.

WGP/nbc.
c.c.



ESTUDIO CAYALTI

CARTA DE HIDROISOHIPSAS

Setiembre - 1969.

- 40 HIDROISOHIPSAS
- POZOS

D. I. A. S.

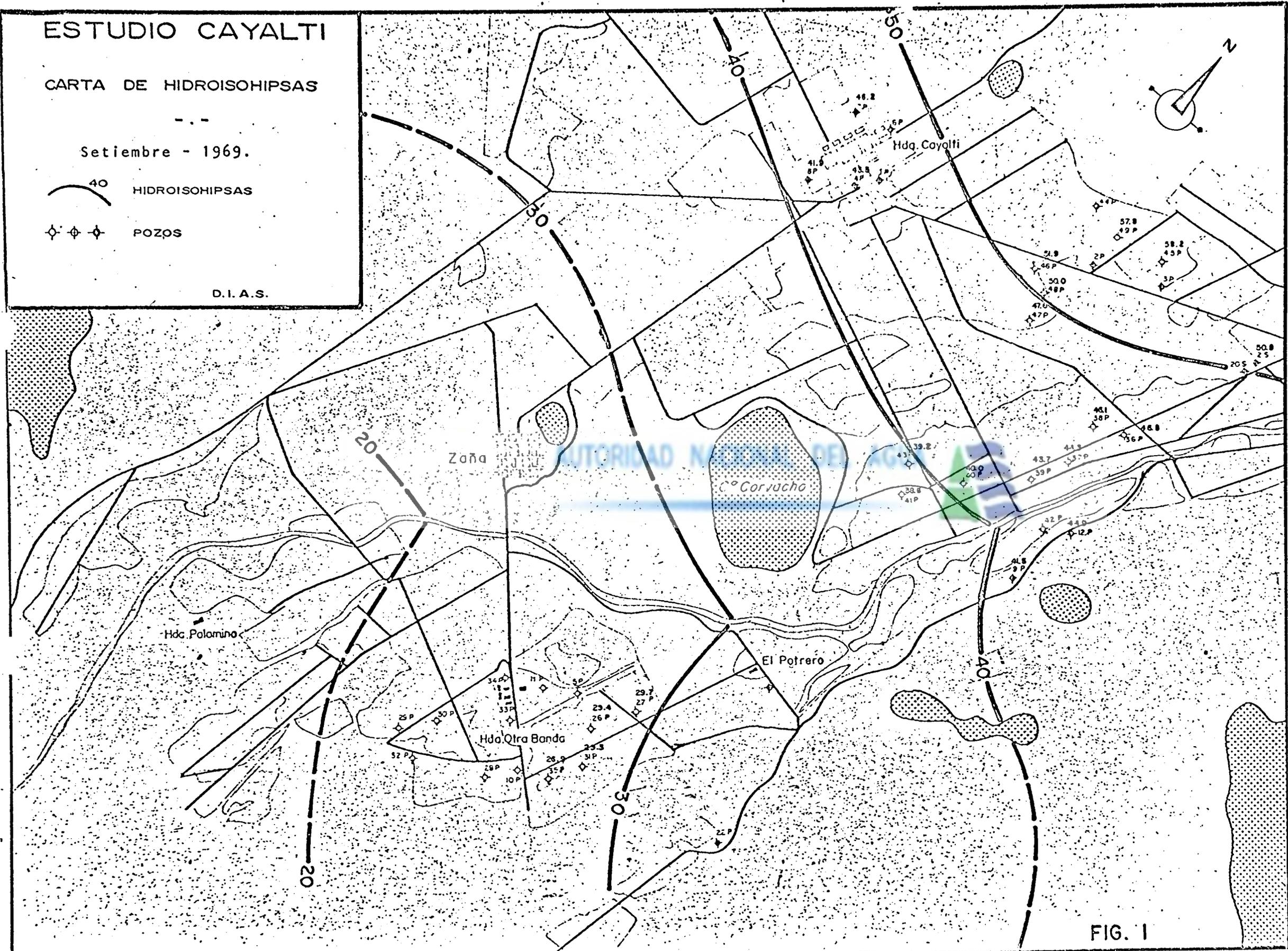
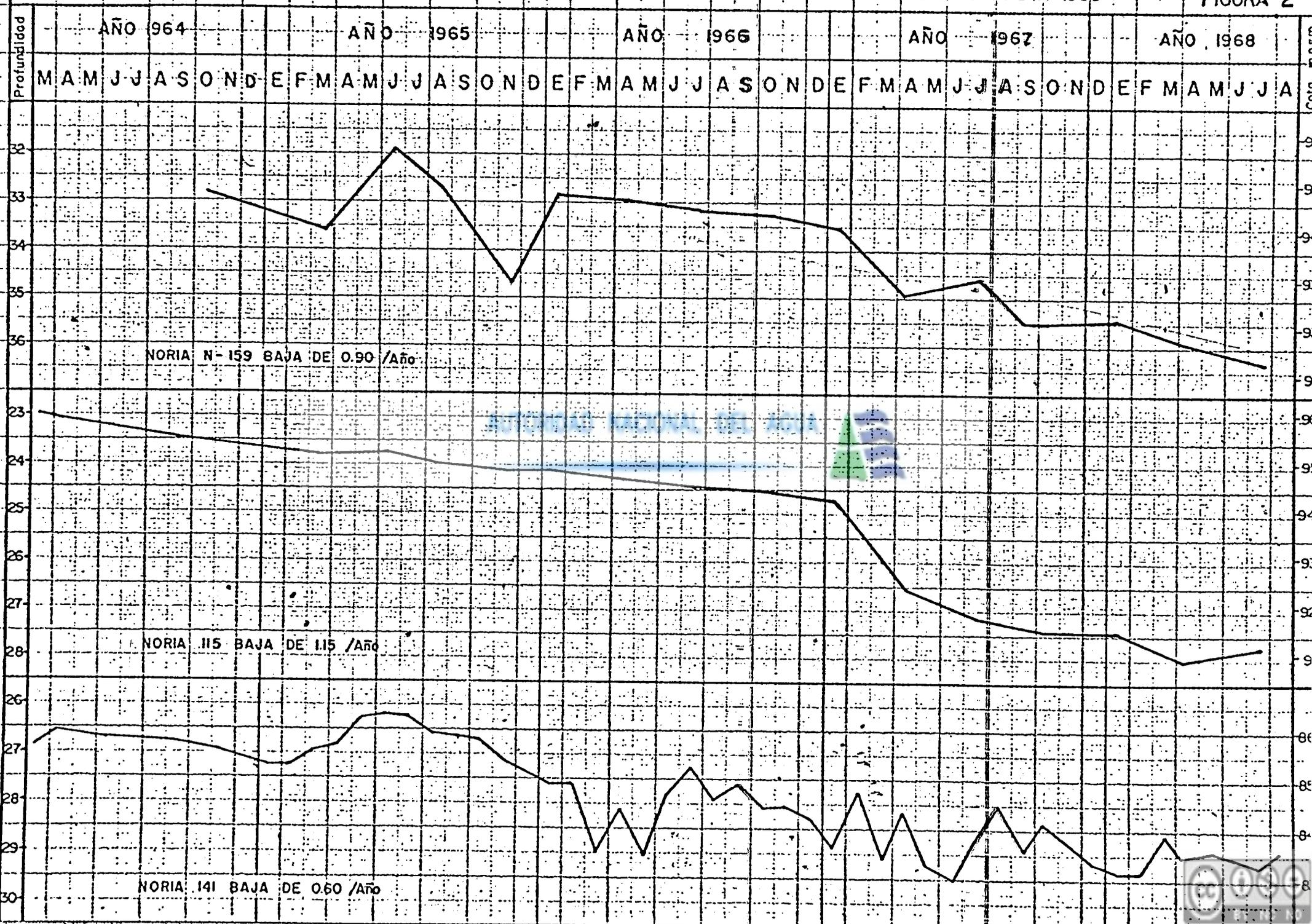


FIG. 1

EVOLUCION DEL NIVEL PI OMETRICO DE LA NAF

EN EL VALLE DEL RIO SAN CRISTOBAL
DE 1964 HASTA 1968
FIGURA 2

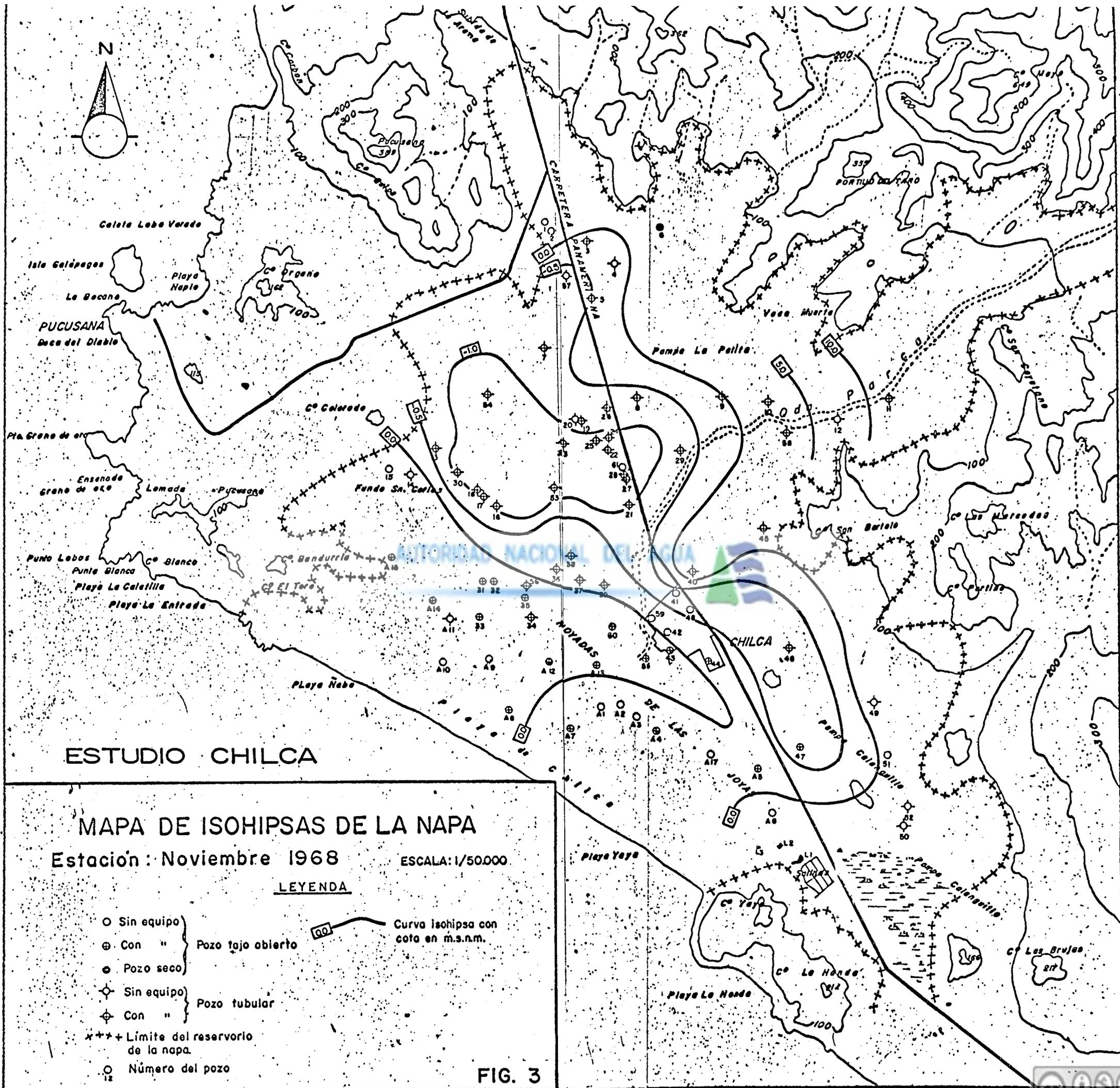


NORIA N-159 BAJA DE 0.90 /Año

NORIA 115 BAJA DE 1.15 /Año

NORIA 141 BAJA DE 0.60 /Año





ESTUDIO CHILCA

MAPA DE ISOHIPSAS DE LA NAPA

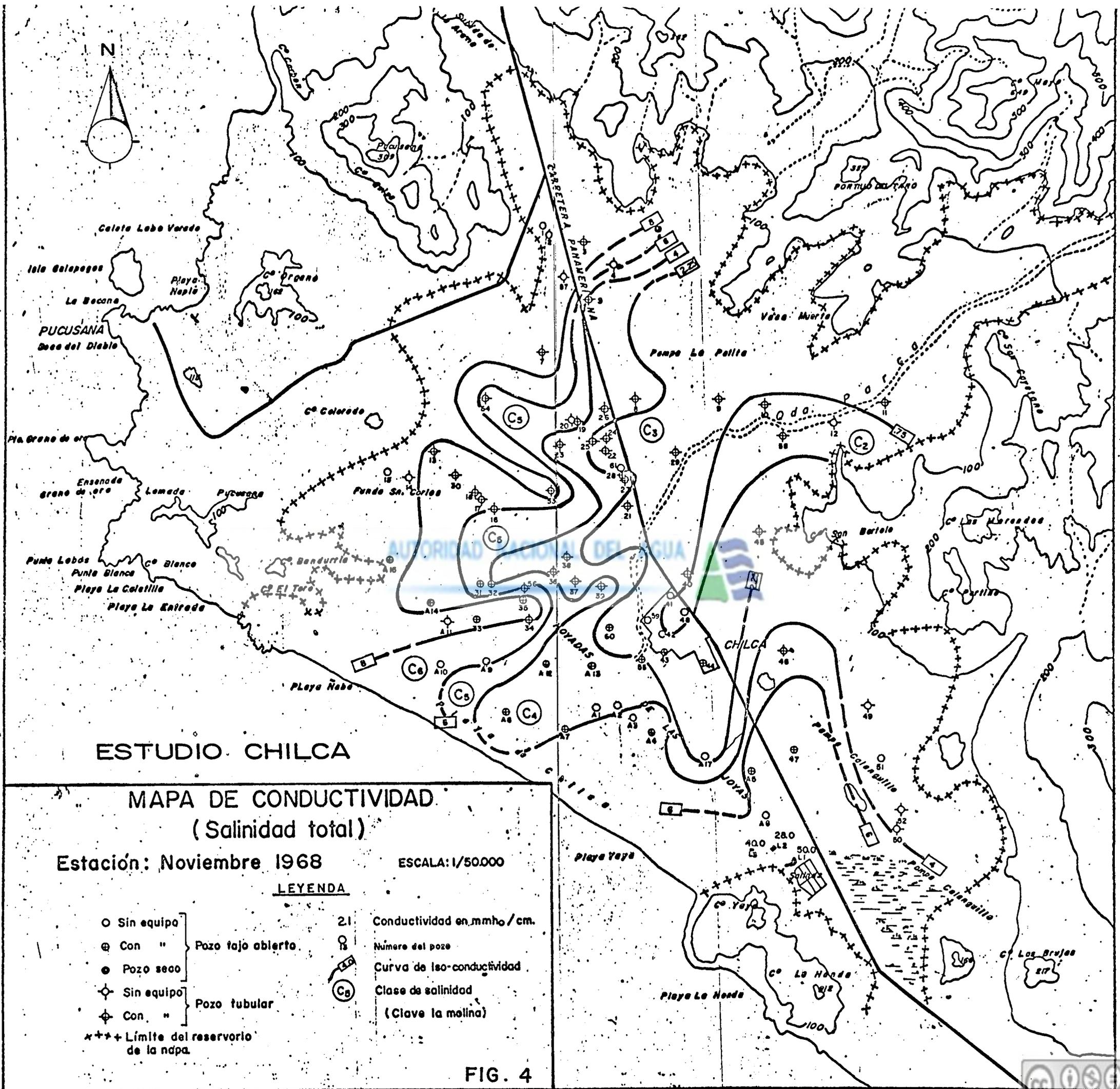
Estación: Noviembre 1968

ESCALA: 1/50.000

LEYENDA

- Sin equipo
- ⊕ Con " } Pozo fajo abierto
- Pozo seco
- ◇ Sin equipo
- ⊕ Con " } Pozo tubular
- +++ Limite del reservorio de la napa.
- Número del pozo
- Curva isohipsa con cota en m.s.n.m.

FIG. 3



ESTUDIO CHILCA

MAPA DE CONDUCTIVIDAD
(Salinidad total)

Estación: Noviembre 1968

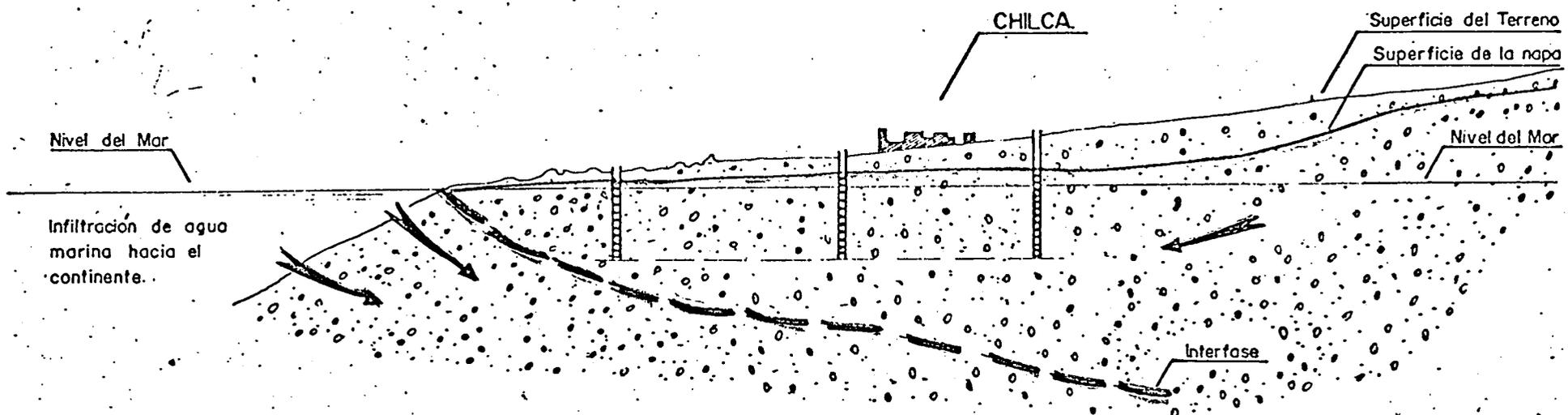
ESCALA: 1/50.000

LEYENDA

- | | | | |
|--|---------------------|----|----------------------------|
| ○ Sin equipo | } Pozo fajo abierto | 21 | Conductividad en mmho/cm. |
| ⊕ Con " | | ○ | Número del pozo |
| ● Pozo seco | } Pozo tubular | | Curva de iso-conductividad |
| ⊕ Sin equipo | | ⊕ | Clase de salinidad |
| ⊕ Con " | | ⊕ | (Clave la molina) |
| x+++ Limite del reservorio de la ndpa. | | | |

FIG. 4

ESTUDIO CHILCA

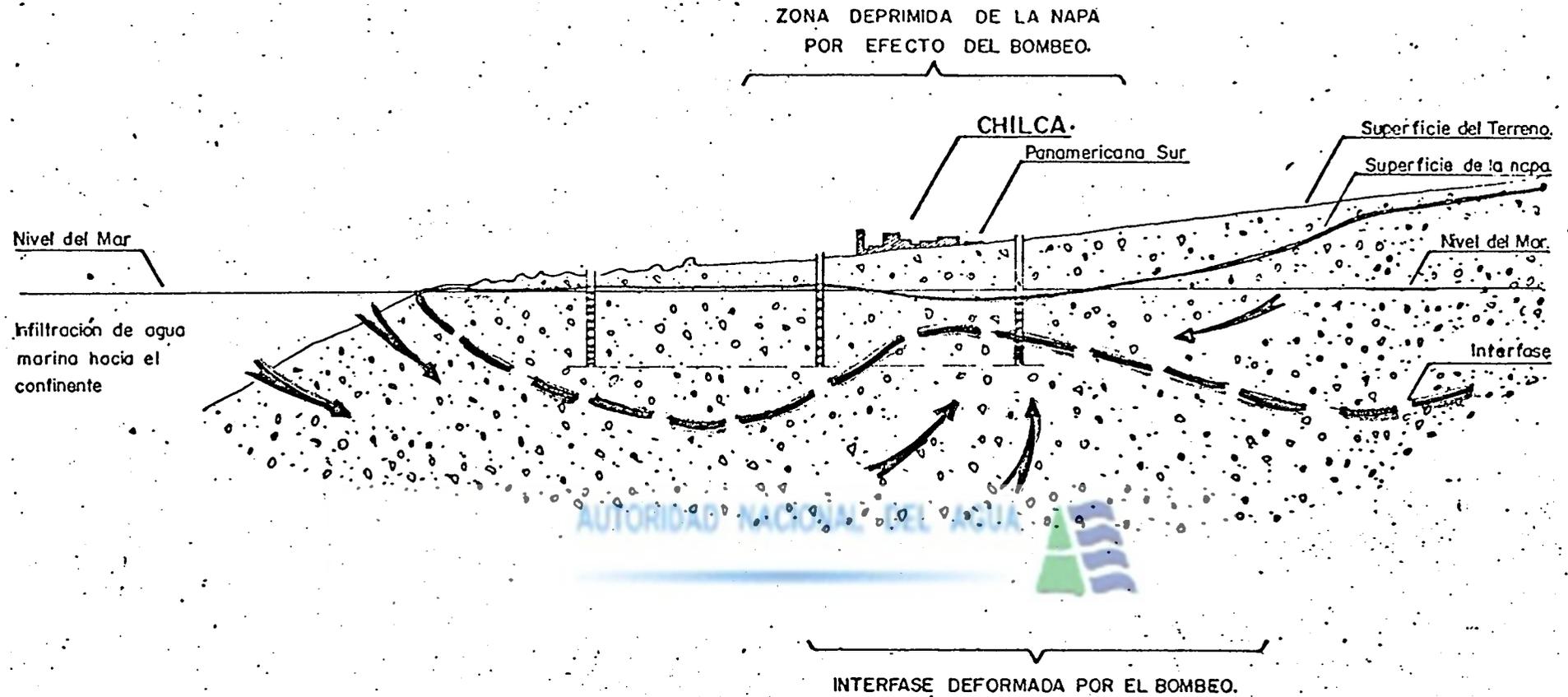


AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

ESTADO ANTERIOR (sin mayor explotación).

FIG. 5

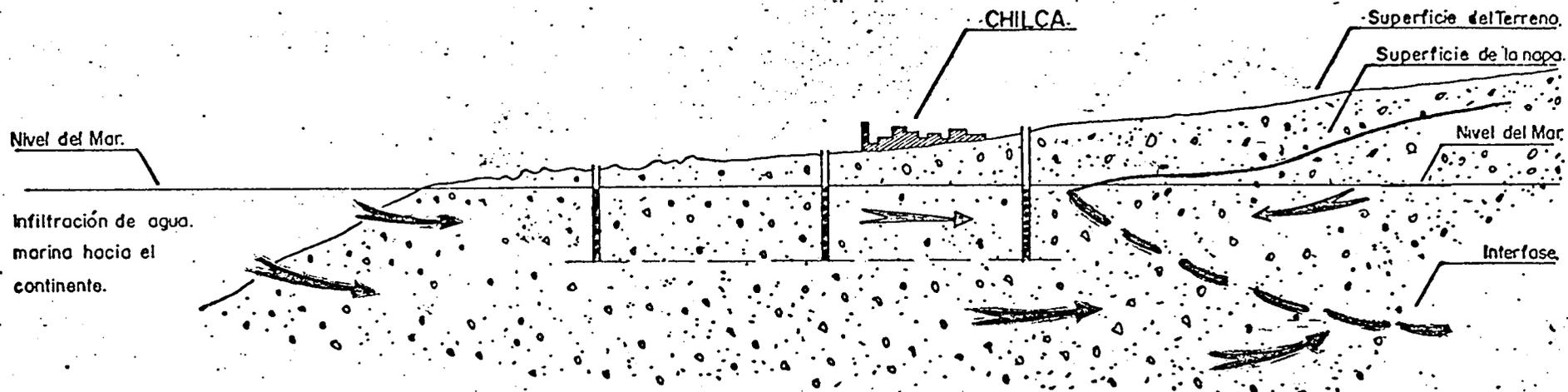
ESTUDIO CHILCA



ESTADO ACTUAL (debido a la sobre-explotación).

FIG. 6

ESTUDIO CHILCA



AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

ESTADO FUTURO (de continuar la sobre-explotación)

PERFIL LONGITUDINAL ESQUEMATICO — VALLE DE CHILCA.

PROCESO DE INTRUSION DEL AGUA DEL MAR.

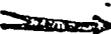
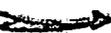
-  Acuífero del Valle.
-  Agua dulce (de la napa).
-  Agua salada (del mar).

FIGURA 7

D.I.A.S. 15/3/84

