

3.1.3. Pruebas de bombeo

1) Propósito y Método de pruebas de bombeo

Las pruebas de bombeo conducen a obtener el coeficiente de permeabilidad del suelo requeridos para determinar la cantidad del propio bombeo del pozo. El test de bombeo incluye pasos de pruebas de bombeo, exámen de Acuífero exámen de grupo de pozos, etc. En este estudio los pasos de las pruebas de bombeo fueron conducidos para obtener el coeficiente de permeabilidad del Acuífero. En este método de exámen la cantidad de bombeo se divide en etapas, el bombeo es continuo durante cierto tiempo hasta que el nivel del agua se estabilize y por repetición de este trabajo en un número de veces, la relación entre la cantidad de bombeo y el nivel del agua reducida se obtiene como una grafica plana. Generalmente, las curvas obtenidas tienen un punto de inflexion y la cantidad de bombeo correspondiente a ests punto de inflexion es llamado: "Cantidad de bombeo marginal". De está cantidad de bombeo marginal, se encuentra el balance del agua en la base de las aguas subterráneas en el pozo, está es la forma más segura de cantidad de bombeo. Las pruebas de bombeo se intentaron para la construcción de pozos en está area empezando a trabajar.

Los pozos examinados son pozos yá existentes. Si la capacidad del acuífero es excesivo con relación a la capacidad de las pruebas de bombeo, la curva no mostrará hingu punto de inflexion y la cantidad marginal del bombeo no podrá abtenerse.

Sin embargo, aún en este caso, el coeficiente de permeabilidad puede obtenerse. Por lo tanto haciendo uso de parametros hidraulicos conseguidos en este exámen, sería posible calcular la cantidad de bombeo en el pozo planeado, además tomar en cuenta la cantidad y la capacidad

especifica, etc. para calcular la perforación del pozo planeado y la capacidad de las pruebas de bombeo.

2) Preparaciones

Antes de comenzar el examen los pozos existentes fueron examinados, desde el punto de vista hidrológico y fluctuaciones de la calidad del agua, tomando en cuenta las precauciones generales nombradas abajo, los pozos a ser probados determinarían ciertas condiciones. Todos los pozos eran propiedad privada o de personas jurídicas y los pozos en los cuales se puede hacer la prueba de bombeo son 7 como mostramos en la Tabla 3.1.3-1.

Precauciones generales en la selección de pozos.

- La superficie del agua subterránea no debería ser poco profunda.
- Un espacio ancho como sea posible sería más útil.
- Canales de agua antiguos y pantanosos, cargados y represados si fuera posible con fácil drenaje.
- No debería existir pozos de bombeo alrededor.
- Fácil uso de electricidad

Tabla 3.1.3-1

Well No.	Owner ship	Dia	Depth	Water Level	Supply of Electricidad	Pump	Condiciones	Execution of Pumping Test
22	INFOR	8-5/8"	52m	-12.9m	0	0	Δ	0
29	CENACO	6-5/8"	64m	-19.4m	0	-	0	0
31	INSA PP-1	8-5/8"	62m	- 9.0m	-	-	0	
38	CORDEPAZ	8"	48m	- 1.7m	-	-	0	
39	SAMAPA	6"	40m	-13.3m	-	0	0	0
41	AASANA	8"	53m	- 2.4m	-	-	Δ	
42	CONVI	6"	60m	-25.0m	0	-	0	

En la tabla mostrada, los pozos Nos.31, 38 y 41 no tienen

suministro eléctrico pero son considerados los más importantes para las pruebas de bombeo por sus características generales y por cumplir las precauciones nombradas anteriormente. De tal manera que el generador preparado por el lado Boliviano fue llevado al lugar y la bomba fue instalada y puesta en operación. Sin embargo, la capacidad del generador no fue suficiente entonces se probó generadores pertenecientes a diferentes organismos gubernamentales, etc. indicando que no había generadores con suficiente capacidad. Entonces fue suspendida la prueba de bombeo con generadores. Los pozos Nos. 22, 29, 39, y 42 tienen un suministro de poder comercial y de ellos los pozos Nos. 22, 29 y 39 fueron seleccionados para la prueba de bombeo y se realizaron las preparaciones correspondientes.

Equipo de medición de cantidad de bombeo

Para medir la cantidad de agua, 60° de insición o 90° de insición es usada de acuerdo a la cantidad pequeña o grande de agua. La bomba preparada por el lado Japonés, tenía una capacidad máxima de 15 lit/s.

De tal manera que 90° JIS insición standard fue llevada desde el Japón y de acuerdo a los dibujos diseñados por la misión de estudio, fue fabricada también una caja de insición con medidas para cada litro.

La fórmula usada para la medida es la siguiente:

$$Q = C H^{5/2} \quad \text{--- Eq. 1}$$

donde Q : flujo de litro/seg.

C : coeficiente 0.014

H : profundidad del sobreflujo

Equipo de medición de nivel de agua para medir el nivel de agua se usó una sonda magnética de medición eléctrica.

Durante el examen en la etapa de preparación sucedió que los instrumentos de medición fueron recogidos por los recortes de cable

dentro del pozo. Entonces la posición de los tubos de bombeo fueron desplazados suavemente. Se hicieron diversos ejercicios para obtener medidas exactas del nivel de agua.

Pruebas de bombeo

Se decidió que la prueba de bombeo sea hecha por el lado Japonés, como una regla.

Después de ingresar a Bolivia, se omaron las plevisiones necessarias como empaquetadvras para protegel los cables de conexion, cortado y roscado de tubos para instalación de la bomba etc. Antes de empezar las pruebas de bombeo en el lugar, se confirmó el funcionamiento de la bomba (en las plantas de purificación de agua en la zona del Alto, revisión de las valvulas de control de flujo, revisión del calibrador de presión, revisión de la sonda de bajo nivel de agua.

3) Trabajo de Observación

El trabajo se realizó en tres pozos. En el pozo No.22 INFOL, No.39 SAMAPA, donde existen bombas instalasdas, la cuales fueron usadas y en el pozo No.29 CENACO, la bomba preparada por el lado Japonés fué usada. En INFOL y SAMAPA, la valvula de compuertas, calibrador de presión, etc. fueron deficientes para la prueba de bombeo, el conducto curvo, la valvula de aire, el calibrador de presión, y la valvula de compuertas preparada por el lado Japonés, fueron instaladas y usadas. Al comenzar l a preueba de bombeo, la valvula de presión, la valvula fué llenada y cerrada y después de confirmar la presión usando la insición. Este procedimiento, vació uniformemente la cantidad de bombeo por la valvula de operación.

INFOL

Fábrica en construcción, sow se puede utilizar los Sabados y Domingos, por esa razón.

En Sabado se realizó la reconexión de tubos, en la construcción del canal de drenaje se removió el barro y se hizo la observación preliminar. El día Domingo, la prueba de bombeo se realizó desde muy tempranas horas de la mañana hasta la noche, se trató de mover la bomba existente, pero el pozo estaba justo bajo la cabeza de la base del tanque de agua y la bombeo no pudo ser inducida, entonces inevitablemente se decidió usar la bomba existente.

En la observación preliminar se confirmó que la cantidad máxima de bombeo, por el alcance de la bomba fue de 5 lit/s. Asimismo en la observación final fue incrementado por 1 lit/s comenzando con 1 lit/s hasta la válvula final, la cual fue medida en terminos de máximo bombeo por la cantidad de la bomba y deberia darse un examen de recuperación.

Los resultados de la prueba de bombeo, mostramos en la Fig.3.1.3-3.

CENACO

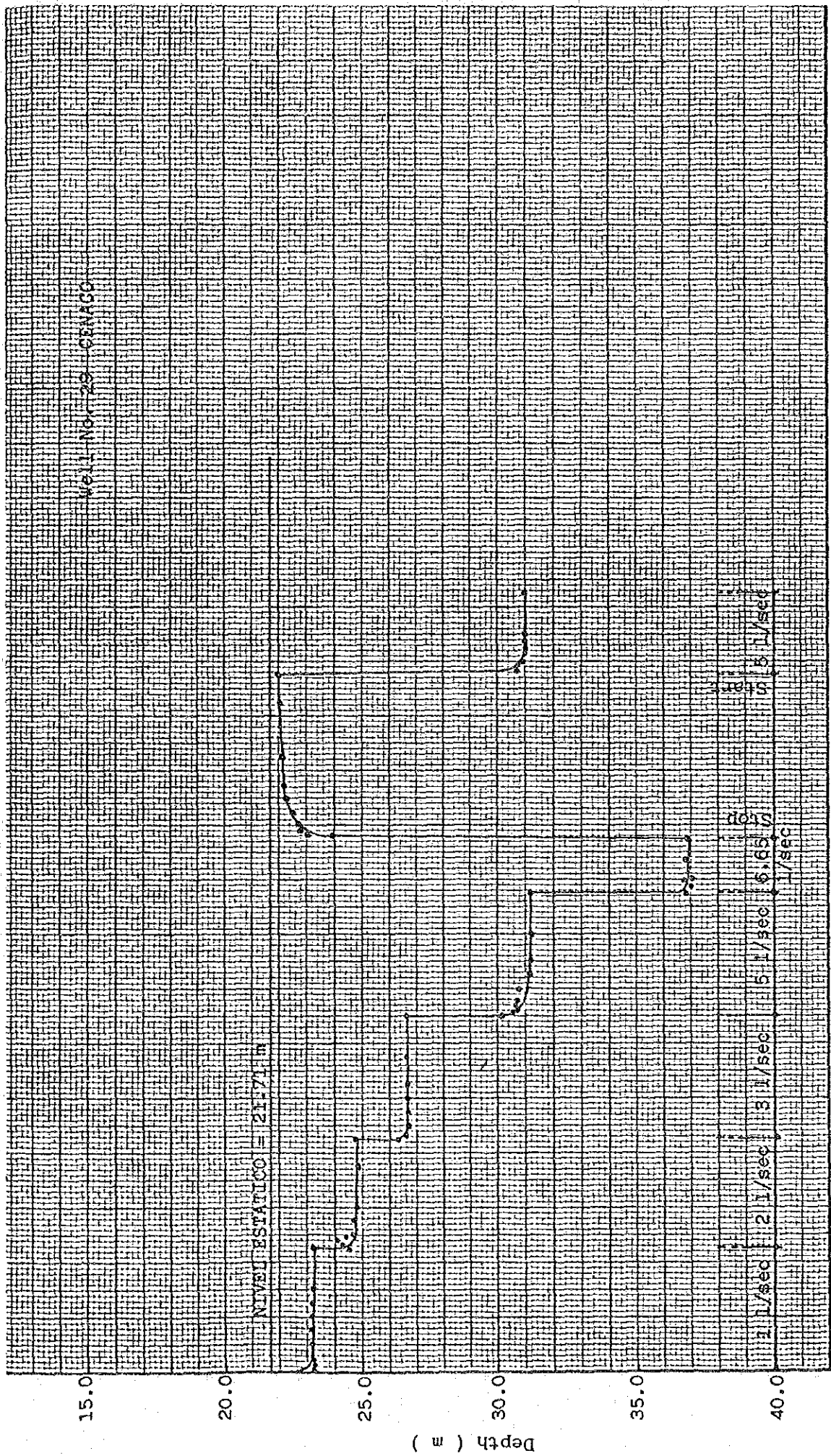
Este lugar fue usado como almacenes de propiedades nacionales. El superintendente de la zona dijo que se podia comprar el agua y no se necesitaba otra. Entonces la bomba se cambio de lugar. La bomba preparada por el lado Japonés fue instalada y se realizaron las observaciones preliminares. Como el pozo habia sido usado por mucho tiempo, el primer día se drenó el lodo y limpiando como primera medida, la bomba fue instalada en posición 37 m abajo en posición vertical.

El más bajo nivel de agua 37 m del nivel dinamico fue marcada, situación similar al pozo de INFOL, incrementó de 1 lit/s, comenzando de 1 lit/s, la cantidad de bombeo de cerca a 37 m fue tomada como el test de bombeo. El paso final fue de 36.9 m y se notó una cantidad considerable de arena filtrada. Los resultados de la prueba de bombeo mostramos en la Fig. 3.1.3-1.

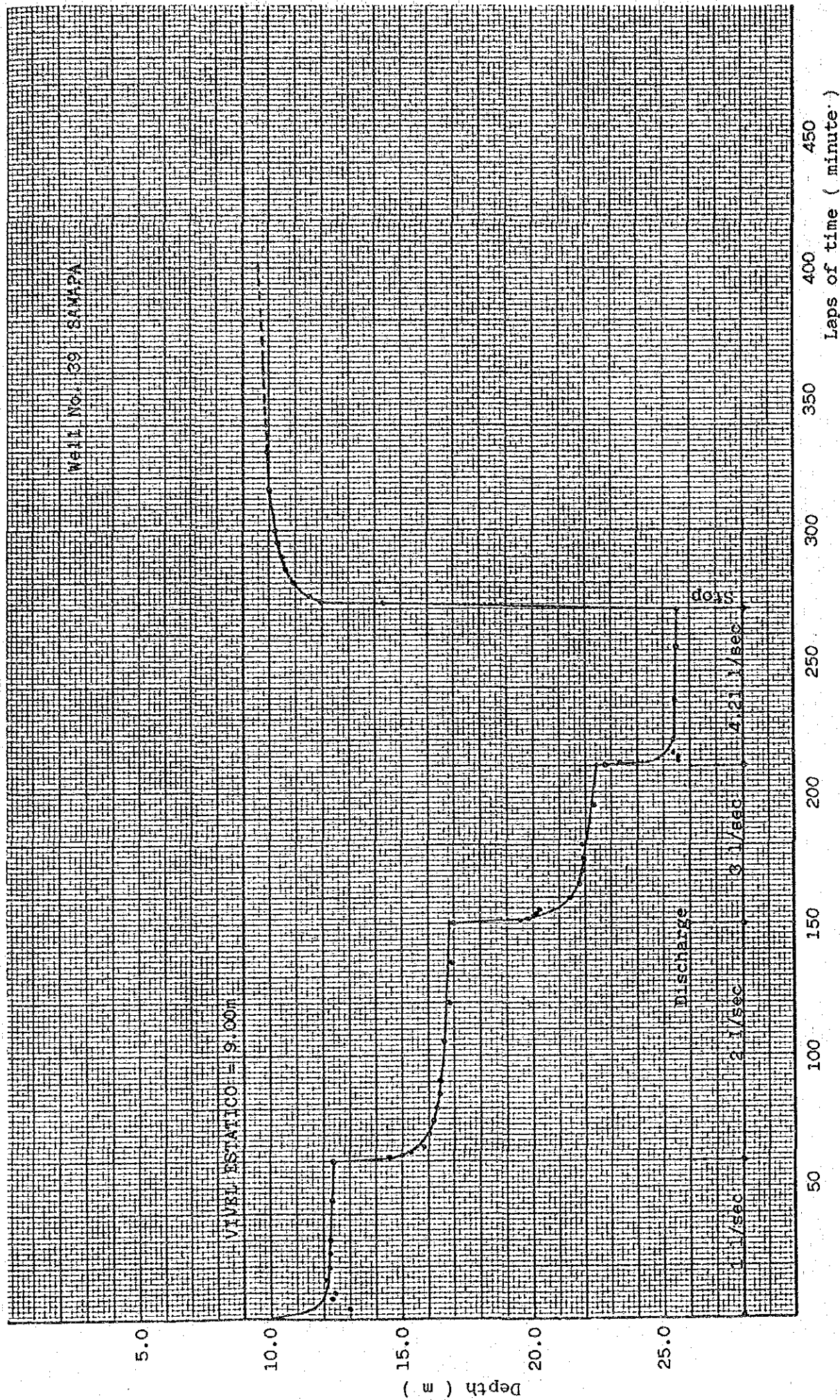
SAMAPA

Fué justamente antes que los tubos fueran conectados despues de completar los trabajos. Este pozo está situado en el lencho del canal de Río Seco. Se juzgo que la cantidad de arena fina es menor que en otros. En lugar de asentar un juego de filtros GL-27 m se instaló la bomba GI-30 m, similar a las otras, fueron incrementados por 1 lit/s comenzando en 1 lit/s hasya la maxima cantidad de bombeo de la bomba o la cantidad critica de bomba se obtuvo por influencia de la arena.

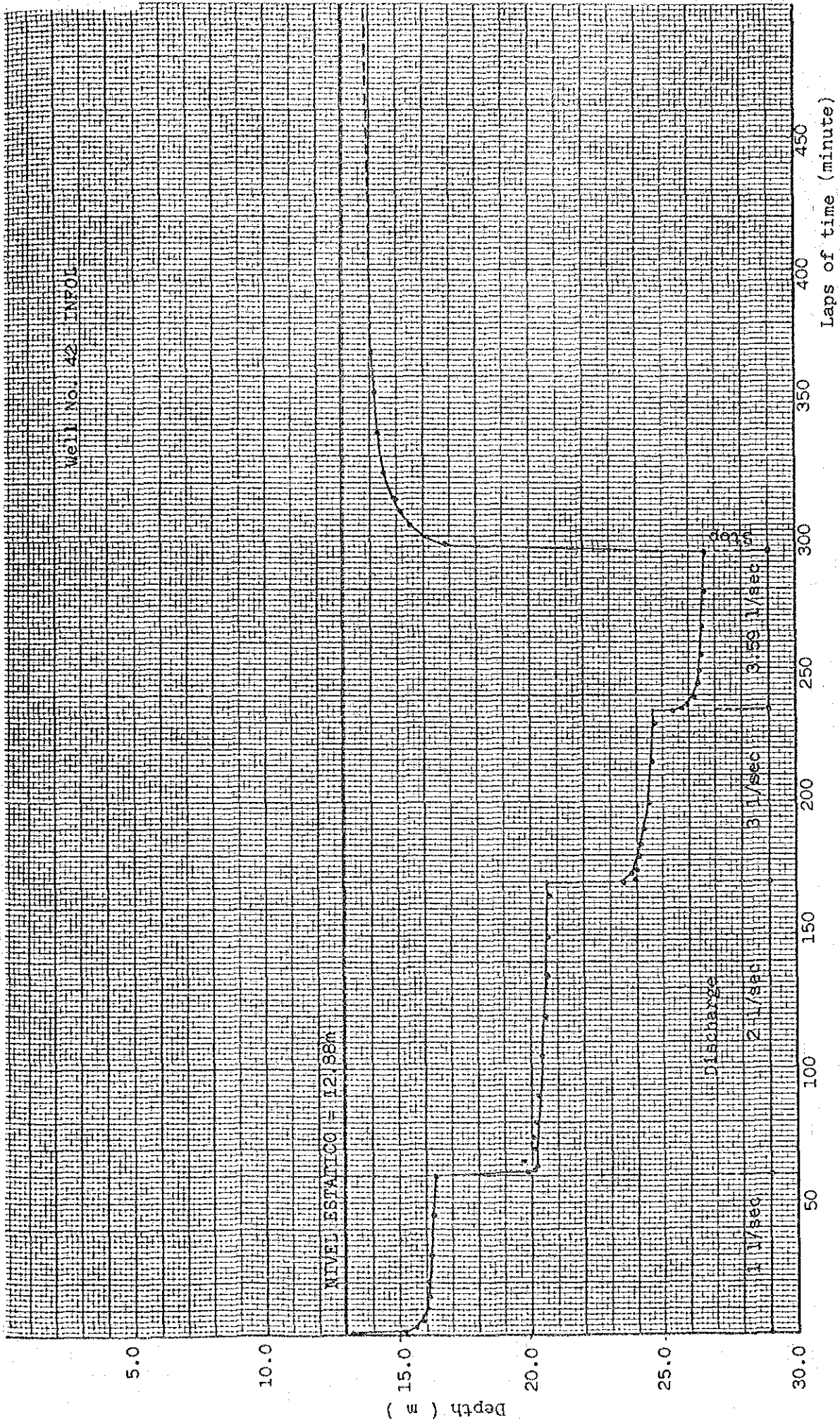
En la etapa final la cantidad de bombeo fué de 4.2 lit/s y el nivel del agua fué de -25.5 m. Los resultados de está prueba de bombeo mostramos en Fig.3.1.3-2.



3.1.3 - 1
fig. RESULT OF PUMPING TEST (1)



3.1.3-2
fig. RESULT OF PUMPING TEST (2)



3.1.3-3
fig. RESULT OF PUMPING TEST (?)

4) Resultados de la observación

De acuerdo con la ecuación de equilibrio (Eq.3) por la penetración completa no confirmada del pozo de agua, se obtuvo el cada pozo, la cantidad de bombeo de cada pozo en las pruebas fueron tomadas como bombeo crítico de cantidad y este 70% se tomó de una cantidad de bombeo propio en el calculo.

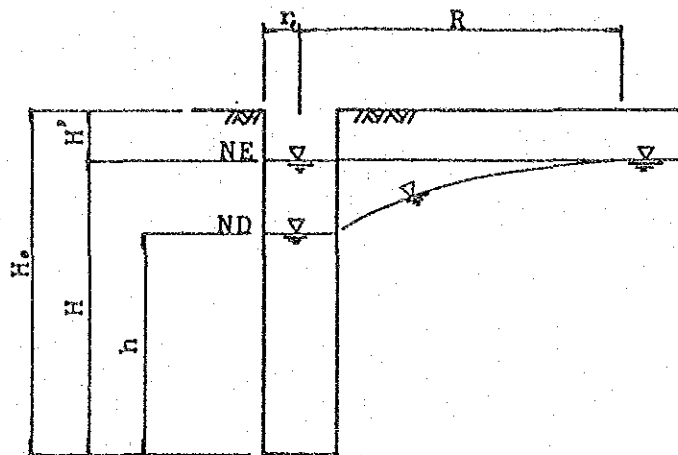


Fig.3.1.3-4

Equilibrium equation

$$Q = \frac{\pi k (H^2 - h^2)}{2.3 \log R/r_0} \quad \text{--- Eq.3}$$

where Q : Pumping Quantity (m³/min)
H₀ : Well Depth (m)
H' : Natural Water Level (NE)
h' : Depth of Natural Water Level (m)
h : Running Water Level (m)
r₀ : Well Radius (m)
R : Influence Range Radius (Assumed as 400 m)
k : Permeabilidad Coefficient (m/min)

Well No.22

$$0.18 = \frac{3.14 k (38.5^2 - 14^2)}{2.3 \log 400/0.1} \quad k = 0.3 \times 10^{-3}$$

Well No.29

$$0.3 = \frac{3.14 k (41.9^2 - 10.7^2)}{2.3 \log 400/0.08} \quad k = 0.49 \times 10^{-3}$$

Well No.39

$$0.18 = \frac{3.14 k (31^2 - 17.19^2)}{2.3 \log 400/0.08} \quad k = 0.7 \times 10^{-3}$$

The permeabilidad coefficient is in a range of 0.3 to 0.7×10^{-3} and its average value is 0.5×10^{-3} m/min.

Normalmente observando la profundidad de los pozos en los trabajos de agua en la ciudad, la cantidad de bombeo es de $1,000 \text{ m}^3/\text{día}$ por pozo o más, tomado como una medida, considerando la construcción, mantenimiento y costos de dirección.

Como indican los resultados de la prueba bombeo se considera que los pozos a ser desarrollados en el futuro, deberán tener mucha profundidad y perforación más amplia que los pozos existentes. Sin embargo, en la parte Norte del Distrito del Alto, la cantidad de bombeo, no incrementó pese a que la profundidad y la perforación fueron aumentadas.

Esto se debe a la influencia de las montañas y la profundidad de morrenas cerca 170 m , el aumento de la profundidad no es efectiva. Este punto está de acuerdo con los resultados de prospección eléctrica, por esto, a manera de esperar cantidades mayores de agua, se desearía construir pozos en el area Sur donde la profundidad de morrena es mayor.

Ejemplo 1.

En el caso de la profundidad del pozo de 140 m , el nivel del agua decrece 20 m y la perforación del pozo es de 300 mm :

$$Q = \frac{3.14 \times 0.5 \times 10^{-3} \times (130^2 - 110^2)}{2.3 \times \log 500/0.15} = 0.951 \text{ m}^3/\text{min.}$$

De este modo, la cantidad de bombeo por día es:

$$0.951 \times 60 \times 24 = 1,369 \text{ m}^3$$

Ejemplo 2.

En el caso de la profundidad del pozo de 120 m, el nivel del agua decaese 25 m y la perforación del pozo de 300 m.

$$Q = \frac{3.14 \times 0.5 \times 10^{-3} \times (110^2 - 85^2)}{2.3 \times \log 500/0.15} = 0.945 \text{ m}^3/\text{min.}$$

De tal manera, que para abrir nuevos pozos, se debería seleccionar el area donde exista 100 o más metros de morlena.

3.2. Meteorología e hidrología

3.2.1. Parámetros meteorológicos

Las observaciones Meteorologicas e hidrologicas se realizaron en tres lugares: Milluni Tuni y Condoriri, donde existen recursos de agua para la ciudad de La Paz, se hicieron trabajos para el agua en el area estudiada en el Alto y en el Aeropuerto, se tomo datos de la caida de lluvia diaria, datos de temperatura de aire diaria máxima y minima, y lo que fué la temperatura diaria desde 1982 hasta 1986 (Fig.3.2.1-1).

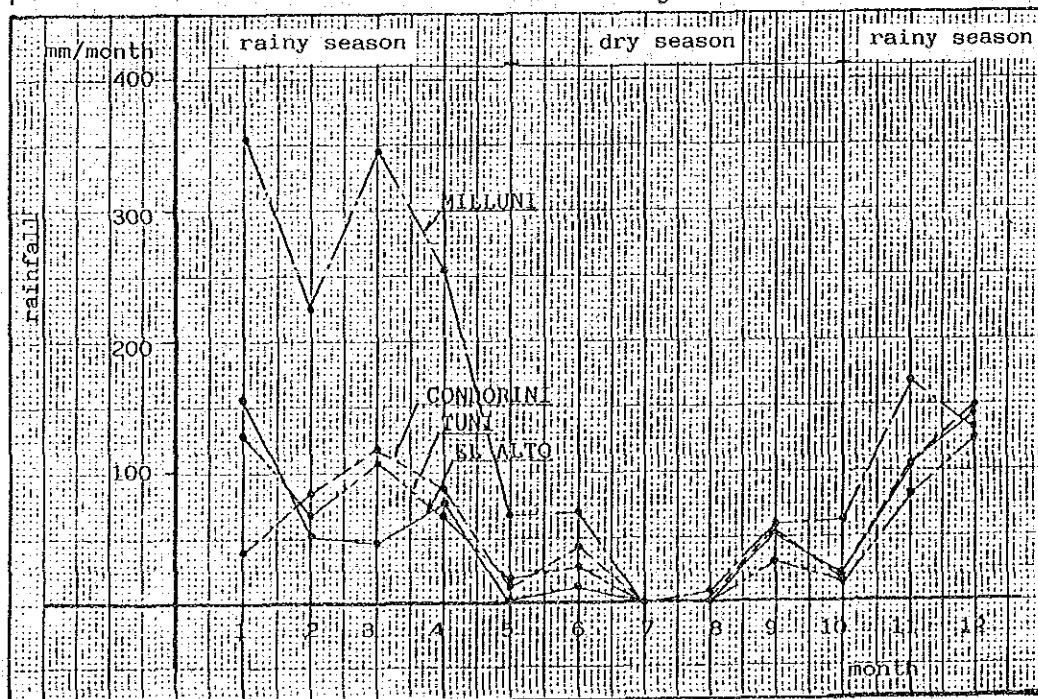


Fig.3.2.1-1 Regional mean annual rainfall (1985)

3.2.2. Observaciones de nivel de aguas subterráneas

1) Método de examen

a. Recopilación de datos y reordenamiento

La Mayor parte de los pozos existentes en el area de estudio, fueron construidos por GEOBOL, por esto los datos se mantienen custodiados por ellos, los datos de 42 pozos existentes que parecen tener alguna relación con este estudio fueron coleccionados, los pozos construidos por GEOBOL, son en su mayoría del requerimiento y uso de varias fábricas en el Distrito del Alto y pocas para uso individual. Los datos de cada pozo incluyendo posición, propiedad, año de construcción, personal maquinaria usada, condición de ejecución, condición geológica, instalaciones de cubiertas y pantallas, resultados de la prueba de bombeo, etc. nos orientaron para estudiar la condición de construcción y los registros fueron basados en esto datos.

b. Exámen de pozos existentes

Los pozos existentes para se examinados fueron construidos en 1974 a 1987. A manera de construcción hasta el presente, se basó en el registro mencionado en la pagina anterior.

Los items de estudio son siguientes:

- Condiciones presentes de operación
- Diámetro del tubo y clase de tubos de bombeo
- Nivel estático del agua y nivel de la corriente de agua, decrecimiento del nivel de agua
- Cantidad bombeada por día.
- Tiempo de operación por día.

c. En los pozos existentes, seleccionados del registro provisional de pozos, se midió el nivel máximo de pozo y nivel máximo de tierra es

decir la altura. Este estudio fué conducido por 2 equipos de miembros de SAMAPA.

d. Preparación de lista de pozos

En los siguientes items seleccionados por los equipos de examinación, está lista fué preparada:

- Pozo No.
- Nivel estático del agua (altura)
- Diferencia del nivel estático del agua entre el tiempo de construcción al tiempo presente.
- Perforación de pozos
- Profundidad de pozos
- Posible cantidad de bombeo a tiempo de construirse.

2) Exámen en época de lluvia

Por la observación del nivel de agua, haciendo uso de los pozos existentes, la condición de flujo de las aguas subterráneas teinen un valor inicial para recargar macanismos de analisis. Entonces se aprovecho el nivel estático del agua para la medición.

Mediante el exámen de recuperación del nivel de agus se confirmo que el nivel estático del agua, recupero despues del lapso de 1 hora apagado el motor, por esto el nivel de agua fué medido en aquellos pozos que no habian sido operados y en aquellos que se mantuvieron parados durante más de 1 hr. Durante el periodo de estudio sucedio que 4 dias consecutivos fueron Feriados Nacionales incluyendo Sabado y Domingo, en estos días todas las fábricas del Distrito del Alto suspendieron sus actividades. El último día se midio el nivel de agua en cualquier cambio en el nivel de agus despues de 1 hora de paro. Los items donde aclaramos el exámen de la estación de lluvia es el siguiente:

a. En el area donde la distancia entre pozos es pequeño, el nivel estático del agua decrece año tras año y produce una interferencia mutua.

b. En el area donde la distancia entre pozos es largo, y la cantidad de bombeo es pequeña, el nivel de agua subterránea sufrió un ligero cambio desde 1973.

c. Los resultados de los exámenes recuperados, y la observación del decrecimiento del nivel de agua indica que el tiempo de reacción es corto y el nivel del agua estático y dinamico, pueden ser facilmente medidos.

d. Para la perforación de pozos, la cantidad de bombeo es pequeña.

3) Exámenes en estación seca

El examen en esta estación fue hecha casi por la misma tecnica utilizada en la época de lluvia, comparando el nivel de las aguas en la estación seca y de lluvia, indican una fluctuación vertical que difiere de la dirección con el area.

Esto es en el area central del Distrito del Alto de La Paz. El nivel de agua en la estación seca tiende a disminuir con relación a la época de lluvias, pero en otras areas los valores son aproximadamente los mismos.

Las magnitudes y causas de los flujos de cada area, son investigadas de la siguiente manera:

a. Area Central del Distrito del Alto, (llena de fábricas)

Esta area está poblada de fábricas, se considera que el nivel de aguas subterráneas disminuye por el consumo de agua en la estación seca. El aumento de consumo es debido al suministro de agua para la agricultura más que para el uso de operación de las fábricas (Tabla 3.2.2-1).

Tabla 3.2.2-1

Well No.	Name of Town	Fluctuation Range of Water Level *
5	LIQUID CARBONIC	-1.50
6	BERA BOLIVIA	+0.34
7	YASCAL	-0.04
24	CENACO	-1.55
27	IMBOLSA	-2.23
28	ARANDO	-2.31
	Total	-7.29
	Mean	-1.22

* Comparing with the Water Level of the Rainy Season.

b. Otras areas en la parte central del Distrito del Alto (Casi sin Viviendas)

En estas areas, el consumo de agua es solo para beber y es pequeña. De modo que las fluctuaciones debido al bombeo son también pequeñas. Se considera que en estas areas hay una pequeña diferencia de nivel de aguas subterráneas entre ambas estaciones.

Tabla 3.2.2-2

Well No.	Name of Town	Fluctuation Range of Water Level *
2	FANVIPLÉN	-0.32
3	LABOFARMA	0.00
9	GEOBOL	-0.06
8	HORMITABOL	+0.20
18	BAWVI	-0.87
17	ELMEL	-0.53
20	JABONES PARTRIA	-0.16
13	CONVIFAO	+1.24
10	Y.P.F.B.	+0.46
12	COVIMA	+0.69
31	INSA	+0.39
	Total	+1.04
	Mean	+0.09

* Comparing with the Water Level of the Rainy Season.

4) Exámen continuo

Observando los pozos existentes, los registros de fluctuación de nivel de agua, no estan disponibles, poreste motivo fué instalado un limnigrafo automatico en uno de los pozos existentes y las medidas de fluctuación de nivel de agua de largo término fueron comenzadas.

Se decidió instalar el instrumento en el pozo de GEOBOL (pozo No.9) en la que los habitantes troncaron las mediciones en dos oportunidades. La preparación del diseño, y montaje de la estación de registro estuvo a cargo de SAMAPA.

Con la presencia de la misión de estudio , la medición comenzo el 25 de Febrero de 1987 y continuó hasta el 31 de Julio, concluyendo el exámen de la época seca. Durante este periodo se reemplazaron los registros uns vez al mes por SAMAPA, la medición fué truncada 2 veces por problemas ocurridos. Los resultados obtenidos son casi suficientes para ejecutar los propósitos intentados al principio.

Además, el valor diario máximo, valores mínimos, fueron leidos por SAMAPA en los gráficos y los resultados de la computadora preparados por el lado Japonés, cuyos datos fueron procesados para preparar gráficas y tablas.

Los siguientes son los datos encontrados:

- Máximo nivel de agua diariamente
 - 13.74 m en Marzo 1 (estación lluviosa)
- Mínimo nivel de agua diariamente
 - 15.34 m en Julio 30 (estación seca)
- Valor de fluctuación máxima diariamente
 - 0.76 m en Febrero 28

De este pozo no se bombeo el natural o normal nivel de agua que

debería ser medido, pero grandes fluctuaciones diarias, sugieren que recibe otras fuerzas no naturales, es decir interferencias de otros pozos. Cerca de este pozo existe el pozo de HORMITABOL, casi 1300 m y los FANVIPLAN y LABOFARMA, casi a 600 m más arriba del punto influyente de agua subterránea, por esto es seguro que la fluctuación diaria es causada por la interferencia de estos pozos. Por otro lado es obvio que el nivel del agua es Alto en la estación de lluvia y es baja en la estación seca. Se considera que estos datos puedan ser usados como predicción de los análisis de balance de agua.

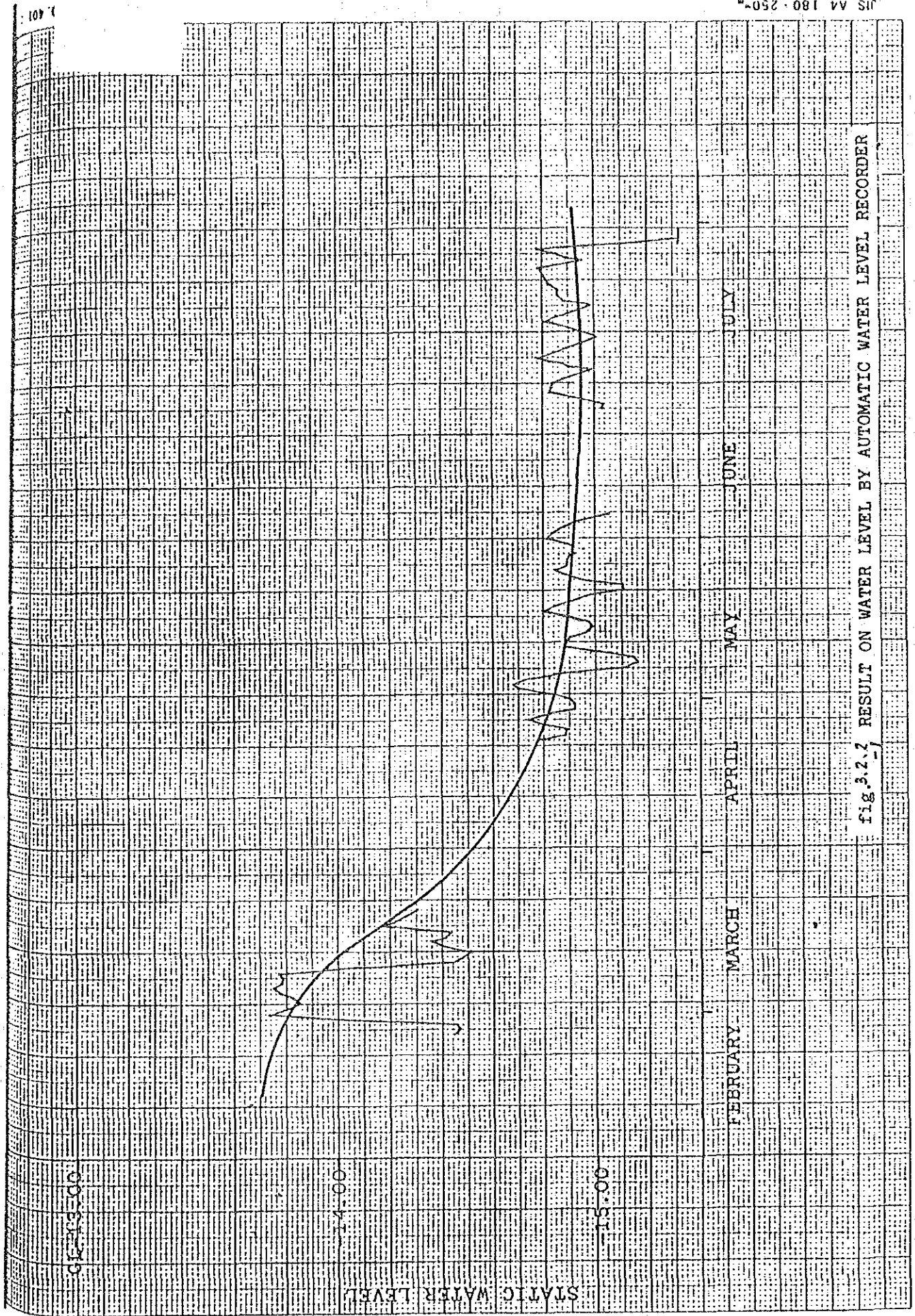


fig. 3.2.2 RESULT ON WATER LEVEL BY AUTOMATIC WATER LEVEL RECORDER

3.2.3. Observación de aguas superficiales

Las aguas superficiales son uno de los parámetros necesarios para calcular el balance de agua. A manera de conocer el afluente(la) y el efluente(los) de las aguas superficiales se midieron los ríos relacionados.

Para conocer la fluctuación estacional, las mediciones fueron hechas en la estación de lluvia (Julio) y en la estación seca. Los resultados mostramos en la Tabla 3.2.3-1. A partir de esta tabla los siguientes ítems pueden ser considerados.

Tabla 3.2.3-1 Results of surface water observación

Name of River	Point of Observación	Rainy Season		Dry Season			
		Date	Quantity of Flow (m ³ /s)	Date	Quantity of Flow (m ³ /s)		
SECO	A-1	9 Feb.	0.14	23 Feb.	0.03	1 July	0
	2		0.37		0.03		0
	3		0.29		0.48		0
SEQUE	B-1	9 Feb.	0.81	23 Feb.	0.26	9 July	0
	2		2.10		0.11		0
	3		0.50		0.13		0
SAN	C-1	10 Feb.	-				0
ROQUE	2		0.10			9 July	0
KOKOTA	D-1	10 Feb.	0.03			9 July	0
	2		0.03				0
YILAQUE	E-1	10 Feb.	0.57			9 July	0
LA PAZ	F-1	12 Feb.	1.50	24 Feb.	1.02	3 Aug.	0.034
	2		1.34		2.05		0.22
	3		1.57		0.60		0.037
	4		2.70		1.50		0.048
	5		0.22		1.50		0.004
	6		5.18		5.90		0.32
	7		0.18		-		0.004

1) En el Distrito del Alto los ríos son afectados por la lluvia en la estación de lluvia y el flujo del agua cambia fácilmente. La característica de cada Río muestra fluctuación en un factor de 10, pero desde el punto de vista del balance de agua en esta distrito, todas estas fluctuaciones son

pequeñas (Cantidad de fluvo de agua subterránea >> aguas superficiales). Además en la estación seca, en casi todos los puntos el flujo fué de 0 lit/s.

2) En la corriente del Río La Paz, existen flujos estables en todas las estaciones, pero en sus ramales el flujo es afectado por la lluvia como en los Ríos del Alto.

3) No muy lejos del cambio del flujo de la corriente alta a corriente baja del Río La Paz, existe una corriente de agua subterránea hacia afuera fluyente desde el Distrito del Alto. Está corriente hacia afuera en la estación seca es de 0.5 lit/s por lo menos.

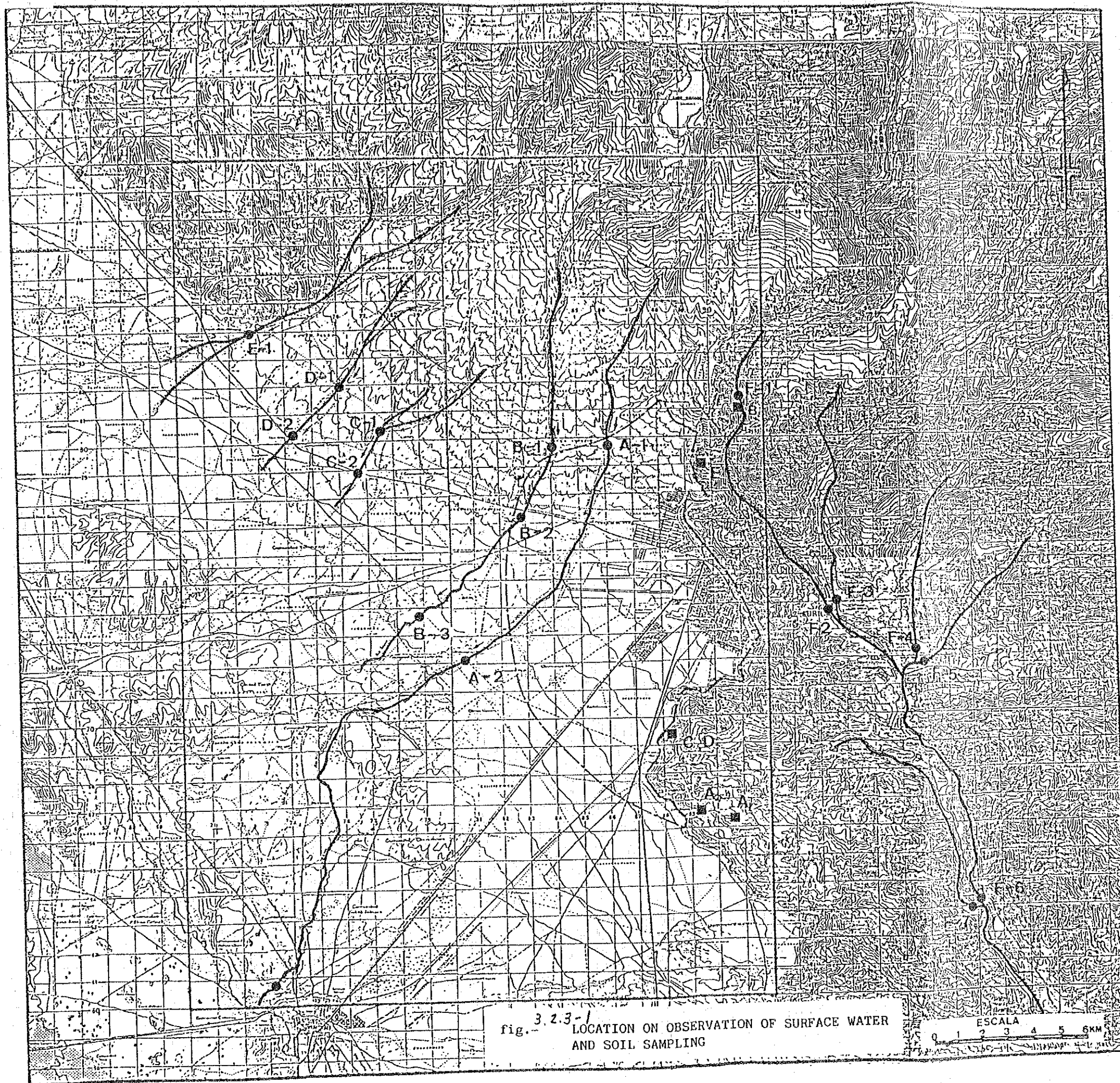
4) Significa que las aguas superficiales que pasan por el area en estudio, es de 2.5 m³/s(en la estación de lluvia) y el agua superficial que pasa alrededor del area de estudio es maxima 2.1 m³/s(en la época de lluvia). (por supuesto, el flujo de agua superficial es cerca de cero en la estación seca).

Por el contrario, la cantidad de flujo de las aguas subterráneas a los 200m bajo la superficie de tierra es de:

$$1.0 \times 10^{-1} \times \frac{l}{a} \times 8,000 \times (2000-30) = \frac{l}{a} \times 1,360 \text{ m}^3/\text{sec}$$

coeficiente permeabilidad	inclinación de corriente de agua	ancho	diametro del agua subterránea
------------------------------	--	-------	----------------------------------

Esta formula nos dá solamente un cálculo aproximado, pero si asumimos que, a = 10, entonces la cantidad de flujo de agua subterránea es 2 veces mayor que la cantidad de flujo de aguas superficiales.



LEGEND

C ■ SOIL SAMPLING

A-1 ● OBSERVATION OF SURFACE WATER

3.3. Inventario de pozos

El inventario de pozos derivan de datos existentes y de datos obtenidos en los estaciones de lluvia y sequia, como se muestra en la Tabla 3.2.3-2.

I N V E N T A R I O D E P O Z O S (1)

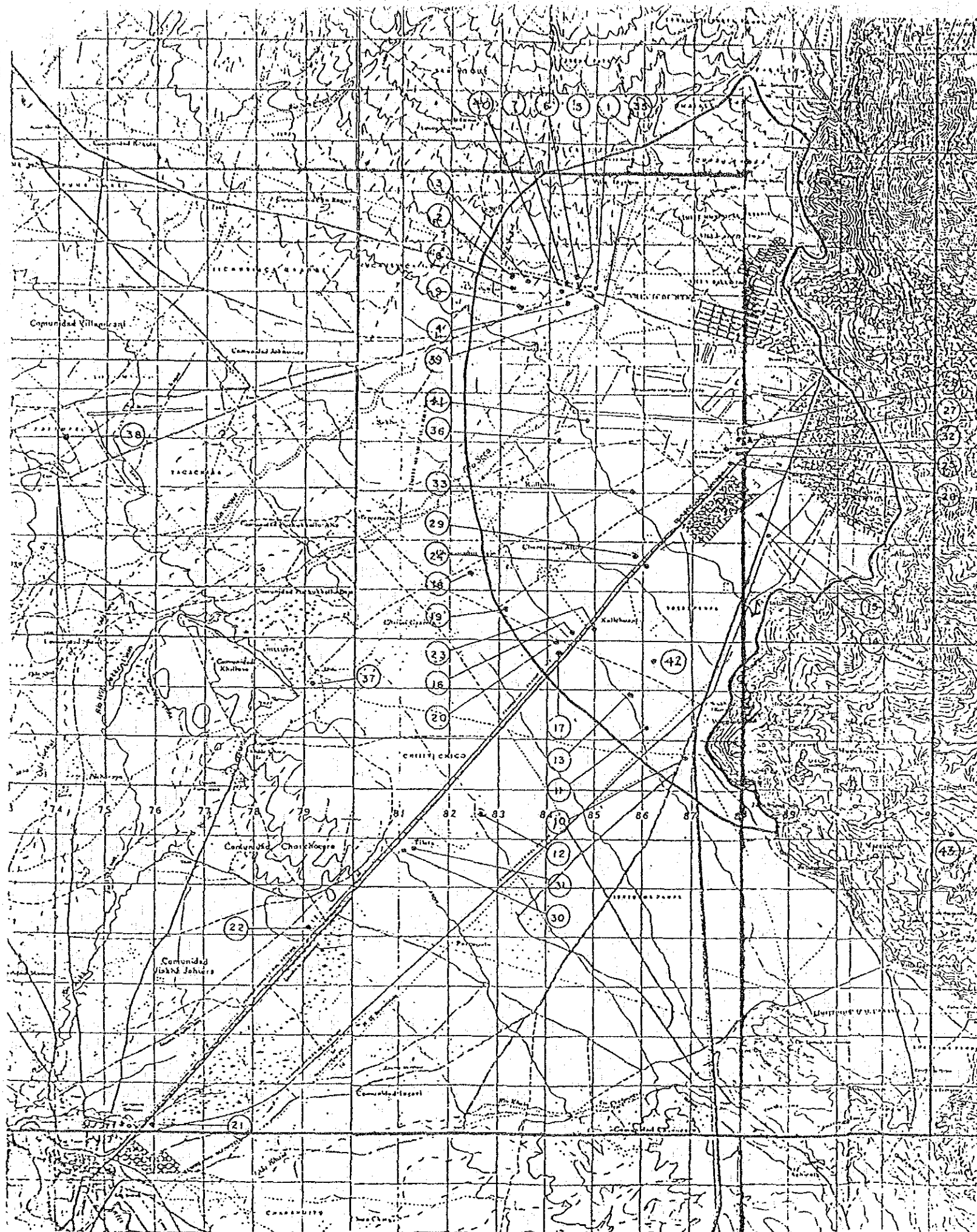
Table 3.3 -1

POZO No.	NOMBRE DEL POZO	COTA TERRENO	NIVEL DE AGUA		DIAMETRO DEL POZO	PROFUNDIDAD	MAXIMA DESCARGA	OBSERVACIONES
			CONSTRUCTION	FEB / 87				
1(1)	PIL	4037.67						
1(2)	PIL	4037.36						
2(3)	FANVIDLAN	4032.01	4007.11	4006.98	8"	70m	6.2 l/sec	- 0.32
3	LABOTARMA	4028.04	4007.04	4007.51	6"	60m	6.25 l/sec	0.00
4	MORALES	4027.20	4006.90		6 ⁵ / ₈ "	60m	8.0 l/sec	
5	UQUID CARCONIC	4037.64	4021.14	4025.67	6"	66m	10.0 l/sec	- 1.50
6	BERA BOLIVIA	4038.78	4021.08	3997.72	6"	54m	3.14 l/sec	+ 0.34
7(1)	VASCAL S.A.	4035.52	4004.97	3986.01	8"	83m	5.5 l/sec	- 0.04
8	HORMITABOL	4022.70	4004.43	4006.86	10"	63m	8.5 l/sec	+ 0.20
9	GEOBOL	4022.48		4008.16	6"		8.0 l/sec	- 0.06
10	Y.P.F.B.	3965.80	3933.58	3936.04	6"	64m	4.4 l/sec	+ 0.46
11	COMANING	3971.15	3939.70		6"	60m	4.34 l/sec	
12	COVHA	3947.02	3928.84	3930.03	6"	66m	6.2 l/sec	+ 0.69
13	CONVIFAG	3971.04	3942.78	3944.51	6"	58m	4 l/sec	+ 1.24
14	INDUVAR	4028.47	3986.47		4"	57m	18.6 l/sec	
15	TEXPUNTO	4032.23	4003.33	4006.20	6"	60m	4.57 l/sec	
16	ACRIBOL	3960.97	3944.82		6", 4"	60m	3.7 l/sec	
17	ELMEC	3958.75	3944.62	3947.07	6"	60m	6.15 l/sec	- 0.53
18	BANVI	3946.03	3947.36	3940.14	10"	48m	10.2 l/sec	- 0.87
19	FATRAVI	3947.82	3935.82		6"	60m	13.11 l/sec	

Table 3.3 -2

INVENTARIO DE POZOS (2)

POZO No.	NOMBRE DEL POZO	COTA TERRENO	NIVEL DE AGUA		DIAMETRO DEL POZO	PROFUNDIDAD	MAXIMA DESCARGA	OBSERVACIONES
			CONSTRUCCION	FEB / 87				
20	JABONES PATRIA S.A.	3954.40	3941.40	3943.94	3943.78	6 ⁵ / ₈ "	60m	4.5 ℓ /sec - 0.16
21	POZO (UIACHA)	3848.00	3844.00					
22	INFOU	3884.65	3871.15	3871.70	3872.37	8 ⁵ / ₈ "	52m	5 ℓ /sec + 0.67
23	LA CASCADA	3974.41	3950.91			6"	70m	4.2 ℓ /sec
24	INTI	3996.32	3966.32			6"	70m	6 ℓ /sec
25	LA CIMA	4032.78	3999.78		4003.33	6"	60m	3.7 ℓ /sec
26	TEXTURBOL	4034.37	4001.66			6"	60m	1.5 ℓ /sec
27	INBOLSA	4039.51	4003.51	4007.16	4004.93	6"	70m	1.1 ℓ /sec - 2.23
28	ARAND S.A.	4035.63	4000.63	4006.64	4004.33	6 ⁵ / ₈ "	68m	4 ℓ /sec - 2.31
29	CENACO	3993.78	3965.98	3974.35	3972.80	6 ⁵ / ₈ "	64m	3.3 ℓ /sec - 1.55
30	INSA PO-1	3938.12	3925.29			4"	35m	3 ℓ /sec
31	INSA PP-1	3938.65	3925.57	3929.65	3930.04	8 ⁵ / ₈ " , 6 ⁵ / ₈ "	62m	10.5 ℓ /sec + 0.39
32	OSSIO					4"	30m	0.6 ℓ /sec
33	JAURECUI LTDA					6"	61m	3.1 ℓ /sec
34	BUSTILLOS					6"	66m	3.5 ℓ /sec
35	FANDA LTDA	4039.79				6 ⁵ / ₈ " , 4"	42m	3 ℓ /sec
36	VILLA ADELA	3990.00				6"	60m	
37	MARISCAL SANTA CRUE	3916.00		3914.00				



REFERENCIA

No.de Pozo	Nombre de Pozo	Cota Terreno	Nivel de Agua
1	PIL	4037.67	4019.65
2	FANVIPLAN	4032.01	4006.98
3	LABOFARMA	4028.04	4007.51
4	MORALES	4027.20	4006.90
5	LIQUID CARBONIC	4037.64	4025.67
6	BERA BOLIVIA	4038.78	3997.72
7	VASCAL S.A.	4035.52	3986.01
8	HORMITABOL	4022.70	4006.86
9	GEOBOL	4022.48	4008.16
10	Y.P.F.B.	3965.80	3936.04
11	COMANING	3971.15	3939.70
12	COVIMA	3947.02	3930.03
13	CONVIFAG	3971.04	3944.51
14	INDUVAR	4028.47	3986.47
15	TEXPUNTO	4032.23	4006.20
16	ACRIBOL	3960.97	3944.82
17	ELMEC	3958.75	3947.07
18	BANVI (Kiswaras)	3946.03	3940.14
19	FATRAVI	3947.82	3935.82
20	JABONES PATRIA	3954.40	3943.94
21	POZO SUPERFICIAL	3848.00	3847.70
22	INFOL	3884.65	3871.70
23	LA CASCADA	3974.41	3950.91
24	INTI	3996.32	3966.32
25	LA CIMA	4032.78	3999.78
26	TEXTURBOL	4034.37	4001.66
27	IMBOLSA	4039.51	4007.16
28	ARANDO S.A.	4035.63	4006.64
29	CENACO	3993.78	3974.35
30	INSA PO -1	3938.12	3925.29
31	INSA PP -1	3938.65	3925.57
35	FANDA LTDA.	4039.79	4027.59
36	VILLA ADELA	3990.00	3973.50
37	MARISCAL S/C	3916.00	3914.00
38	CORDEPAZ	3980.00	3888.26
39	SAMAPA	4035.00	4021.66
40	VASCAL	4032.00	4015.07
41	AASANA	4012.76	4010.40
42	CONVIPET	3985.00	3959.93
43	ACHOCALLA	3665.00	3662.00

fig. 33- / LOCATION OF EXISTING WELLS

3.4. Analisis del agua

3.4.1. Proposito y método de examen

1) Circunstancias

En la ciudad de La Paz, el agua de nieve que baja de los Andes, (lado Este), es usado como fuente de agua para suministrar el agua potable. Esta región de recursos de agua también provee agua para las aguas subterráneas en el área de estudio.

En esta región de recursos de agua, existen esparcidas minas de metales, como una de las mayores industrias de Bolivia. Gran parte de los recursos de agua son afectados por desechos de aguas de mina. El Distrito del Alto de la ciudad de La Paz, está planificada como un área de suministro de agua en este tiempo y para el futuro. Está suministrada principalmente por agua tratada de la Planta de Purificación del Alto.

Sin embargo, parte del área periférica todavía no tiene suministro de agua. Muchas fábricas tienen sus propios pozos, haciendo uso de aguas subterráneas.

El distrito del Alto excepto una pequeña parte, (lado Este) no tiene alcantarilla, las aguas de desecho de las viviendas son descargadas en las zanjas al lado de la carretera y en casos extremos está sobre la carretera o en fondos acumulados en agua.

Por lo tanto, existe el peligro que parte del agua subterránea (pozos de agua) sea contaminada por estos desperdicios.

2) Propósito

Considerando las circunstancias mencionadas, a manera de examinar la calidad del agua y obteniendo una prospección para el futuro, fué reunida la información acerca de la calidad del agua y actualmente se tomaron muestras.

3) Clasificación

Los recursos de agua y los sistemas de agua fueron clasificados por sus características especiales en la siguiente forma, también se examinó la calidad de agua y el medio ambiente.

- a. Agua cruda para beber
- b. Agua tratada para beber
- c. Agua afectada por desechos mineros de la Mina Milluni y agua contaminada por metales pesados que requieren un examen
- d. Agua de pozos, (agua subterránea) en el Distrito del Alto
- e. Agua subterránea (para el futuro)
- f. Aguas superficiales y aguas de vertiente

El número de Exámenes por la clasificación arriba mencionada mostramos en la Tabla 3.4.1-1.

Tabla 3.4.1-1

CLASSIFICATION	RAINY SEASON	DRY SEASON
A	9	5
B	8	6
C	10	6
(HEAVY METAL)	(12)	(10)
D	24	15
E	5	11
F	9	9

4) Métodos

Al mismo tiempo de tomar muestras, se hizo un análisis de temperatura del agua, pH, EC, etc. y las muestras fueron analizadas en el laboratorio Central de SAMAPA.

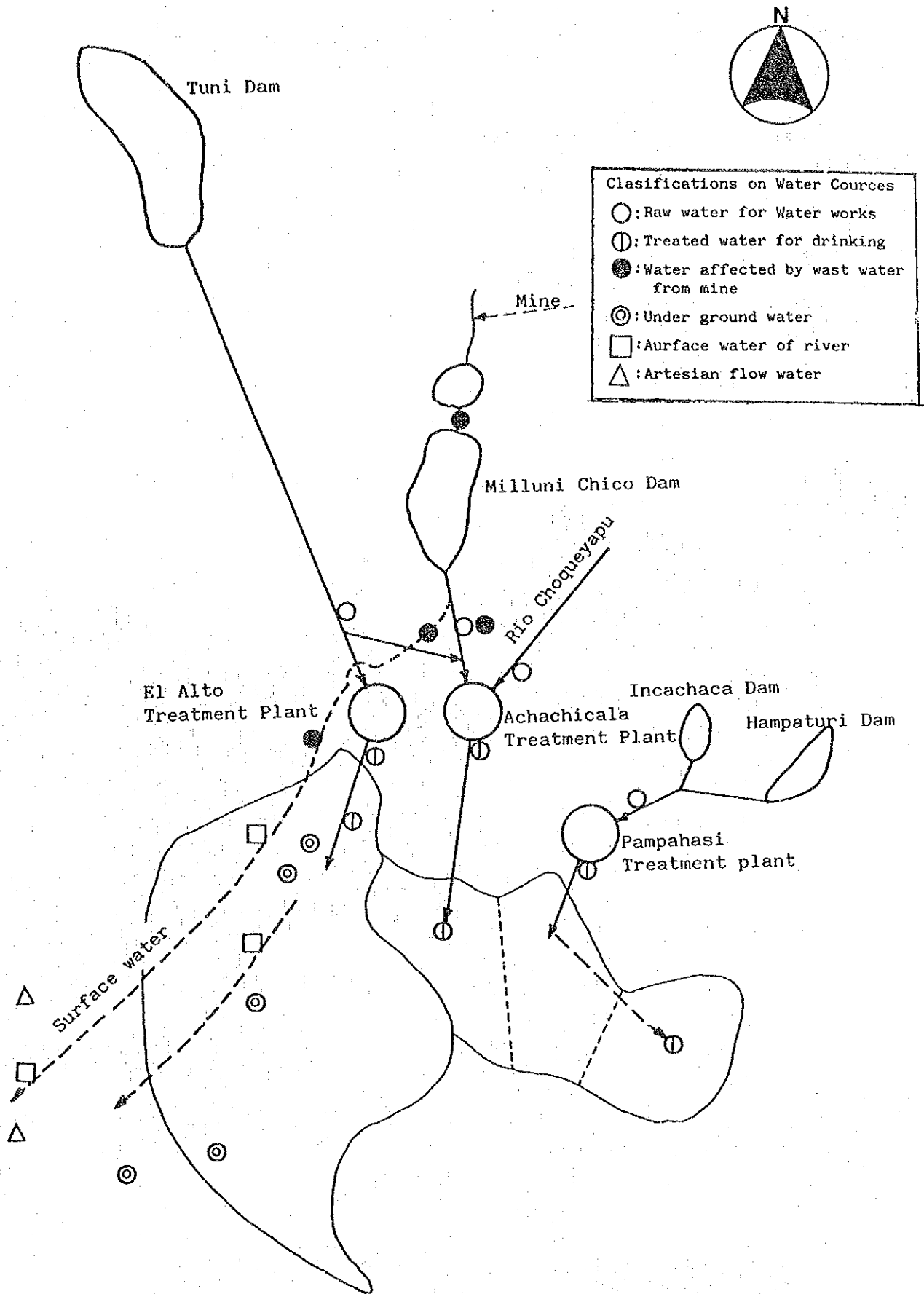
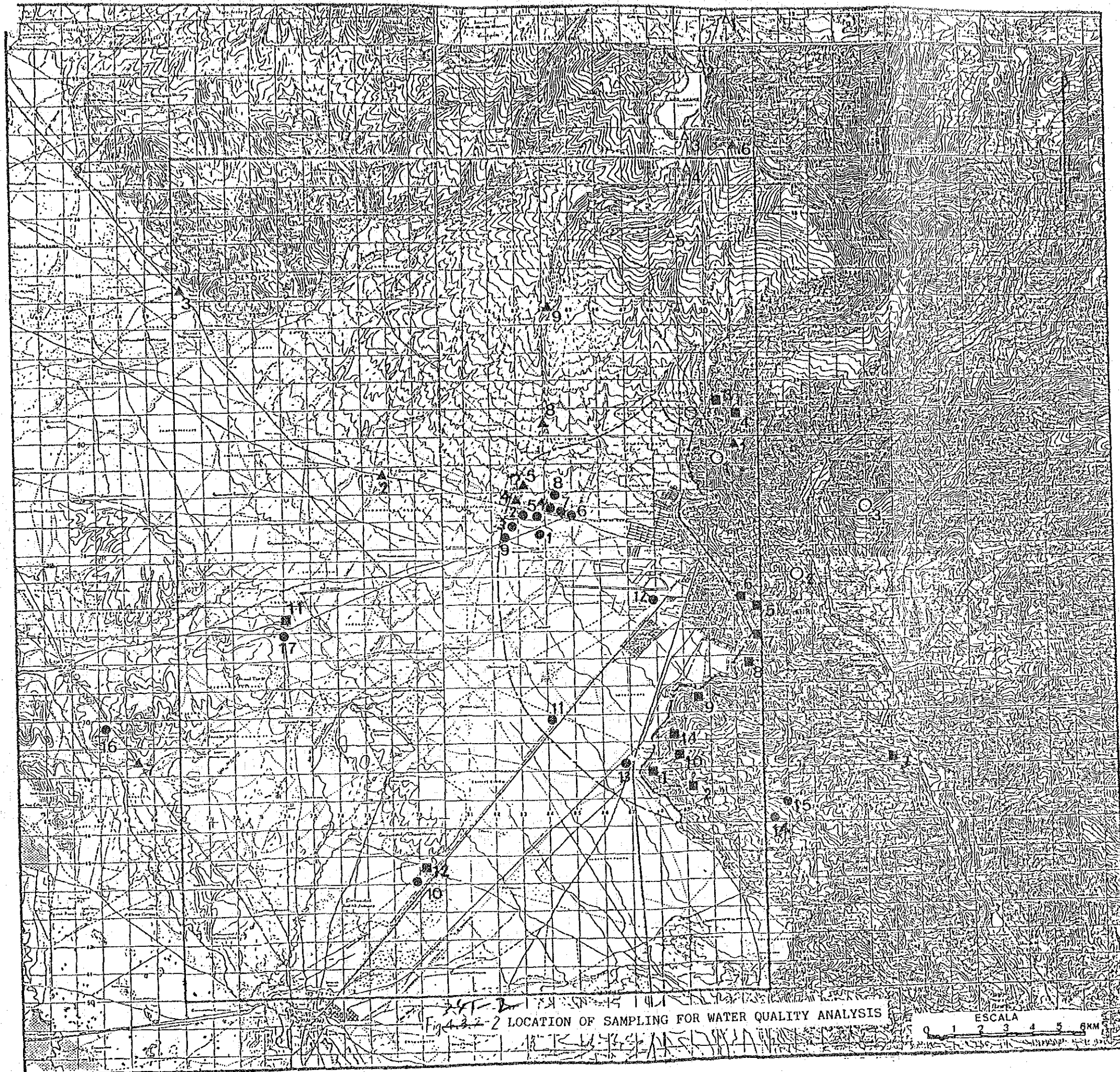


Fig. 3.4.1-1 GENERAL VIEW OF WATER SUPPLY SISTEM IN THE PROJECT AREA & LOCATION OF WATER SAMPLING FOR QUALITY TEST



● POZOS INVESTIGADOS

1. Pozo Morales
2. FARVIFLAN
3. HORBITADOL
4. VASCAL
5. LABOFARMA
6. PIL
7. Liquid Carbonio
8. Pozo Vera
9. GEBOOL
10. INFOL
11. ELMEC
12. La Cima
13. Y.P.F.B
14. Achocalla
15. Kanua (Achocalla)
16. Sullcataca Alta Jalaquiri
17. CORDEPAZ (Kallutaca)

▲ RIOS INVESTIGADOS

1. Rio Choqueyapu
2. Rio Ponkora
3. Puente Viluyo
4. Rio Seque
5. Rio Seque
6. Rio Suco
7. Rio Camino (Laja-Viacha)
8. Rio Seque
9. Rio Seque

■ AGUAS SUPERFICIALES

1. Comunidad Saralento (Acholla)
2. Laguna Achocalla
3. Laguna Golf Club
4. Parte Alta Rio Choqueyapu
5. Av. Buena Alrea (Final)
6. Tacagua (Parte Alta)
7. Llojota
8. Comunidad Alpacana
9. Comunidad Kayo
10. Comunidad Uni
11. CORDEPAZ (Kallutaca)
12. Laguna Chochochoco
13. Purapura
14. Khuluta

○ PLANTAS DE TRATAMIENTO Y RED DE ABAS TERCINIENTO DE AGUA POTABLE

1. Planta de tratamiento de Achachiccala
 - a) Salida Sedimentador
2. Hotel Crillon
3. Planta Paopahasi
 - a) agua cruda (Incachaca)
 - b) Salida filtros
4. Planta El Alto
 - a) Agua cruda
 - b) Salida Filtros
 - c) Distribuda Tupak Katari

△ CUENCA DE MILLINI

1. Drainage principal nivel Cero
2. Milluni Chico
3. Represa Milluni
4. Canal (antes de Alcalizacion)
5. Canal (despues de Alcalizacion)

Fig. 3-2 LOCATION OF SAMPLING FOR WATER QUALITY ANALYSIS

