

EMPRESA DE SERVICIOS
SANITARIOS DE TARAPACÁ S.A.
ESSAT S.A.

MONITOREO DE LAS CUENCAS DE LOS
VALLES DE AZAPA Y LLUTA

INFORME ETAPA N°4

DICIEMBRE 1997

AC INGENIEROS CONSULTORES LTDA.
AYALA, CABRERA Y ASOCIADOS LTDA.

MARÍA LUISA SANTANDER 0410 - TELÉFONO 209 7179 - FAX 209 7103 - PROVIDENCIA

INDICE

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. VALLE DE AZAPA	2
2.1 GENERALIDADES	2
2.2 PUNTOS DE CONTROL.....	2
2.3 NIVELES DE AGUA SUBTERRÁNEA.....	2
2.4 CURVAS ISOFREÁTICAS	4
2.5 CALIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS	4
2.6 ANALISIS DE TENDENCIAS DE PARÁMETROS POR SECTORES.....	6
2.6.1 Sector 1, Cabuza	6
2.6.2 Sector 2, Chuva.....	8
2.6.3 Sector 3, Las Riveras	10
2.6.4 Sector 4, San Miguel.....	11
2.6.5 Sector 5, Las Maitas.....	13
2.6.6 Sector 6, Las Animas	13
2.6.7 Sector 7, Planta Azapa	15
2.6.8 Sector 8, Saucache	17
2.6.9 Sector 9, Arica Oriente	17
2.6.10 Sector 10, Chuva.....	18
2.6.11 Sector 11, Arica Norte	19
2.6.12 Sector 12, Arica Costa	21
3. VALLE DEL RÍO LLUTA	23
3.1 GENERALIDADES	23
3.1.1 Recursos Subterráneos	23
3.1.2 Recursos Superficiales	26

INDICE

	Pág.
3.2 CAMPAÑA DE TERRENO.....	28
3.2.1 Niveles en Sondajes	28
3.2.2 Curvas Isofreáticas.....	29
3.2.3 Conductividad de las Aguas.....	29
4. CONCLUSIONES.....	34

1. INTRODUCCION

Como se ha dicho anteriormente tanto el crecimiento de la ciudad como el incremento de las superficies agrícolas han hecho que los recursos hídricos tengan una gran demanda, debido a esto es ampliamente importante la correcta planificación de su uso.

Es por este motivo que ESSAT S.A ha venido desarrollando diferentes proyectos y estudios para satisfacer los requerimientos de agua potable. Así es que, entre otros, se ha realizado un plan denominado "Monitoreo Cuenca Valle de Azapa, I Región", el cual se desarrolló entre los años 1993 y 1995. Este tomó como área de estudio el valle de Azapa debido a la alta sobreexplotación que se ha venido experimentando en los últimos años y el valle de Lluta en donde se construyeron 11 sondajes que servirán a futuro para paliar las crecientes demandas de recursos.

Debido a esto y para obtener una herramienta que permita saber la influencia que producirán las nuevas captaciones tanto en los sistemas subterráneos como superficiales, se ha definido un plan de vigilancia que acusará el comportamiento del valle. El plan será definido por cuatro campañas anuales en las que se medirán caudales, calidad de las aguas y niveles en ambos valles, conjuntamente con corridas de aforos en los canales de riego y en el mismo río Lluta.

El presente informe contiene el análisis de los antecedentes recolectados en la cuarta y última campaña correspondiente al mes de Diciembre de 1997.

2. VALLE DE AZAPA

2.1 GENERALIDADES

El monitoreo realizado entre los años 1993-1995, ha sido determinante para exponer que efectivamente existen progresivos descensos de los niveles estáticos, así como también importantes disminuciones en los rendimientos de las captaciones subterráneas.

En cuanto a las calidad de las aguas se ha mantenido la idea de que estas pertenecen a un nivel regular, pero esto no indica que sea un problema generalizado de intrusión salina ni un empeoramiento relacionado con las extracciones en la cuenca.

2.2 PUNTOS DE CONTROL

En esta cuarta campaña terreno se han utilizado los mismos puntos de control definidos hasta la etapa anterior, y que se basan en la red considerada en el estudio "Monitoreo Cuenca Valle de Azapa" realizado entre los años 1993-1995.

De este modo, el programa de monitoreo cuenta con un total de 54 sondajes y 19 norias, distribuidos a lo largo del valle de Azapa desde el sector de Cabuza hasta la desembocadura en el mar.

2.3 NIVELES DE AGUA SUBTERRÁNEA

En los cuadros 2.3-1 y 2.3-2 se presenta el resultado de las mediciones realizadas en Diciembre del presente, además de las anteriores 3 etapas de este monitoreo y las dos últimas mediciones del año 1995. Las letras "D" y "E" indican el estado dinámico o estático de la fuente al momento de hacer la medición.

CUADRO 2.3-1
MEDICION DE NIVELES EN CAPTACIONES TIPO SONDAJE

N°	PROPIETARIO	SECTOR	COTA m.s.n.m.	NIVELES (m)						
				Sep-95	Oct-95	Jun-97	Sep-97	Nov-97	Dic-97	
S112	ESSAT D.R.	3 Las Riveras	301.78	23.91 D	23.90 D	25.19 E	25.32 E			
S139	ESSAT COPAJA	10 Arica Sur	40.00	74.78 D	75.36 D	77.93 D	76.32 D	76.19 D	58.88 E	
S140	ESSAT ESTADIO	10 Arica Sur	38.86	47.63 D	47.62 D	64.56 D	55.22 D	62.40 D	90.37 D	
S141	ESSAT RETEN	10 Arica Sur	37.00	65.41 D	65.53 D	65.92 D	63.46 D	63.29 D	65.57 D	
S142	ESSAT TUCAPEL	10 Arica Sur	29.00	66.66 D	66.85 D	61.48 D	67.50 D	65.09 D	66.92 D	
S143	ESSAT LIGA EMPLEADOS	10 Arica Sur	24.00	48.72 D	48.97 D	61.71 D	67.15 D	67.07 D	69.22 D	
S147	ESSAT SAN JOSE	10 Arica Sur	8.00	46.71 D	46.60 D	52.32 D	53.38 D	54.33 D	55.58 D	
S157	ESSAT AZAPA 491N	7 Planta Azapa	106.20	67.71 D	67.32 D	66.52 D	64.31 D	62.43 D	64.44 D	
S158	ESSAT AZAPA 492	7 Planta Azapa	111.03	52.86 D	52.91 D	55.23 D	55.59 D	50.48 E	58.31 D	
S160	ESSAT AZAPA 48	7 Planta Azapa	107.00	63.54 D	63.47 D	47.12 E				
S161	ESSAT AZAPA 434	7 Planta Azapa	101.00	59.81 D	59.74 D	59.84 D	59.32 D	53.02 E	59.17 D	
S165	ESSAT LOS PINOS	9 Arica Oriente	57.78	71.74 D	71.66 D	72.05 D	69.33 D	69.33 D	76.25 D	
S166	ESSAT SAUCACHE	9 Arica Oriente	54.40	71.02 D	70.08 D	77.65 D	77.28 D	74.64 D	77.10 D	
S167	ESSAT PILON 18	9 Arica Oriente	49.62	60.23 D	66.28 D	66.55 D	61.73 D	64.42 D	66.44 D	
S186	ESSAT AZAPA 184	7 Planta Azapa	112.93	65.13 D	65.94 D	70.29 D	71.00 D	47.07 E	70.20 D	
S187	ESSAT AZAPA 47	7 Planta Azapa	110.50	72.27 D	72.20 D	76.64 D	77.68 D	49.58 E	77.46 D	
S195	R. FERNANDEZ	5 Las Maitas	192.53	29.93 D	30.11 D	29.55 E	47.26 D	24.00 E	40.11 D	
S205	C. JUAN NOE	4 San Miguel	248.77							
S206	AGUILERA	4 San Miguel	248.06			38.74 D	45.98 D	47.23 D	49.65 D	
S214	HOSPITAL	10 Arica Sur	25.00	23.51 E	23.56 E		seco	seco	seco	
S221	ESSAT P. GÓMEZ 1113	6 Las Animas	148.64	62.44 D	63.91 D	59.41 D	23.49 D	57.25 D	59.52 D	
S222	ESSAT P. GÓMEZ 1114	6 Las Animas	148.00	59.67 D	50.51 D	67.68 D				
S223	ESSAT P. GÓMEZ 1142	6 Las Animas	150.95	65.76 D	67.40 D	66.88 D	67.72 D	70.36 D	67.52 D	
S230	ESSAT AZAPA 491S	7 Planta Azapa	109.38	67.77 D	67.70 D	67.68 D	67.98 D	52.72 E	67.79 D	
S235	APR SAN MIGUEL	4 San Miguel	255.00	35.95 D	36.19 D	36.76 D	36.62 D	35.48 D	35.17 E	
S265	ESSAT S.MIGUEL N	4 San Miguel	248.00	53.97 D	53.91 D	63.13 D	65.10 D	63.37 D	65.58 D	
S266	ESSAT S.MIGUEL S	4 San Miguel	248.33	69.72 D	71.37 D	71.26 D	71.24 D	69.07 D	70.94 D	
S267	ESSAT RODOVIARIO	10 Arica Sur	16.00	27.42 D	27.45 D	65.50 D	65.70 D		65.53 D	
S268	ESSAT ARACENA	11 Arica Norte	48.00	43.63 E	72.67 D	74.33 D	73.89 D	72.20 D	72.02 D	
S269	ESSAT ANGELMO	9 Arica Oriente	49.50	72.80 D	72.54 D	79.87 D	76.26 D	75.69 D	69.56 E	
S270	ESSAT OHIGGINS	9 Arica Oriente	55.00	74.38 D	74.31 D	74.51 D	74.04 D	70.60 D	63.81 D	
S271	ESSAT LAS TORRES	9 Arica Oriente	57.00	73.65 D	73.76 D	74.20 D	76.34 D	70.66 D	73.34 D	
S272	ESSAT NUEVA ESP.	8 Saucache	62.00	61.61 D	61.56 D	61.17 D	61.69 D	67.44 D	61.64 E	
S273	ESSAT T.QUEMADO	8 Saucache	64.00	68.19 D	67.68 D	67.14 D	62.36 E	65.97 D	65.94 E	
S278	ESSAT CENTELLA	7 Planta Azapa	135.00	67.46 D	64.29 D		46.42 E	46.68 D	48.31 E	
S279	ESSAT ORTUÑO	6 Las Animas	144.00	71.30 D	71.46 D	71.22 D	69.43 D	68.82 D	61.77 D	
S280	ESSAT Km 7	6 Las Animas	174.00	57.15 D	57.17 D	36.09 E	55.13 D	54.12 D	46.19 D	
S283	ESSAT ROMERO	1 Cabuza	437.00	44.18 D	44.05 D	65.86 D	63.81 D	63.26 D	65.76 D	
S284	ESSAT CID	1 Cabuza	435.00	45.24 D	45.81 D	62.30 D	59.74 D	59.69 D	55.01 D	
S285	ESSAT FABRES	9 Arica Oriente	49.00	60.21 D	60.68 D	69.92 D	56.25 E	66.44 D	49.57 D	
S286	ESSAT LOA	11 Arica Norte	41.00	40.49 E	65.38 D	74.58 D	74.98 D	72.43 D	74.73 D	
S287	ESSAT CARBONE	3 Las Riveras	313.00	47.38 D	48.57 D	53.12 D	52.65 D	53.48 D		
S288	ESSAT.DEVOTTO (Km1)	8 Saucache	69.00		64.38 D	52.23 D				
S289	ESSAT DEVOTTO(Km3)	7 Planta Azapa	124.00	52.15 D	52.16 D	52.23 D	50.54 D	51.91 D	52.25 D	
S291	FERNANDEZ	5 Las Maitas	189.00	36.32 D	22.67 E		31.78 D			
S293	ILAJA	7 Planta Azapa	82.50	45.96 D	46.35 E		54.55 E	52.85 E	54.56 E	
S297	KM 7.5	6 Las Animas	178.50	27.06 E	27.19 E		28.60 E	28.11 E	29.15 E	
S316	ESSAT D.R. (Sur)	3 Las Riveras	302.10			24.99 E	36.07 D	37.17 D	38.73 D	
S350	J. LLERENA	2 Chuval	392.00	34.30 E	34.37 E	34.10 E	34.39 E	33.50 E	34.23 E	
S357	ESSAT FERNANDEZ	7 Planta Azapa	130.80			61.78 D	73.63 D	63.45 D	62.71 D	
S358	F. FERNANDEZ	7 Planta Azapa	133.40							
S369	ESSAT PARQUE LAUCA N°1	10 Arica Sur	32.00			53.16 D	72.72 D	21.62 E	86.18 D	
S370	ESSAT PARQUE LAUCA 6-A	10 Arica Sur	22.00			82.14 D	80.03 D	77.95 D	83.19 D	
S371	ESSAT CARLOS TELLO	11 Arica Norte	46.00			71.88 D	45.00 E	44.50 E	47.14 E	
S372	ESSAT CHAPIQUIÑA	11 Arica Norte	45.00				88.50 D			

CUADRO 2.3-2
MEDICION DE NIVELES EN CAPTACIONES TIPO NORIA

N°	PROPIETARIO	SECTOR	COTA m.s.n.m.	NIVELES (m)					
				Sep-95	Oct-95	Jun-97	Sep-97	Nov-97	Dic-97
N 9	CORMETAR	11 Arica Norte	24.50	21.75 E	21.78 E	23.60 E	23.62 E	23.00 E	23.70 E
N 44	YFPB	11 Arica Norte	38.00	19.86 E	19.21 E	18.91 E	19.56 E	19.23 E	19.51 E
N 62	P. ROCCO	3 Las Riveras	334.10	19.27 E	19.52 D	19.75 E	19.95 E	19.73 E	20.51 E
N 73	GUTIERREZ	2 Chuval	366.10	28.73 D	28.73 D	28.76 E	29.02 E	28.37 E	29.39 E
N117	ARÍA GUTIÉRREZ (Ex Saul Oviedo)	5 Las Maitas	220.90	33.00 E	33.27 E	32.30 E	33.71 E		37.12 D
N123	I. BALUARTE	4 San Miguel	274.90	12.70 D	15.90 D	13.44 D	11.52 E	13.71 D	13.92 D
N195	CONDORI	1 Cabuza	415.00	23.53 E	23.60 E		23.67 E	23.04 E	23.63 E
N205	M. MADRID	3 Las Riveras	303.00	15.16 E	17.31 E	17.43 E	17.19 E	17.45 E	17.97 E
N206	CASINO	12 Arica Costa	5.50	4.77 D	4.26 E	4.98 E	5.36 E	5.01 E	4.83 E
N207	M. ORTUÑO	5 Las Maitas	227.00	36.14 R	36.53 E	35.23 E	36.82 E		
N208	SANTIAGO BLANCO	2 Chuval	367.00	32.92 E	33.05 E		33.33 E	32.60 E	33.40 E
N210	J. VEGA	2 Chuval	392.50	30.04 E	29.96 E		29.95 E	29.31 E	30.12 E
N215	ESTELA CASTRO (Ex Mamani)	1 Cabuza	428.00	21.19 E	21.43 E		20.51 E	20.57 E	19.73 E
N220	JAIME CESPEDES	7 Planta Azapa	139.00	33.03 E	33.38 E	33.57 D	34.62 D		33.96 D
N223	YUSSEF BU-ANTUN	6 Las Animas	154.00	32.23 E	36.00 E		seco	seco	
N224	P. CENTENARIO	12 Arica Costa	4.00	5.12 E	5.17 E	5.91 E	6.02 E	5.93 E	6.08 E
N233	A. LLAMPARA	3 Las Riveras	320.00	23.43 D	22.34 E		22.83 E	23.64 D	23.43 E

2.4 CURVAS ISOFREÁTICAS

El plano 1 contiene el trazado de las curvas isofreáticas correspondientes al mes de Diciembre. En general se advierte que los niveles han seguido experimentando un descenso, hecho que se hace notar en los sectores de Arica Sur, Arica Oriente y Arica Norte.

2.5 CALIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

En los cuadros 2.5-1 y 2.5-2 se muestran los resultados de las mediciones de la conductividad eléctrica en pozos y norias, respectivamente.

CUADRO 2.5-1
MEDICION DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN CAPTACIONES TIPO SONDAGE

Nº	PROPIETARIO	SECTOR	COTA m.s.n.m.	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (umho/cm)					
				Sep-95	Oct-95	Jun-97	Sep-97	Nov-97	Dic-97
S112	ESSAT D.R.	3 Las Riveras	301.78	1,710	1,680	1,830	1,930	1,620	
S139	ESSAT COPAJA	10 Arica Sur	40.00	1,610	1,610	1,540	1,500	1,550	1,500
S140	ESSAT ESTADIO	10 Arica Sur	38.86	2,840	2,850	1,790	3,300	1,820	3,490
S141	ESSAT RETEN	10 Arica Sur	37.00	2,600	2,680	2,990	3,040	3,070	3,150
S142	ESSAT TUCAPEL	10 Arica Sur	29.00	1,630	1,660	1,220	1,780	1,780	1,780
S143	ESSAT LIGA EMPLEADOS	10 Arica Sur	24.00	1,440	2,430	1,220	1,250	1,250	1,240
S147	ESSAT SAN JOSE	10 Arica Sur	8.00	1,560	1,570	1,460	1,470	1,460	1,470
S157	ESSAT AZAPA 491N	7 Planta Azapa	106.20	1,400	1,460	1,280	1,240	1,230	1,250
S158	ESSAT AZAPA 492	7 Planta Azapa	111.03	1,460	1,440	1,910	2,000		2,130
S160	ESSAT AZAPA 48	7 Planta Azapa	107.00	5,630	5,640	6,320			
S161	ESSAT AZAPA 434	7 Planta Azapa	101.00	4,620	4,640	5,540	5,640		5,230
S165	ESSAT LOS PINOS	9 Arica Oriente	57.78	2,170	2,190	1,960	1,970	1,960	2,050
S166	ESSAT SAUCACHE	9 Arica Oriente	54.40	1,850	1,860	1,850	1,860	1,880	1,960
S167	ESSAT PILON 18	9 Arica Oriente	49.62	1,650	1,660	1,580	1,590	1,580	1,630
S186	ESSAT AZAPA 184	7 Planta Azapa	112.93	5,810	5,870	5,910	5,740		5,710
S187	ESSAT AZAPA 47	7 Planta Azapa	110.50	3,450	3,450	3,400	3,430		3,660
S195	R. FERNANDEZ	5 Las Maitas	192.53	2,100	2,100	2,110	1,210	1,260	1,290
S205	C. JUAN NOE	4 San Miguel	248.77	2,050	2,120	1,980	1,990	1,990	1,850
S206	AGUILERA	4 San Miguel	248.06			1,810	1,820	1,820	2,020
S214	HOSPITAL	10 Arica Sur	25.00	2,500	2,450				
S221	ESSAT P. GÓMEZ 1113	6 Las Animas	148.64	1,550	1,560	1,560	1,460	1,540	1,570
S222	ESSAT P. GÓMEZ 1114	6 Las Animas	148.00	1,630	1,670	1,570	1,540	1,560	1,600
S223	ESSAT P. GÓMEZ 1142	6 Las Animas	150.95	1,560	1,580	1,590	1,580	1,570	1,580
S230	ESSAT AZAPA 491S	7 Planta Azapa	109.38	1,660	1,700	2,300	2,290		2,530
S235	APR SAN MIGUEL	4 San Miguel	255.00	1,810	1,770	1,710	1,780	1,760	
S265	ESSAT S.MIGUEL N	4 San Miguel	248.00	1,450	1,390	1,430	1,450	1,430	1,480
S266	ESSAT S.MIGUEL S	4 San Miguel	248.33	1,640	1,620	1,730	1,730	1,720	1,720
S267	ESSAT RODOVIARIO	10 Arica Sur	16.00	2,070	2,070	1,870	1,860		1,920
S268	ESSAT ARACENA	11 Arica Norte	48.00	2,030	1,960	1,890	1,880	1,920	1,930
S269	ESSAT ANGELMO	9 Arica Oriente	49.50	1,880	1,960	1,830	1,840	1,800	
S270	ESSAT OHIGGINS	9 Arica Oriente	55.00	2,570	2,590	1,580	2,270	2,760	2,910
S271	ESSAT LAS TORRES	9 Arica Oriente	57.00	1,780	1,800	1,740	1,760	1,800	1,820
S272	ESSAT NUEVA ESP.	8 Saucache	62.00	2,060	2,060	1,970	2,070	2,130	
S273	ESSAT T.QUEMADO	8 Saucache	64.00	6,290	6,320	7,320	7,290	7,340	
S278	ESSAT CENTELLA	7 Planta Azapa	135.00	1,570	1,600	1,680	1,770	1,940	1,950
S279	ESSAT ORTUÑO	6 Las Animas	144.00	1,800	1,780	1,670	1,670	1,700	1,690
S280	ESSAT Km 7	6 Las Animas	174.00	2,460	2,470	3,330			2,720
S283	ESSAT ROMERO	1 Cabuza	437.00	2,040	2,030	1,950	1,910	1,920	1,690
S284	ESSAT CID	1 Cabuza	435.00	2,360	2,320	2,110	2,100	2,160	2,110
S285	ESSAT FABRES	9 Arica Oriente	49.00	1,690	1,730	1,580	1,730	1,520	1,610
S286	ESSAT LOA	11 Arica Norte	41.00	1,680	2,550	2,390	2,490	2,550	2,590
S287	ESSAT CARBONE	3 Las Riveras	313.00	1,640	1,630	1,630	1,650	1,660	
S288	ESSAT DEVOTTO (Km1)	8 Saucache	69.00	1,840	1,820	1,830	1,910	1,860	1,930
S289	ESSAT DEVOTTO (Km3)	7 Planta Azapa	124.00	1,320	1,310	1,280	1,300	1,330	1,360
S291	FERNANDEZ	5 Las Maitas	189.00	1,320	1,240		2,070	2,150	
S293	ILAJA	7 Planta Azapa	82.50	1,660	1,690		1,370	1,330	
S297	KM 7.5	6 Las Animas	178.50				2,800	2,890	2,870
S316	ESSAT D.R. (Sur)	3 Las Riveras	302.10			1,600	1,600		1,620
S350	J. LLERENA	2 Chuval	392.00	2,080	1,800	2,020	2,000	1,870	1,630
S357	ESSAT FERNANDEZ	7 Planta Azapa	130.80			2,260	2,160	2,020	2,270
S358	F. FERNANDEZ	7 Planta Azapa	133.40			2,440	2,350		
S369	ESSAT PARQUE LAUCA Nº1	10 Arica Sur	32.00			1,800	1,420		1,230
S370	ESSAT PARQUE LAUCA 6-A	10 Arica Sur	22.00			1,340	1,780	1,710	1,850
S371	ESSAT CARLOS TELLO	11 Arica Norte	46.00			2,630			
S372	ESSAT CHAPIQUIÑA	11 Arica Norte	45.00			2,140	2,000	2,010	2,000

CUADRO 2.5-2
MEDICION DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN CAPTACIONES TIPO NORIA

Nº	PROPIETARIO	SECTOR	COTA m.s.n.m.	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (umho/cm)					
				Sep-95	Oct-95	Jun-97	Sep-97	Nov-97	Dic-97
N 9	CORMETAR	11 Arica Norte	24.50	3,620	3,710	3,330	3,430	3,500	3,530
N 44	YPFB	11 Arica Norte	36.00	3,380	3,340	2,690	2,860	3,200	3,140
N 62	P. ROCCO	3 Las Riveras	334.10	1,860	1,790	1,910	1,840	1,810	1,820
N 73	GUTIERREZ	2 Chuval	366.10	2,320	2,300	2,180	2,020	2,020	2,060
N117	MARÍA GUTIÉRREZ (Ex Saul Oviedo)	5 Las Maitas	220.90	2,190	2,180	2,240	2,270		2,260
N123	I. BALUARTE	4 San Miguel	274.90	1,820	1,800	1,760	1,960	1,880	1,880
N195	CONDORI	1 Cabuza	415.00	1,480	1,700		2,150	2,190	2,000
N205	M. MADRID	3 Las Riveras	303.00	1,220	1,220	1,540	1,450	1,320	1,250
N206	CASINO	12 Arica Costa	5.50	1,900	5,420	2,970	2,930	2,850	2,830
N207	M. ORTUÑO	5 Las Maitas	227.00	2,420	2,080	2,280	2,140		
N208	SANTIAGO BLANCO	2 Chuval	367.00	1,860	1,860		1,860	1,960	1,490
N210	J. VEGA	2 Chuval	392.50	2,260	2,250		2,050	2,110	2,030
N215	ESTELA CASTRO (Ex Mamani)	1 Cabuza	428.00	1,320	1,370		1,560	1,240	1,300
N220	JAIME CESPEDES	7 Planta Azapa	139.00	3,130	2,460	2,370	2,340		2,320
N223	YUSSEF BU-ANTUN	6 Las Animas	154.00	1,960	1,970				
N224	P. CENTENARIO	12 Arica Costa	4.00	9,100	11,340	11,640	20,000	20,000	20,000
N233	A. LLAMPARA	3 Las Riveras	320.00	1,720	1,710		1,700	1,700	1,740

2.6 ANALISIS DE TENDENCIAS DE PARAMETROS POR SECTORES

Los parámetros analizados corresponden a los niveles estáticos, la conductividad eléctrica y los caudales específicos.

2.6.1 Sector 1, Cabuza

En la última campaña de terreno realizada en Diciembre de 1997, se evidencia que los niveles estáticos de este sector se han mantenido dentro de una misma línea, es decir, no se han experimentado grandes cambios. (Figura 2.6.1-1)

En la figura 2.6.1-2 se muestra el gráfico de caudales específicos del cual se extrae que efectivamente los valores de éste parámetro han continuado su descenso paulatino a través del tiempo, notándose sólo para este mes de Diciembre una leve recuperación respecto a los últimos valores obtenidos.

Se han tomado en este sector para ambos parámetros los valores de los pozos S283 Essat Romero y S284 Essat Cid. En cuanto a los valores de conductividad del agua, mostrados en la Figura 2.6.1-1, se observa que para ambos casos el descenso moderado de los valores se ha manifestado en el mes de Diciembre.

FIGURA 2.6.1-1
NIVELES ESTÁTICOS
SECTOR 1: CABUZA

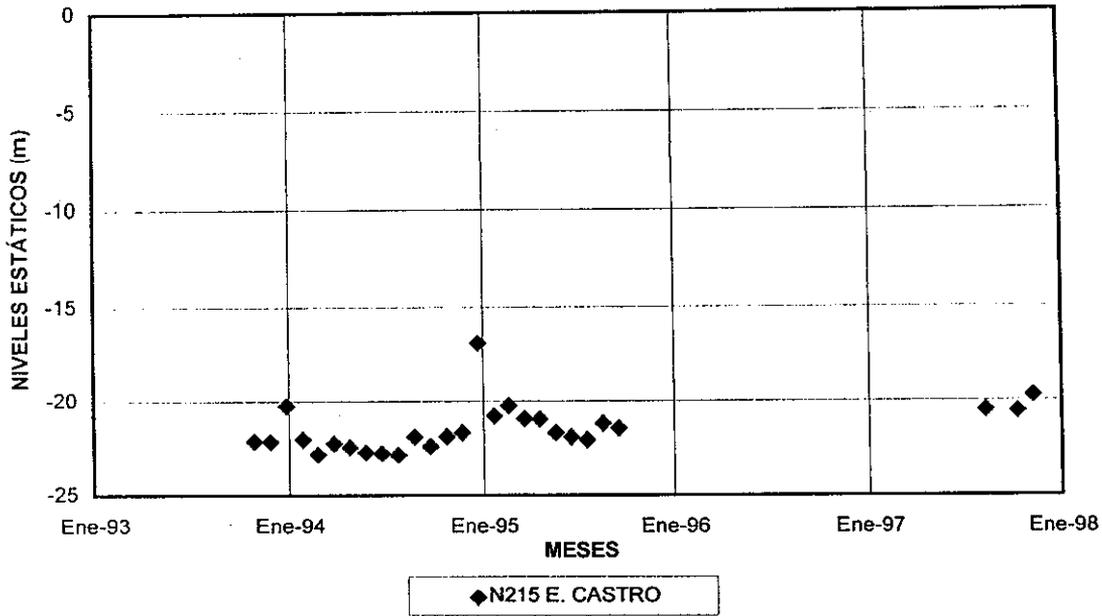


FIGURA 2.6.1-2
CAUDALES ESPECÍFICOS
SECTOR 1: CABUZA

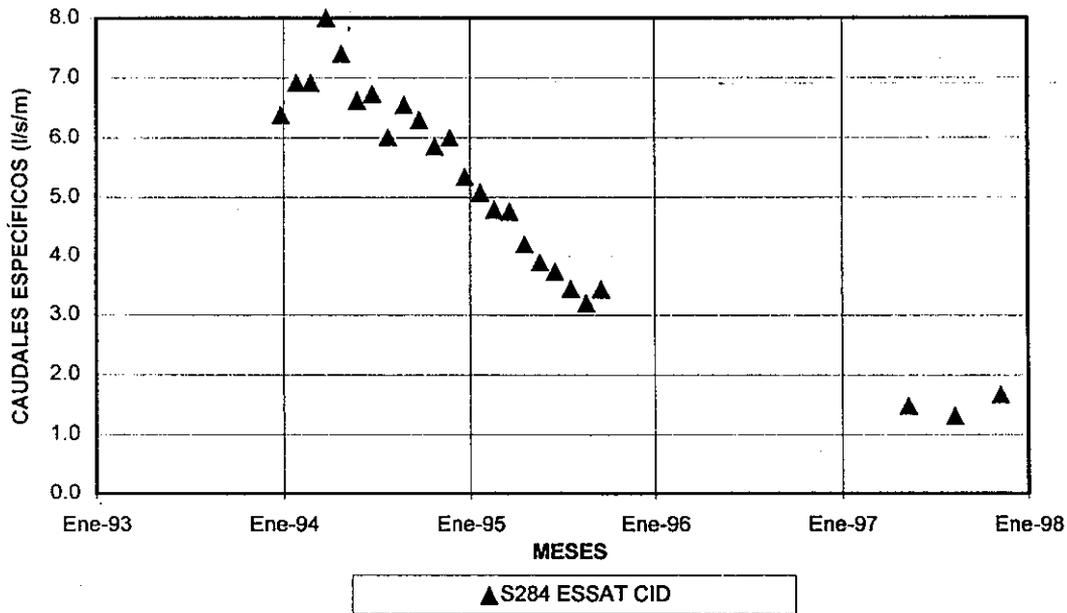
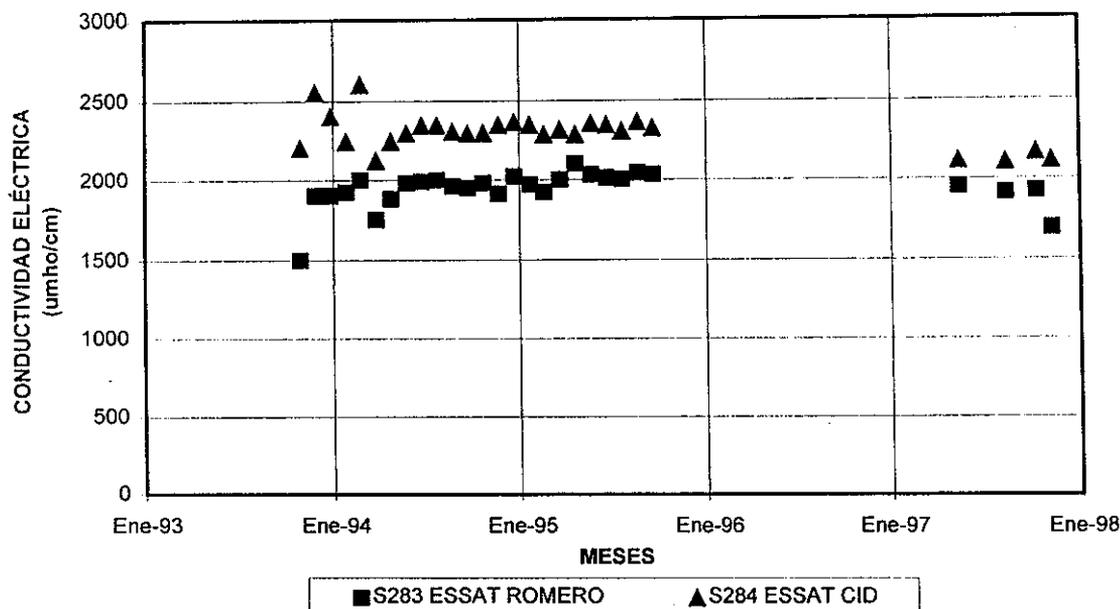


FIGURA 2.6.1-3
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA
SECTOR 1: CABUZA



2.6.2 Sector 2, Chuval

En la Figura 2.6.2-1 se muestra la tendencia de los niveles estáticos de los pozos. Se observa en el gráfico que los últimos valores tomados no han experimentado importantes variaciones con respecto a las anteriores medidas de monitoreo.

Para mostrar la conductividad eléctrica del acuífero se tomaron las mismas fuentes anteriores, graficadas en la Figura 2.6.2-2. Se observa que la última medición marca para el pozo N280 BLANCO un leve descenso con respecto a la medida anterior, mientras que la noria N73 Gutierrez ha repetido la magnitud más baja obtenido durante todo el monitoreo, es decir, en todas las fuentes representadas para este caso se ha hecho notar un mejoramiento en la calidad del agua.

Referente a los caudales específicos de las fuentes de esta zona no existe información disponible.

FIGURA 2.6.2-1
NIVELES ESTÁTICOS
SECTOR 2: CHUVAL

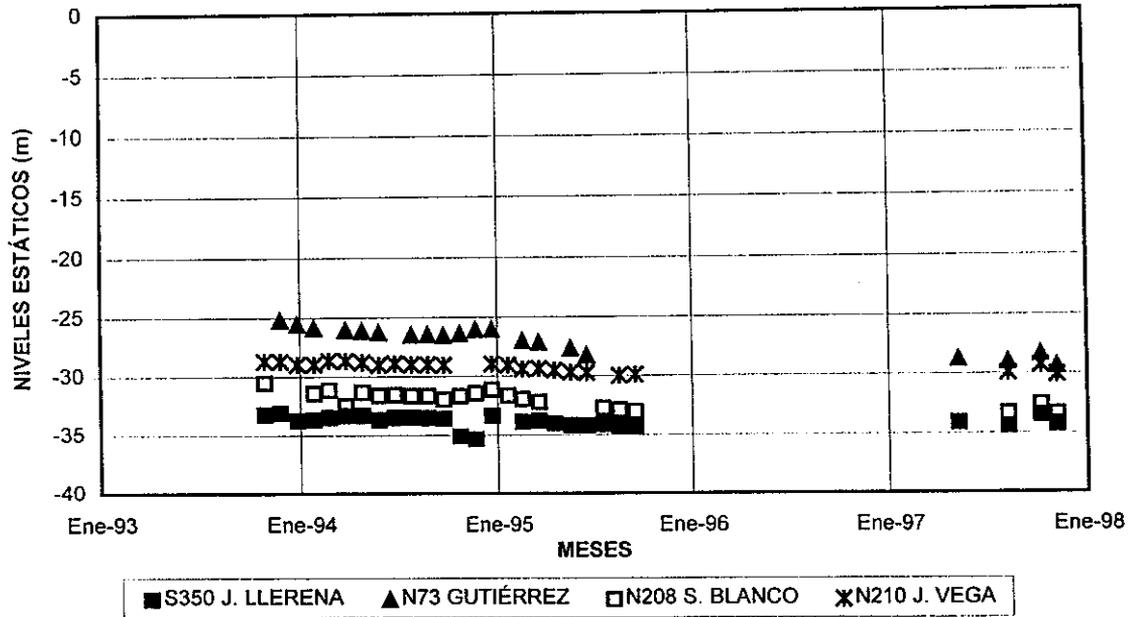
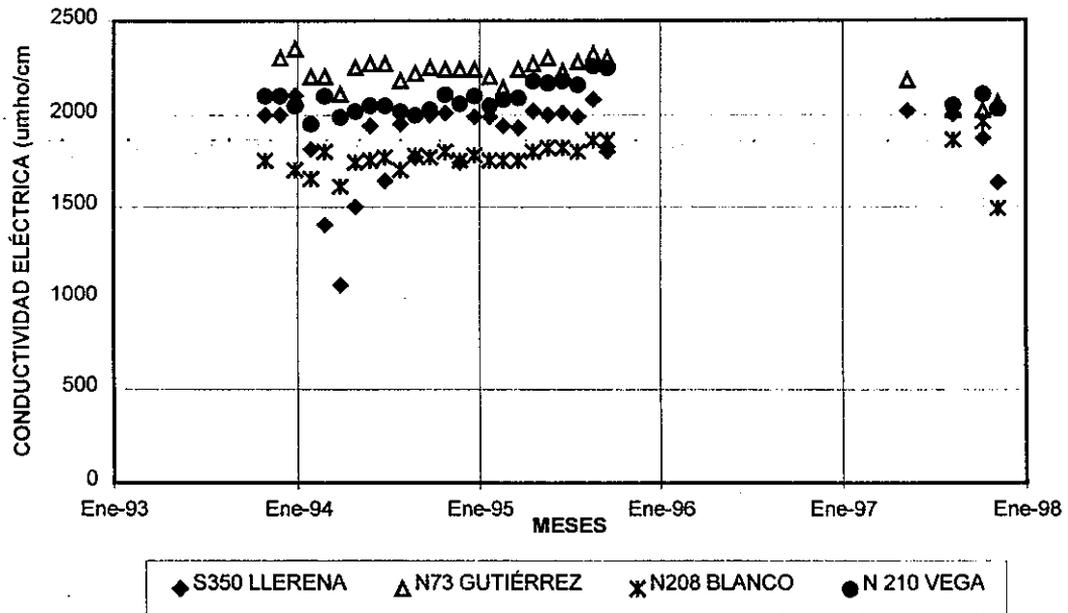


FIGURA 2.6.2-2
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA
SECTOR 2: CHUVAL



2.6.3 Sector 3, Las Riveras

En la Figura 2.6.3-1, se han graficado las norias N62 Rocco y N386 Madrid para representar el comportamiento de los niveles estáticos de este sector. Se corrobora para esta zona un pequeño descenso de los niveles estáticos respecto a las últimas mediciones tomadas durante el año 1997.

En cuanto a la conductividad eléctrica representada en la Figura 2.6.3-2, se desprende un comportamiento diferente en ambos casos, mientras que en una captación se mantiene la otra retoma el valor característico.

Para el caso de los caudales específicos no se cuentan con los datos necesarios.

FIGURA 2.6.3-1
NIVELES ESTÁTICOS
SECTOR 3: LAS RIVERAS

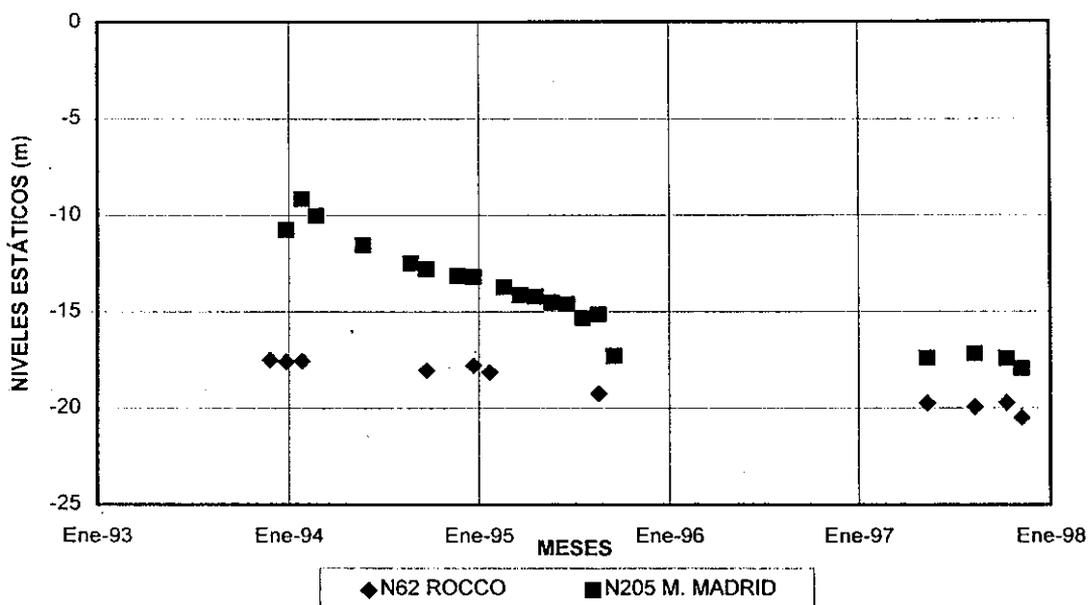
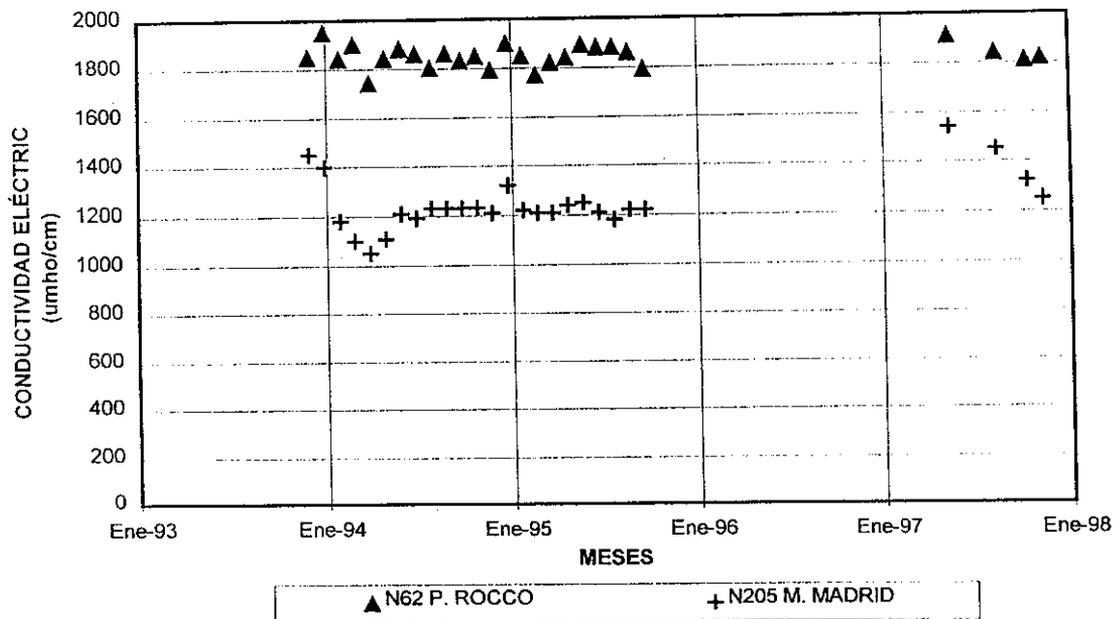


FIGURA 2.6.3-2
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA
SECTOR 3: LAS RIVERAS



2.6.4 Sector 4, San Miguel

No se cuenta con los datos de niveles estáticos necesarios para establecer las variaciones en la napa del sector.

En lo que a caudales específicos se refiere según la Figura 2.6.4-1, en donde se han graficado los pozos S265 Essat San Miguel (N) y S266 Essat San Miguel (S), se deduce que los caudales registrados en la última fecha demuestran que se mantienen estables respecto a los representados en la pasada medición de Noviembre.

Referente a la conductividad eléctrica de las fuentes se deduce una completa estabilización de los valores.(Figura 2.6.4-2)

FIGURA 2.6.4-1
CAUDALES ESPECÍFICOS
SECTOR 4: SAN MIGUEL

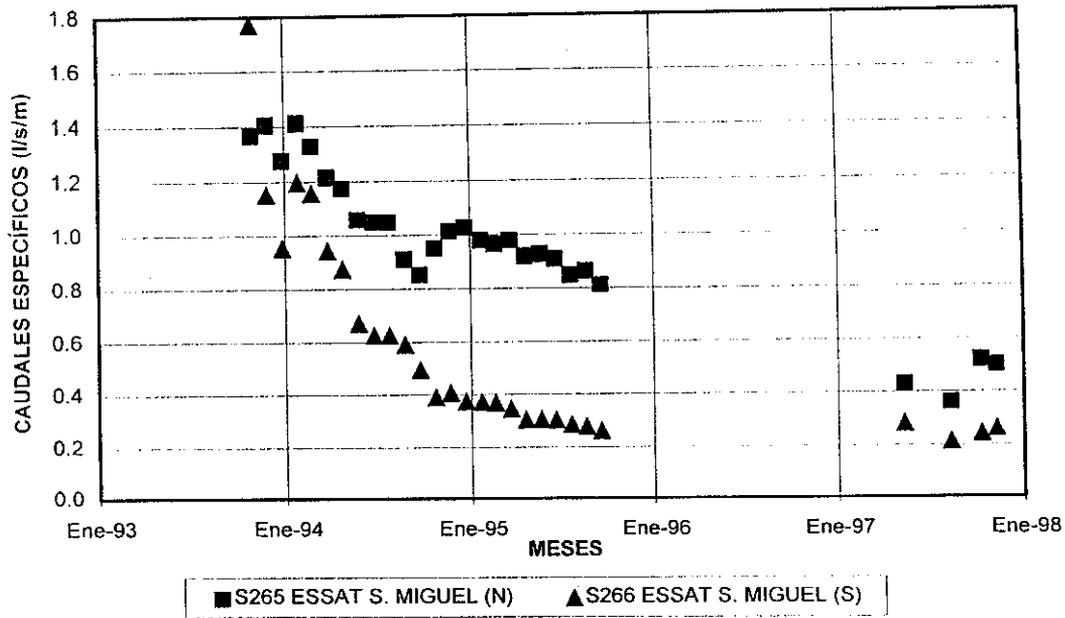


FIGURA 2.6.4-2
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA
SECTOR 4: SAN MIGUEL

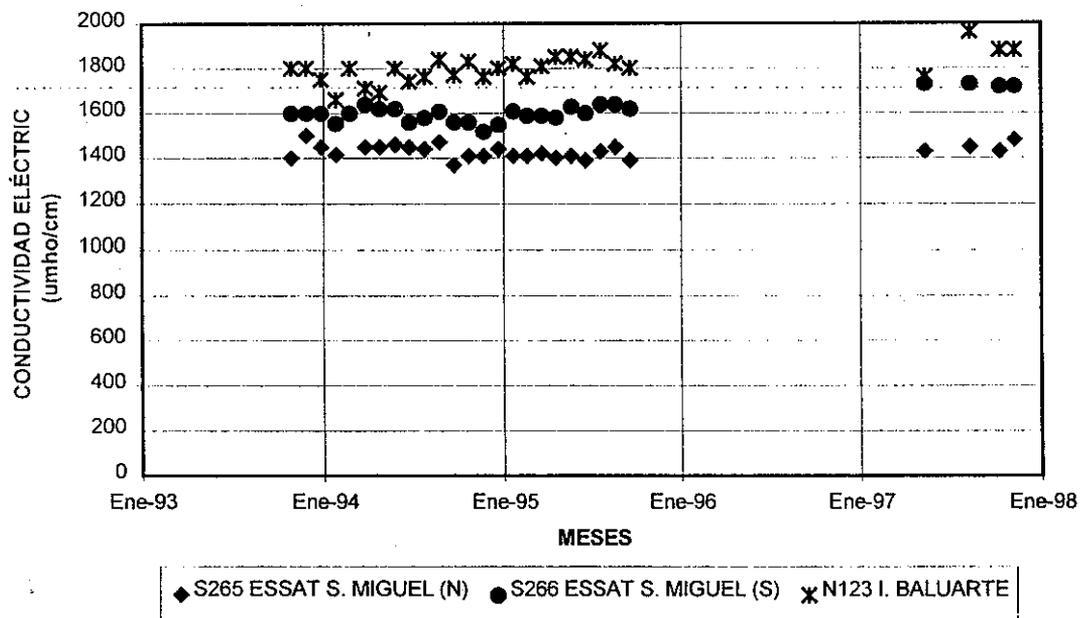
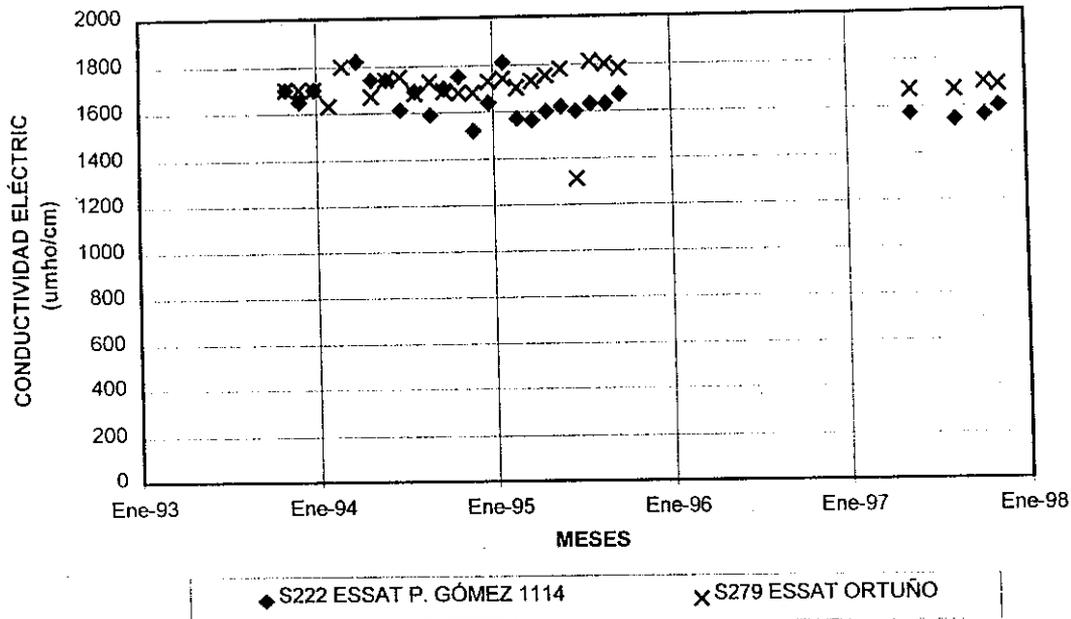


FIGURA 2.6.6-2
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA
SECTOR 6: LAS ÁNIMAS



2.6.7 Sector 7, Planta Azapa

No se dispone de los datos necesarios de niveles estáticos para constatar tendencias de la napa freática en este sector.

En cuanto a los caudales específicos se han graficado en la Figura 2.6.7-1 los pozos S230 Azapa 491-S y S158 Azapa 492. En la pasada medición de caudales se ha podido constatar un comportamiento desigual en ambas fuentes ya que en la captación S230 se han mantenido en ascenso los valores llegando en este caso a 0.6 l/s/m, mientras que en el pozo S158 para este mes se ha notado un descenso.

Para la conductividad del acuífero del sector se han graficado los datos de tres captaciones de cuyos valores se desprende que la calidad del agua de este sector no ha presentado mayores cambios respecto a los vistos en otras fechas. (Figura 2.6.7-2)

FIGURA 2.6.7-1
CAUDALES ESPECÍFICOS
SECTOR 7: PLANTA AZAPA

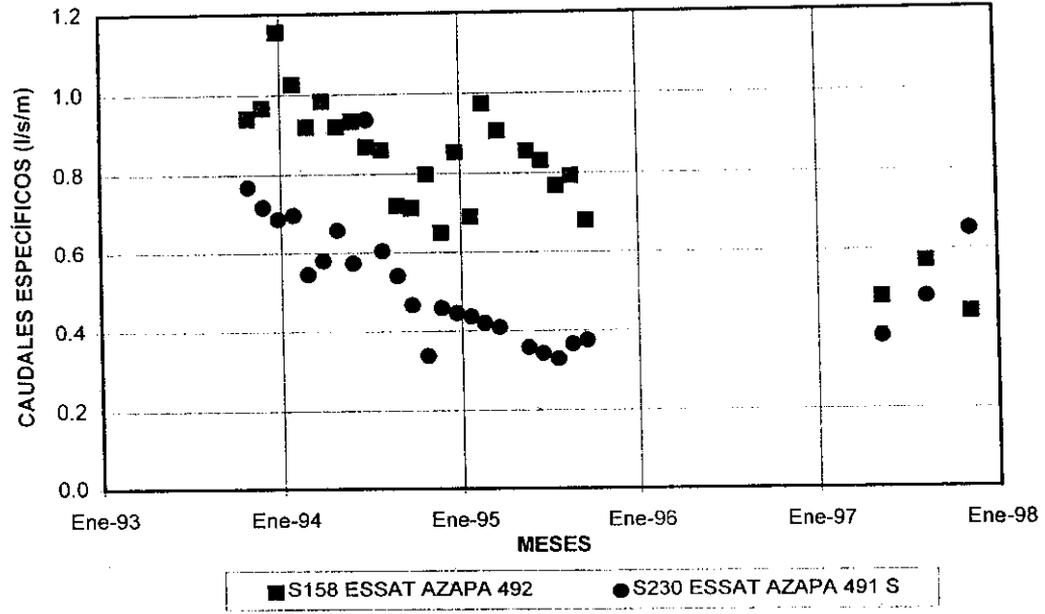


FIGURA 2.6.7-2
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA
SECTOR 7: PLANTA AZAPA

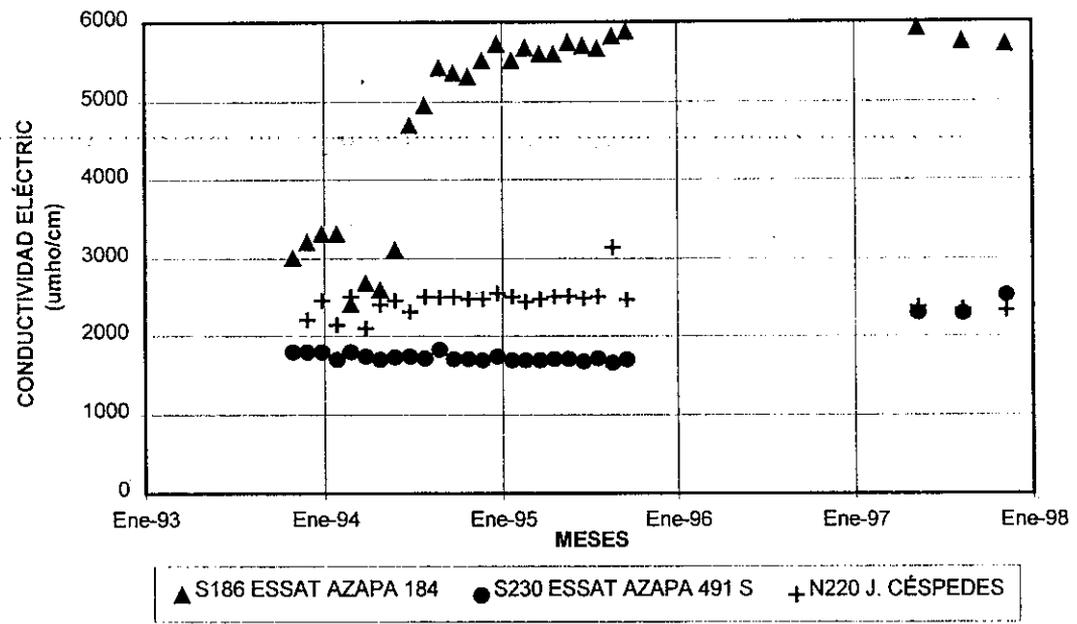
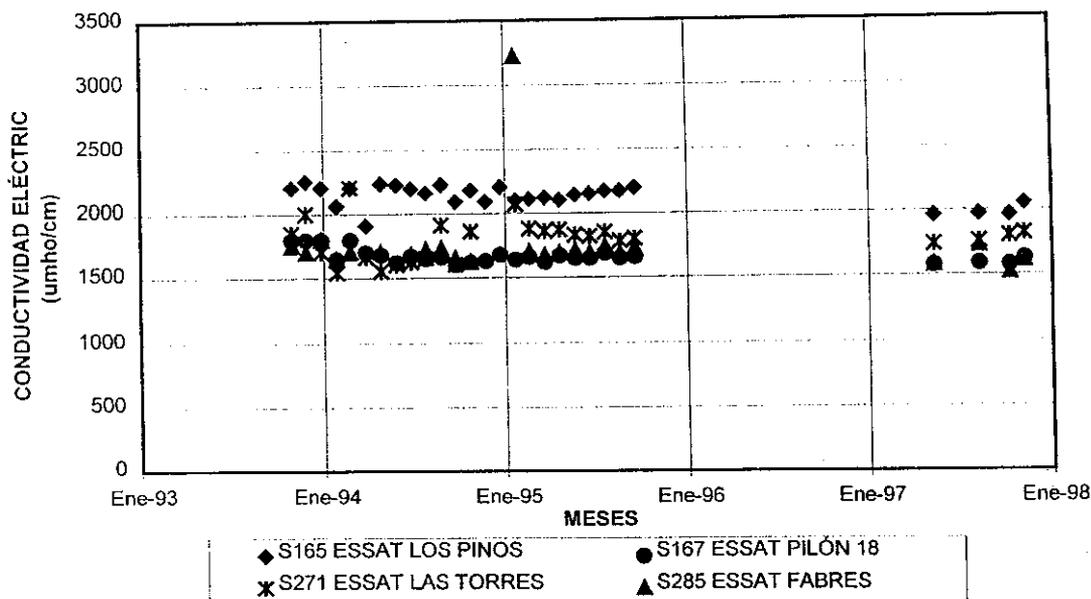


FIGURA 2.6.9-1
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA
SECTOR 9: ARICA ORIENTE



2.6.10 Sector 10, Arica Sur

En este sector no fue posible obtener valores de niveles estáticos ni de caudales específicos. Los valores de conductividad registrados en el mes de Diciembre corroboran para los pozos S143 LIGA DE EMPLEADOS y S139 ESSAT COPAJA un mantenimiento en los valores alrededor de los 1400 umho/cm, distinto a lo registrado en la fuente S140 ESSAT ESTADIO ya que la última medición arroja el valor más alto visto en todo el monitoreo: 3500 umho/cm. (Figura 2.6.10-1)

FIGURA 2.6.11-1
NIVELES ESTÁTICOS
SECTOR 11: ARICA NORTE

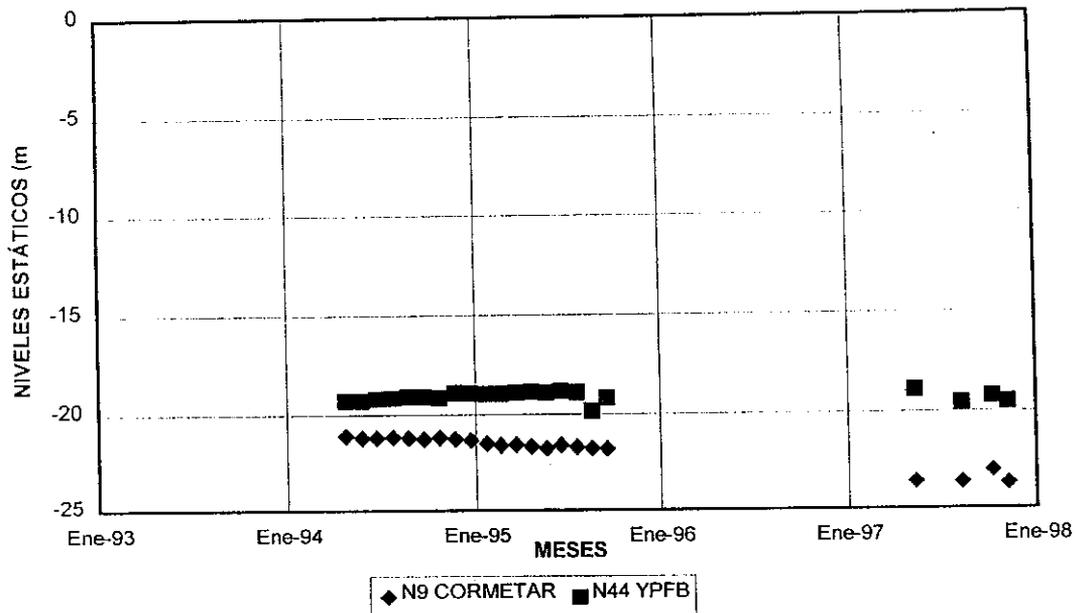


FIGURA 2.6.11-2
CAUDALES ESPECÍFICOS
SECTOR 11: ARICA NORTE

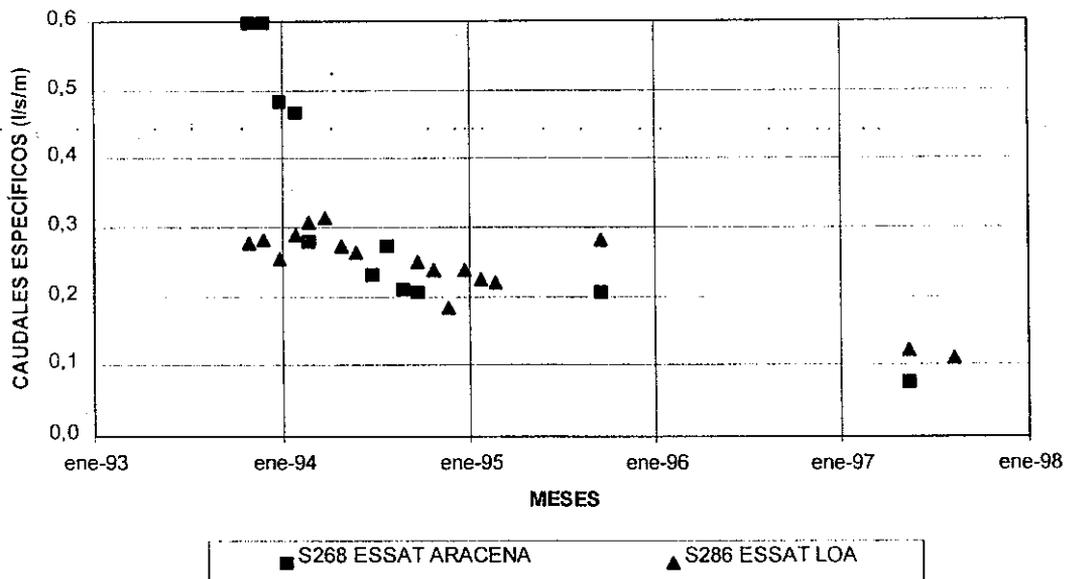
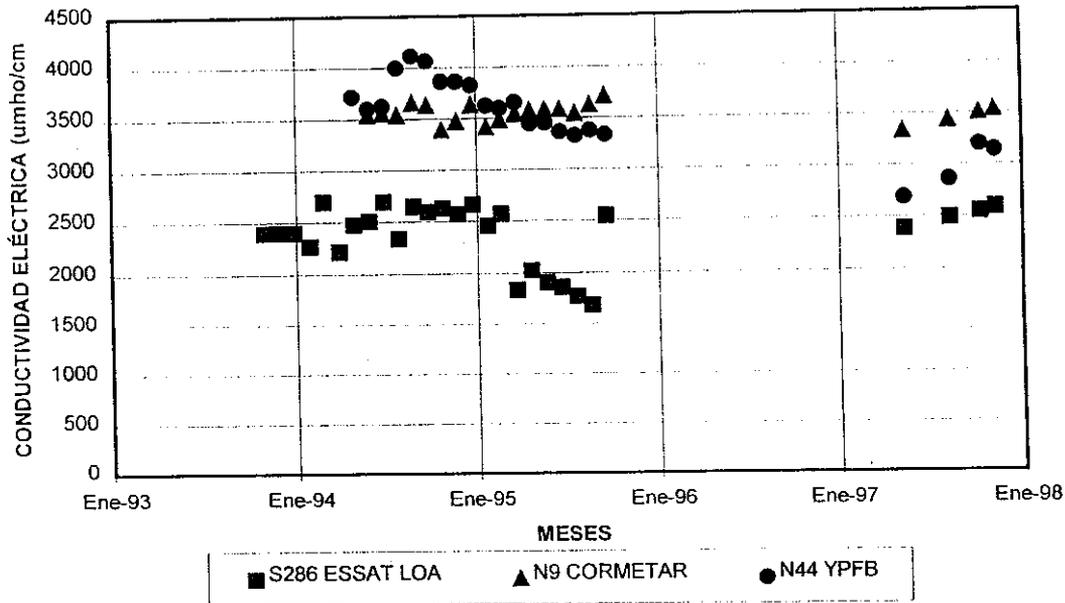


FIGURA 2.6.11-3
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA
SECTOR 11: ARICA NORTE

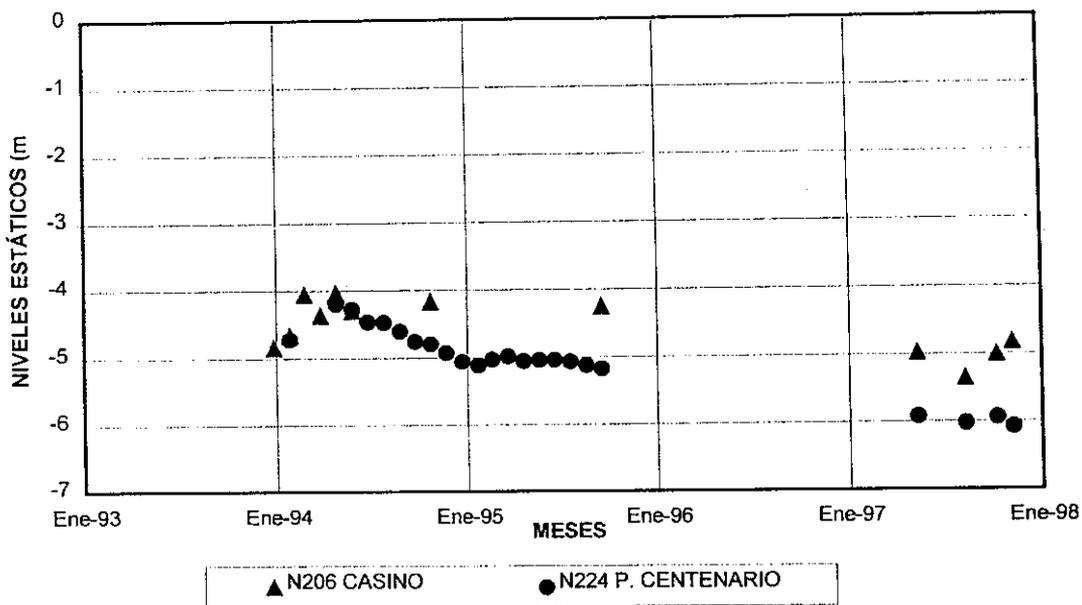


2.6.12 Sector 12, Arica Costa

En la Figura 2.6.12-1 se han graficado los niveles de las norias N224 Centenario y N206 Casino. Se observa que para ambos casos se ha producido una relativa estabilización de los niveles en relación con las medidas de los años anteriores.

En cuanto a la conductividad del acuífero se han tomado los mismos puntos anteriores. Como se observa en la Figura 2.6.12-2 se deducen dos comportamientos diferentes, ya que en la noria N206 CASINO se sigue manifestando una estabilización relativa durante todas las mediciones, en cambio en la noria N224 la calidad del agua volvió a registrar una magnitud superior a los 20.000 umho/cm, al igual que en la medición de la visita anterior

FIGURA 2.6.12-1
NIVELES ESTÁTICOS
SECTOR 12: ARICA COSTA



3. VALLE DEL RÍO LLUTA

3.1 GENERALIDADES

Para apoyar el sistema de abastecimiento de agua potable de Arica se han perforado 11 sondajes los cuales están ubicados en los primeros 22 km del Valle del río Lluta. Con éstas captaciones se pretende obtener un caudal de 450 l/s con lo que se espera superar el déficit actual en la demanda poblacional.

Aunque se sabe que el potencial del acuífero respalda vastamente las exigencias a las que se necesita someter, se hace necesario determinar los posibles efectos sobre otras fuentes a lo largo del Valle y en los caudales del río Lluta. En términos generales, para obtener estos resultados se harán pruebas de bombeo simultáneas y de larga duración conjuntamente con un plan de vigilancia permanente en las aguas del sector.

3.1.1 Recursos Subterráneos

En la figura 3.1.1-1 están representados espacialmente todos los sondajes que están dentro del monitoreo. Las características principales de éstos se presentan en el cuadro 3.1.1-1.

CUADRO 3.1.1-1
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS SONDAJES

SONDAJE	COORDENADAS		COTAS (m.s.n.m)		PROFUNDIDAD (m)	DIÁMETRO (pulg.)	NIVEL ESTÁTICO (m)	FECHA
	NORTE (m)	ESTE (m)	TERRENO	CORONAMIENTO CAMARA				
3	7.964.810	368.340	140.136	140.736	152	12	9.80	Jun-96
5	7.964.260	369.970	169.195	169.775	120	12	8.97	Ago-96
10	7.964.100	371.950	196.964	197.614	115	12	10.98	Abr-97
13	7.964.150	373.400	222.224	222.774	138	12	22.90	Nov-96
1-A	7.963.980	373.440	219.418	219.968	144	14 12	25.79	Abr-96
18-A	7.964.190	374.090	233.076	233.676		12	2.04	Mar-97
16	7.964.250	374.860	247.144	247.744	130	12	4.27	Ene-97
20	7.964.310	376.700	284.320	284.870	130	12	8.50	Ene-97
23	7.964.420	378.100	309.819	310.419	130	12	5.25	Dic-96
26	7.964.460	379.000	326.070	326.670	120	12	4.77	Feb-97
A-5	7.963.610	383.490	417.135	417.685		12	4.43	Mar-97

Nivel estático tomado desde coia de terreno

3.1.2 Recursos Superficiales

Como se ha dicho anteriormente el plan de vigilancia detectará la influencia de los bombeos de los sondajes en los caudales del río Lluta y en la red de canales de riego. Para cuantificar esto se han agregado a esta red cuatro puntos de aforo en el río los cuales están definidos en el cuadro 3.1.2-1.

**CUADRO 3.1.2-1
ESTACIONES DE AFORO EN RÍO LLUTA**

Punto de Aforo	Coordenadas U.T.M	
	Norte (m)	Este (m)
Lluta en Chapisca	7.969.271	405.932
Lluta antes de puente FF.CC	7.962.565	389.407
Lluta aguas arriba puente Chacabuco	7.962.165	383.547
Lluta en panamericana	7.965.217	363.280

Asociado a esto se encuentran los canales de regadío los cuales se presentan en el cuadro 3.1.2-2 ordenados de acuerdo a sus acciones. De éstos se han seleccionado los 30 más importantes (Cuadro 3.1.2-3) para que sean puntos de aforo permanente en las campañas de terreno.

CUADRO 3.1.2-2
CANALES DE LA RED DE RIEGO DEL VALLE DEL RÍO LLUTA

CANAL	ACCIONES	CANAL	ACCIONES
SASCAPA	428,32	SANTA INÉS	21,00
CHACABUCO	342,50	MAYORCA	20,30
VALLE HERMOSO	249,00	ARELLANO BEYZAN	20,00
EL MURO	211,08	BARRANCO STA. ROSA	19,00
MOLINOS	193,05	ROJAS MARABOLI	18,50
VISCONTI	119,50	TOCONTASI	18,49
CORA BEYZAN	99,44	BRAVO UNO	17,85
POCONCHILE	83,80	CHATIAPO	17,34
BOCA NEGRA	81,00	GARCÍA	13,65
SANTA RAQUEL	77,50	ALMONTE	13,00
PURO CHILE	66,99	BRAVO DOS	11,55
AGUATAYA	65,66	ALFONSO BOLAÑOS	9,00
KESLER GIL	60,00	BOLAÑOS VILLANUEVA	8,00
HUANCARANE	48,87	DOMINGUEZ	7,50
EL TAMBO	41,50	IRENIA QUISPE	7,35
VILCA CHANG	37,00	HUANCA	7,08
LA PALMA DOS	36,00	PONCE	7,00
VILCA LOREDO	35,50	QUISPE	6,30
ALICIA GONZÁLEZ	30,00	EL PICHIN	5,25
RAMOS	28,05	SAN PABLO	5,25
ALANOCA	26,60	PUNTA DE RIELES	5,24
LINDEROS	23,90	KESLES	4,70
LA PALMA UNO	23,00	FLORES	4,20
LA ISLA	22,40	VILLA VILLA DOS	3,97
LOREDO	21,00	HUMIRE	3,76

**CUADRO 3.1.2-3
PUNTOS DE AFORO EN CANALES DE RIEGO**

CANAL	COORDENADAS U.T.M	
	NORTE (m)	ESTE (m)
SASCAPA	7.964.624	374.083
CHACABUCO	7.965.027	379.040
VALLE HERMOSO	7.964.382	367.924
EL MURO	7.964.150	381.870
VISCONTI	7.961.236	384.482
CORA BEYZAN	7.963.645	382.473
POCONCHILE	7.960.947	388.553
BOCA NEGRA	7.966.178	397.799
SANTA RAQUEL	7.964.836	390.151
PURO CHILE	7.960.955	388.560
AGUATAYA	7.962.972	389.521
KESLER GIL	7.962.790	383.338
HUANCARANE	7.960.418	385.365
EL TAMBO	7.964.960	395.204
MOLINOS	7.968.325	402.938
VILCA CHANG	7.965.096	390.890
LA PALMA DOS	7.960.500	385.299
VILCA LOREDO	7.965.270	391.650
ALICIA GONZALEZ	7.964.275	366.956
RAMOS	7.965.297	390.830
ALANOCA	7.965.057	380.050
LINDEROS	7.960.944	388.552
LA PALMA UNO	7.960.356	385.469
LA ISLA	7.962.108	389.222
LOREDO	7.965.020	390.480
SANTA INES	7.964.948	394.156
MAYORCA	7.965.770	386.408
ARELLANO BEYZAN	7.963.056	383.052
BARRANCO STA. ROSA	7.959.758	386.468
ROJAS MARABOLÍ	7.965.264	391.502

3.2 CAMPAÑA DE TERRENO

3.2.1 Niveles en Sondajes

Los niveles de los 11 sondajes pertenecientes a ESSAT fueron medidos entre los días 28 de Noviembre y 4 de Diciembre. Los datos obtenidos se exponen en el Cuadro 3.2.1-1 conjuntamente con los de las mediciones de las etapas 1,2 y 3.

CUADRO 3.2.1-1
MEDICIÓN DE NIVELES EN SONDAJES
EN VALLE DEL RÍO LLUTA

Sondaje	Cota (m.s.n.m.)	Nivel (m) Jun-97		Nivel (m) Sep-97		Nivel (m) Nov-97		Nivel (m) Dic-97	
3	140.14	9.78	E	85.86	D	1.08	E	85.38	D
5	169.20	10.43	E	7.50	E	7.30	E		
10	196.96	11.01	E	9.66	E	9.20	E	10.64	E
13	222.22	10.88(*)	E	4.16	E	2.30	E	1.1	E
1-A	219.42	25.35	E	21.90	E	21.62	E	25.32	E
18-A	233.08	2.3	E	2.00	E	2.37	E	2.62	E
16	247.14	5.96	E	42.20	D	41.22	D	44.09	D
20	284.32	8.88	E	5.56	E	5.93	E	36.29	D
23	309.82	4.77	E	3.58	E	45.13	D	6.85	E
26	326.07	4.03	E	3.41	E	3.52	E	4.26	E
A-5	417.14	3.64	E	2.65	E	2.56	E	3.38	E

E : Nivel estático

D : Nivel dinámico

(*) : Este sondaje se midió con los pozos 3,5,16,20 y 23 funcionando

3.2.2 Curvas Isofreáticas

Con la información obtenida en el terreno del mes de Diciembre se han trazado las isofreáticas correspondientes. En la Figura 3.2.2-1 se observa que los niveles de los sondajes han seguido manifestando una leve recuperación la cual se hace notar con mayor claridad en el sector medio, específicamente en los pozos N° 13 y 1-A representando un caso especial ya que hacia los extremos la napa ha continuado su descenso.

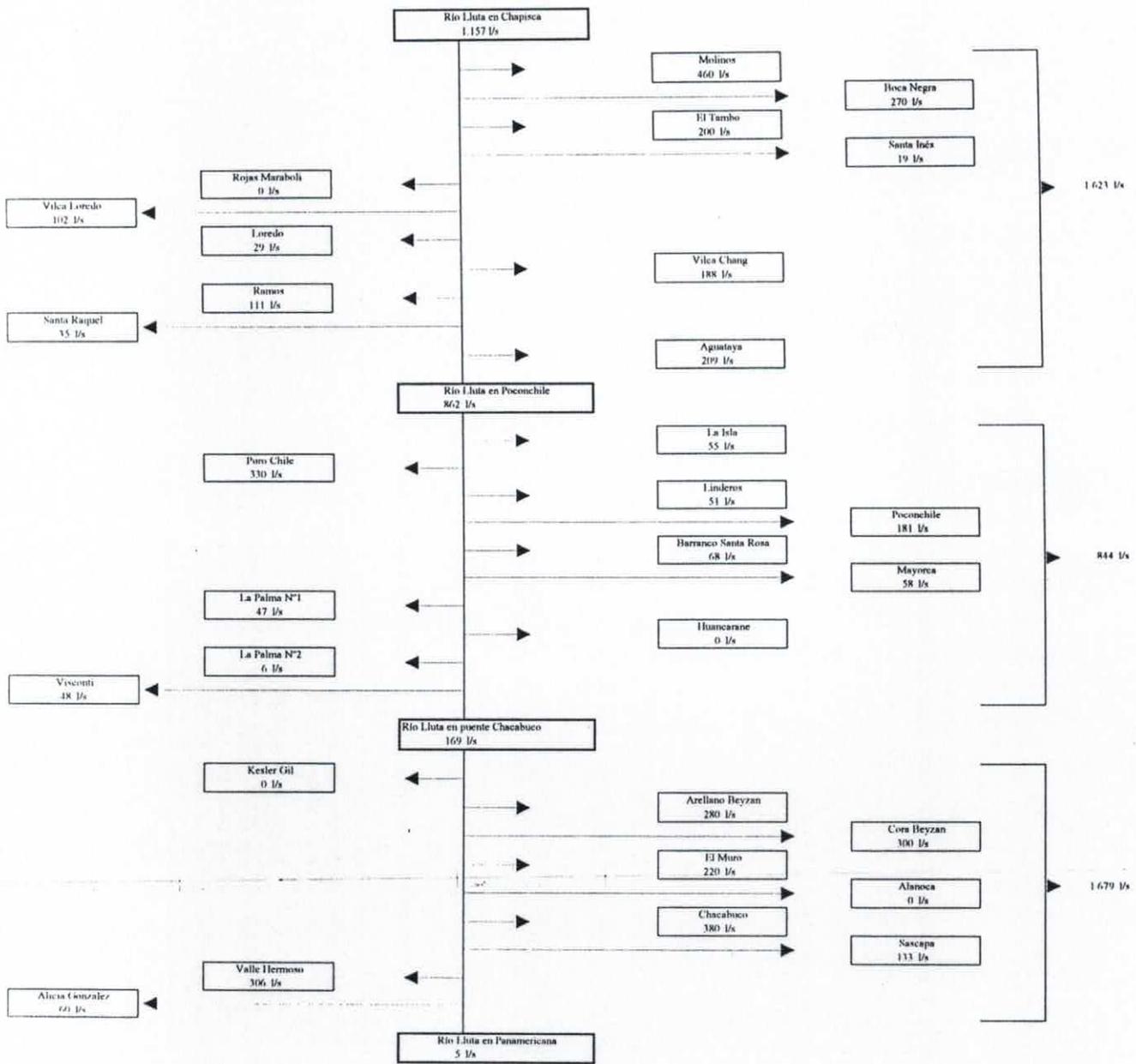
3.2.3 Conductividad de las aguas

En el Cuadro 3.2.3-1 se presenta la información obtenida en relación a éste parámetro.

CUADRO 3.2.3-1
CAUDALES AFORADOS EN SISTEMA
DEL RÍO LLUTA
(Diciembre de 1997)

PUNTO DE AFORO	CAUDAL l/s
Río Lluta	
En Chapisca	1.157
En Poconchile	862
En puente Chacabuco	169
En Panamericana	5
Canales	
Molinos	460
Boca Negra	270
El Tambo	200
Santa Inés	19
Rojas Maraboli	
Vilca Loredo	102
Loredo	29
Vilca Chang	188
Ramos	111
Santa Raquel	35
Aguataya	209
La Isla	55
Puro Chile	330
Linderos	51
Poconchile	181
Barranco Sta. Rosa	68
Mayorga	58
La Palma Uno	47
Huancarane	
La Palma Dos	6
Visconti	48
Kesler Gil	
Arellano Beyzan	280
Cora Beyzan	300
El Muro	220
Alanoca	
Chacabuco	380
Sascapa	133
Valle Hermoso	306
Alicia González	60

FIGURA 3.2.4-1
DIAGRAMA UNIFILAR DEL RÍO LLUTA
 (CAUDALES AFORADOS EN DICIEMBRE DE 1997)



De acuerdo a las recientes mediciones hechas en el monitoreo del mes de Diciembre, se deduce que en las tres secciones definidas por los cuatro puntos de aforo en el río Lluta se sigue extrayendo mayor cantidad de caudal que la diferencia existente entre cada estación. Es así, que entre Chapisca y Poconchile se hace notar una diferencia de 295 l/s en el caudal del río, mientras que las extracciones medidas ascienden a los 1.623 l/s. Lo mismo ocurre en la segunda sección, es decir, entre Poconchile y Lluta en puente Chacabuco donde la diferencia entre éstas es de 693 l/s y la suma del gasto de los canales es de 844 l/s. También se tiene el caso de la tercera sección Lluta en puente Chacabuco y río Lluta en panamericana en donde la variación del gasto en el río es de 164 l/s y las extracciones en los canales es de 1679 l/s.

En comparación a los caudales registrados en las estaciones del río Lluta en el mes de Noviembre se ha evidenciado que en el último mes de monitoreo estos han subido notoriamente en las estaciones Lluta en Poconchile y Lluta en Chacabuco.

4. CONCLUSIONES

El último monitoreo se realizó entre los días 28 de Noviembre y 4 de Diciembre del presente año, y corresponde a la cuarta etapa del plan de vigilancia propuesto para evaluar los recursos tanto subterráneos como superficiales de las zonas medias bajas de los valles del río Lluta y San José.

Para el valle del río San José se monitorearon una cantidad de 54 sondajes y 17 norias. De estas captaciones se obtuvo información acerca de niveles dinámicos y estáticos, conductividades y caudales instantáneos de bombeo para comparar sus resultados con los obtenidos durante el mes pasado y los recolectados durante los años 1993-1995.

Se deduce de los valores de niveles estáticos obtenidos en Diciembre que el nivel freático ha continuado con un lento descenso y esto ha podido notarse hacia los extremos del valle, es decir, las zonas que abarcan la ciudad de Arica y los sectores de Las Riveras, Chuval y Cabuza. Puntualmente, en los sectores medios y medios bajos del valle se ha notado una leve recuperación de los niveles. Esto puede deberse al efecto de infiltración de las lluvias que recargan los acuíferos.

En cuanto a los niveles de las 11 captaciones de ESSAT S.A en el valle del río Lluta, se evidencia mediante los resultados obtenidos en Diciembre que la recuperación del acuífero se ha hecho notar en los primeros kilómetros del estudio, es decir, hasta el pozo número 10. Desde este sector hacia aguas arriba, el nivel del acuífero se presenta más bajo respecto a los valores obtenidos en el mes de Noviembre.

Referente a la calidad de las aguas en el Valle del río San José se observa que los valores para este parámetro se han mantenido relativamente estables respecto a las mediciones tomadas en las tres etapas anteriores. Se ha observado nuevamente el caso exclusivo de una noria en el sector de Arica Costa, específicamente en el Parque Centenario, que durante todo el monitoreo ha ido presentando los mayores valores de conductividad con una tendencia definida alcanzando en la últimas tres etapas más de 20.000 umho/cm, lo que se explica por un posible fenómeno de intrusión salina en este sector.

Los caudales específicos de las fuentes no han presentado una mayor diferencias respecto a los obtenidos en las últimas campañas, salvo pequeñas diferencia de poca importancia. Para esta fecha un caso exclusivo lo representa el sector de Las Ánimas en donde algunos sondajes han presentado una marcada recuperación en su rendimiento.

Para el caso del valle del río Lluta, la conductividad eléctrica del acuífero ha tenido sus diferencias respecto al muestreo del mes anterior. La calidad de las aguas se observa estrechamente superior a lo obtenido anteriormente, con mayor notoriedad en los pozos 13 y 20. Con futuras mediciones se podría definir con mayores argumentos las tendencias de este parámetro ya que aún no se cuenta con suficientes datos históricos.

Se ha seguido observando que en la tres secciones definidas por los 4 puntos de aforo se producen mayores extracciones que la diferencia entre las mediciones de las estaciones. Dicho anteriormente, esta situación se manifiesta principalmente a los retornos del agua desde los canales de riego, hecho que se ejemplifica a la primera y última secciones.

Para la campaña de Diciembre hubo una diferencia respecto a las campañas anteriores debido a que el río Lluta entró en turnos de riego, así en el momento de las mediciones se encontraba regando el sector III el cual comprende los canales que se encuentran entre las estaciones Lluta en Poconchile y Lluta en Chacabuco. De todas maneras en las tres secciones del río se ha corroborado una mayor extracción que en el mes de Noviembre, hecho que se hace notar claramente entre la estación Lluta en puente Chacabuco y la estación Lluta en Panamericana.