

9



5580
INRENA
Biblioteca

REPUBLICA DEL PERU
MINISTERIO DE AGRICULTURA



**INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES
INRENA**

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

MEMORIA DESCRIPTIVA FINAL
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



**REHABILITACION DE POZOS TUBULARES
EN EL VALLE DEL ALTO PIURA**

POZO : "EL LIMON"

UP 10
P6
1998 9

Lima, Agosto de 1998



INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS
NATURALES - INRENA
BIBLIOTECA

Procedencia: _____

Ingreso: _____

1.5580

Fecha: _____

De: _____

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



3107

E
P10
P6
1998
9

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

PERSONAL PARTICIPANTE

- Bach. Carlos Ascue Contreras : Profesional Especialista
- Sr. Jorge Espinoza Silva : Coordinador Administrativo
- Sec. Raquel Ruiz Cabrera : Edición e Impresión

BRIGADA DE REHABILITACION

- Luis Alberto Cortijo Vargas : Encargado de la Rehabilitación
- Valeriano Ojeda Zapata : Maestro de obra
- Emilio Carmen Cruz : Técnico en Rehabilitación
- Alfonso Ojeda Guerrero : Técnico en Rehabilitación
- José Rivas Velásquez : Técnico en Rehabilitación
- Genaro Rivas Reyes : Técnico en Rehabilitación
- Pablo Ruiz Yovera : Técnico en Rehabilitación
- Carlos Aponte Valdiviezo : Técnico en Rehabilitación
- Daniel Aponte valladolid : Técnico en Rehabilitación
- Ricardo Mio Gómez : Técnico en Rehabilitación
- Ricardo Rijalba Arévalo : Técnico en Rehabilitación
- Jorge Lamadrid Pastor : Técnico en Rehabilitación
- José Sosa Machuca : Técnico en Rehabilitación
- Francisco Celi Celi : Técnico en Rehabilitación
- Jorge Briceño Calle : Técnico en Rehabilitación

INDICE

	Pág.
1.0 INTRODUCCION	01
1.1 Antecedentes	01
2.0 INVESTIGACION HIDROGEOLOGICA EJECUTADA : REHABILITACION	02
2.1 Localización	02
2.2 Datos técnicos, antecedentes y características Constructivas	02
2.3 Trabajos de rehabilitación realizados	02
2.3.1 Limpieza y recuperación de fondo	02
2.3.2 Desarrollo del pozo con aire comprimido	02
2.3.3 Aplicación de aditivos químicos	02
2.3.4 Engravado del pozo	03
2.3.5 Prueba de bombeo	03
2.3.6 Muestreo y análisis de agua	03
3.0 METODOLOGIA UTILIZADA	05
3.1 Trabajos preliminares	05
3.2 Limpieza y recuperación de fondo con el empleo de aire comprimido	05
3.3 Desarrollo del pozo con inyección de aire comprimido	05
3.4 Suministro y aplicación de aditivos defloculantes	06
3.5 Aplicación de grava seleccionada	06
3.6 Prueba de bombeo	06
4.0 EQUIPOS UTILIZADOS	07
4.1 Equipos de limpieza y desarrollo de pozos	07
4.2 Equipo de izaje	08
4.3 Equipo de pruebas hidráulicas	08
5.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	08
5.1 Conclusiones	08
5.2 Recomendaciones	08

AUTONOMA DE COCHABAMBA
MUNICIPALIDAD DE AGUA CALIENTE



ANEXOS

ANEXO I : Relación de Figuras

ANEXO II : Relación de Cuadros

ANEXO III : Valorización de Rehabilitación del Pozo Tubular

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



MEMORIA DESCRIPTIVA DE REHABILITACION DE POZO TUBULAR POZO: "EL LIMON"

1.0 INTRODUCCION

1.1 Antecedentes

El INRENA a través de la Dirección General de Estudios y Proyectos tiene el encargo de realizar la rehabilitación de pozos tubulares en el valle del alto Piura, Provincia de Morropón, departamento de Piura.

Habiéndose tomado como beneficiarios de los trabajos de rehabilitación de pozos tubulares, a los comités de agricultores de la zona siguiendo una verificación de campo, los pozos seleccionados son los siguientes:

- | | |
|---------------------------------|-----------------------|
| 1. San José | Nº IRHS 20/04/01- 118 |
| 2. Tres Marías | Nº IRHS 20/04/01- 133 |
| 3. Grupo San Martín "El Látiro" | Nº IRHS 20/04/01- 162 |
| 4. José C. Mariátegui | Nº IRHS 20/04/01- 204 |
| 5. Agua Potable Cruz Pampa | Nº IRHS 20/04/01- 223 |
| 6. El Roa | Nº IRHS 20/04/01- 224 |
| 7. El Algodonal Nº 07 | Nº IRHS 20/04/01- 227 |
| 8. Campo Herrera Nº 09 | Nº IRHS 20/04/01- 229 |
| 9. El Limón | Nº IRHS 20/04/01- 232 |
| 10. Santa Susana | Nº IRHS 20/04/01- 240 |
| 11. El Tunó | Nº IRHS 20/04/01- 311 |
| 12. Tamarindo (Alvarado) | Nº IRHS 20/04/01- 435 |
| 13. Cautivo de Ayabaca | Nº IRHS 20/04/01- 524 |
| 14. Víctor R. Haya de la Torre | Nº IRHS 20/04/01- 574 |
| 15. Agua Potable Huasimal | Nº IRHS 20/04/01- 579 |
| 16. Santa Rosa | Nº IRHS 20/04/01- 582 |
| 17. San Miguel Nº 06 | Nº IRHS 20/04/01- 598 |
| 18. Agua Potable Sausal | Nº IRHS 20/04/01- 600 |
| 19. Agua Potable La Encantada | Nº IRHS 20/04/01- 608 |
| 20. Remigio Morales Bermúdez | Nº IRHS 20/04/01- 611 |
| 21. Virgen de las Mercedes | Nº IRHS 20/04/01- 617 |
| 22. 20 Cuadras | Nº IRHS 20/04/01- 682 |
| 23. El Guillermito | Nº IRHS 20/04/01- 120 |
| 24. Concepción Gutiérrez | Nº IRHS 20/04/01- 172 |
| 25. Nueva Esperanza | Nº IRHS 20/04/01- 669 |

2.0 INVESTIGACION HIDROGEOLOGICA EJECUTADA : REHABILITACION

Pozo Tubular "C.A. EL LIMÓN" N° IRHS 20/04/01 - 232

2.1 Localización

Está ubicado en el sector de Yapatera, en el distrito de Chulucanas, provincia de Morropón, departamento de Piura. Fig. 01

2.2 Datos técnicos, antecedentes y características constructivas

- Año de Perforación : 1963
- Método de Perforación : Percusión
- Prof. de Entubado : 20,00 m
- Prof. de Filtro : s/d
- Tipo de Filtro : Ranurado con soplete
- Prof. antes de Rehabilitación : 16,50 m

2.3 Trabajos de rehabilitación realizados

2.3.1 Limpieza y recuperación de fondo

Se procedió a limpiar y recuperar el fondo del pozo desde los 16,50 m, llegándose hasta los 20,00 m. Se empleó el método de aire comprimido.

2.3.2 Desarrollo del pozo con aire comprimido

La duración del desarrollo del pozo empleando aire comprimido fue de 8,5 horas, procediéndose de acuerdo con las especificaciones técnicas establecidas, para esta actividad.

2.3.3 Aplicación de aditivos químicos

Después de haber realizado el desarrollo del pozo, se procedió a aplicar 50 kg. del aditivo químico defloculante tripolifosfato de sodio, con la finalidad de limpiar las aberturas del filtro.

Esta operación fue complementada con una agitación seguida de prolongados períodos de bombeo cuya duración fue de 8 horas.

2.3.4 Engravado del pozo

El engravado del pozo se realizó en forma paralela a los trabajos de recuperación de fondo y desarrollo de filtros; habiéndose mantenido la continuidad del empaque de grava a través de toda la columna del pozo. Se adicionó 6,00 m³ de grava seleccionada de ¼" a ½" de diámetro.

2.3.5 Prueba de bombeo

La prueba de bombeo a caudales variables se realizó en 3 regímenes, siendo su duración total de 72 horas. Los resultados de esta prueba se muestran en el cuadro N° 01 y la curva de rendimiento en la Fig. 02.

2.3.6 Muestreo y análisis de agua

Esta orientada para definir las características físico-químicas del agua subterránea y así determinar la calidad de la misma.

Se tomó una muestra representativa del agua en el último régimen. Los análisis efectuados en la muestra colectada, son los siguientes:

- Conductividad Eléctrica (CE, en mmhos/cm a 25°C)
- Dureza (en ppm CaCO₃)
- 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 la muestra de agua, siendo su valor directamente proporcional a dicha concentración.

Se puede apreciar en el cuadro N° 02 que la conductividad eléctrica de la muestra 0,63 mmhos/cm, es decir aguas de moderada salinidad.

Dureza Total

La dureza es una medida del contenido de calcio y magnesio y se expresa generalmente como equivalente al calcio y carbonatos (CO_3).

La dureza que presenta la muestra es de 155 ppm de CaCO_3 es decir, agua semiblanda.

pH

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

La muestra tiene un pH de 7,04 que indica que el agua es alcalina.

Familias de Aguas

Con los gráficos de Schoeller y Piper se ha podido determinar que la muestra pertenece a la familia hidrogeoquímica bicarbonatada sodica. Ver fig.03 y 04.

Aptitud para el Riego

Del análisis del gráfico de Wilcox, se ha determinado que la muestra pertenece a la clase C_2S_1 , es decir salinidad moderada y poco sódica (agua de buena calidad). Ver fig.05.

Según Contenido de Boro

La clasificación de las agua 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.06.

3.0 METODOLOGIA UTILIZADA

Para la ejecución de los trabajos de rehabilitación de pozos se ha seguido el procedimiento siguiente:

3.1 Trabajos preliminares

- Limpieza de por lo menos 100 m² alrededor del pozo, habilitación de las vías de acceso para poder instalar los equipos de rehabilitación (compresor, trípode, etc.).
- Relleno con material compactado alrededor del antepozo, si se presentan hundimientos superficiales.

3.2 Limpieza y recuperación de fondo con el empleo de aire comprimido

Los trabajos de limpieza y recuperación de fondo con aire comprimido, serán ejecutados iniciando la operación con tuberías sumergidas en el agua del pozo, hasta una profundidad mínima que asegure un coeficiente práctico de sumergencia.

Iniciada la operación, las tuberías se irán haciendo descender a medida que el agua expulsada por la tubería de descarga se halle libre de sólidos en suspensión, a medida que se va ganando fondo se hacen mediciones tanto de la profundidad como del nivel dinámico, a fin de ir aumentando la presión de trabajo de la compresora.

3.3 Desarrollo del pozo con inyección de aire comprimido

El desarrollo del pozo con inyección de aire comprimido se efectúa empleando una línea de aire, con inyectores de avance lateral, por fuera de la tubería de descarga.

Se aplica la presión de trabajo por esta línea, lo cual permite desalojar la emulsión agua-aire creada dentro del pozo hacia el acuífero, se para la inyección y el flujo de la presión acuífera hacia el pozo obliga a que los finos que se encuentran cerca de la zona filtrante se introduzcan por las aberturas y vayan a alojarse al fondo.

Se deja reposar y luego se extraen los finos, inyectando aire por la línea interior en posición de bombeo. Se repite la operación a cada 1 ó 2 m de filtro, ya sea en orden ascendente o descendente, hasta que el agua bombeada se halle libre de sólidos en suspensión.

3.4 Suministro y aplicación de aditivos químicos defloculantes

Con la inyección permanente de aire comprimido de dos niveles de inyección, se adiciona aditivos químicos (tripolifosfato de sodio) para desalojar los óxidos y arcillas impregnados en la columna del pozo y en la zona filtrante. La adición de aditivos químicos Defloculantes en los pozos que presentan estratos arcillosos contribuyen a mejorar las condiciones de permeabilidad y porosidad del acuífero circundante.

Se utilizará dos inyectores con presiones de 5 a 7 Kg/cm², a fin de crear recirculación y agitación permanente e intensiva en el interior del pozo.

Se adicionará el aditivo en cantidades suficientes.

Se deja de inyectar aire comprimido a fin de conseguir que la escoria y sedimentos se asienten en fondo del pozo, para luego proceder al desalojo de los sedimentos mediante bombeos continuos.

3.5 Aplicación de grava seleccionada

Es el conjunto de operaciones en el cual se efectúa la colocación de la cantidad necesaria y suficiente de grava en el espacio anular comprendido entre el tubo forro y las paredes de la formación; operación que se realizará por medio de las palas manuales y en forma lenta.

La colocación deberá efectuarse a un ritmo tal que se tenga la seguridad de que la grava va descendiendo por el espacio anular sin formar puentes u obstrucciones que alteren la continuidad del pre-filtro.

3.6 Prueba de bombeo

Las pruebas de bombeo a caudales variables o pruebas de rendimiento, se ejecutan para obtener la curva característica del pozo, sobre la base de la cual es posible seleccionar el equipo de bombeo adecuado para dicho pozo, así como obtener información para determinar el caudal óptimo de explotación del mismo.

Para la ejecución de las pruebas fue necesario instalar un equipo de bombeo con capacidad suficiente para sobrepasar el caudal crítico de los pozos.

Las principales características de las pruebas son las siguientes:

- Se efectuaron en 3, 4 ó 5 regímenes, teniendo una duración total de 25, 48 hora o más, según la estabilización de los niveles.
- Durante la realización de cada régimen, periódicamente se midieron los caudales extraídos, los niveles dinámicos y el número de revoluciones en el eje de la bomba.
- En cada prueba se tomó una (01) muestra de agua, con la finalidad de enviarlos al laboratorio para su análisis, con el objetivo de determinar sus características físico – químicas del agua.
- Se llevó un registro de la turbidez del agua, determinando el tiempo en que ésta se presenta, y del contenido de sólidos en suspensión.

4.0 EQUIPOS UTILIZADOS

Los equipos utilizados en la rehabilitación de pozos son de propiedad del INRENA, las cuales se describe a continuación:

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



4.1 Equipos de limpieza y desarrollo de pozos

Equipo de Aire comprimido

- Compresoras:

Características : VY - 9/7 de 06 Cilindros, 120 HP,
serie : 5808925 modelo: G135K-1

Atlas Copco XA 175, de 120 HP, Presión
de trabajo de 7 Kg/cm²

Tipo : Pistón y Tornillo, respectivamente

Capacidad : 9,2 m³/min.

- Tuberías de fierro galvanizado para la inyección de aire de Ø 1"
- Tubería de educación de Ø 127 mm
- Llaves (Francesas, Stilson, Mixtas de diferente tamaño), Estrobos, Abrazaderas etc.
- Trípode de 06 m
- Tecla de 05 toneladas

4.2 Equipo de Izaje

- Trípode de 6 m
- Tecla de 5 tn. de capacidad
- Estrobos, llaves (Francesas, Stilson, Mixtas de diferente tamaño), llaves de cadena, llaves charnela etc.

4.3 Equipo de pruebas hidráulicas

- Motor Diesel estacionario de 60 HP y 1500 r.p.m. Marca Dong Feng, modelo 41205T01, Bomba tipo turbina de eje vertical de 63 l/s de capacidad, marca Dong Feng, modelo 12JD230x4 de 8" de Ø.
- Tubo Pitot de 08" con reducciones de 6" y 4"
- Sonda eléctrica
- Cronómetro
- Tacómetro
- Cuba de aforo de 210 litros de capacidad.

5.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El pozo rehabilitado presenta las siguientes características:



5.1 Conclusiones

- Profundidad alcanzada : 20,00 m
- Nivel Estático : 1,20 m

5.2 Recomendaciones

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la prueba de rendimiento se recomienda las siguientes condiciones de explotación:

- Caudal Optimo : 51,00 l/s
- Nivel Dinámico : 7,70 m

ANEXOS

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



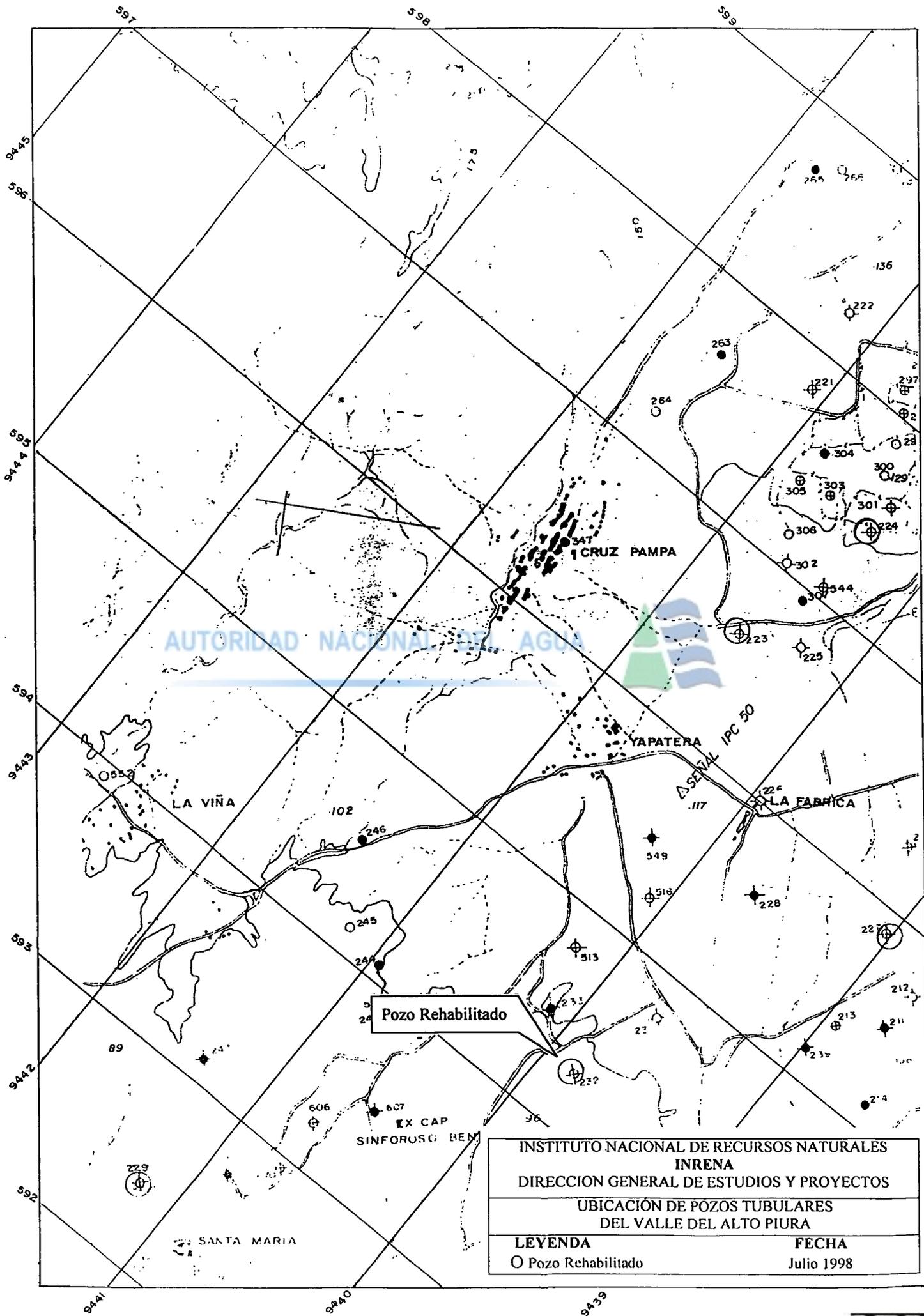
ANEXO I

Relación de Figuras

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



- 01 Ubicación del pozo rehabilitado
- 02 Curva de Rendimiento
- 03 Clasificación del Agua para Riego
- 04 Diagrama de Análisis de Agua Tipo Schoeller
- 05 Diagrama Logarítmico de Potabilidad de Agua



AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

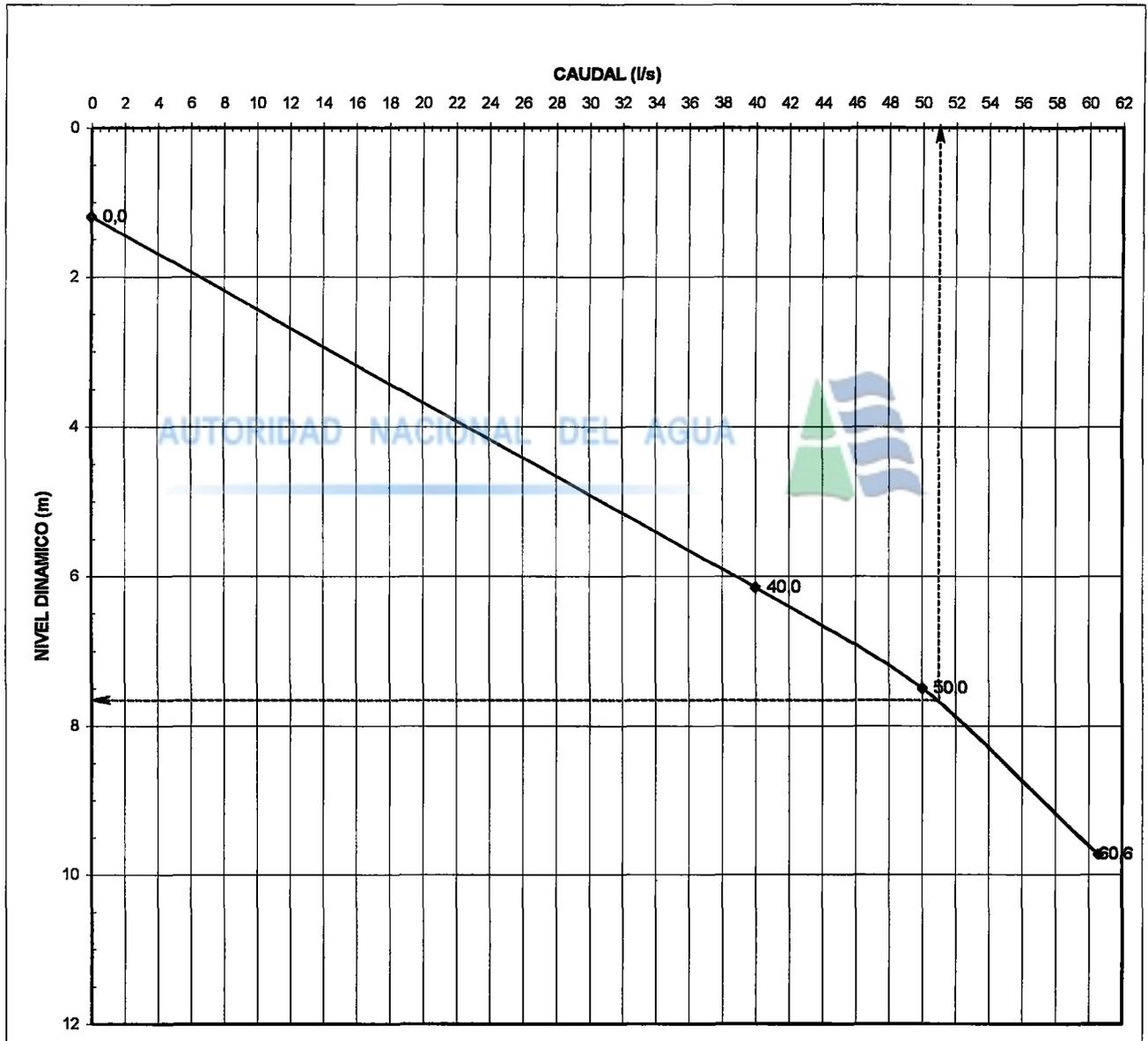
Pozo Rehabilitado

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES INRENA DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS Y PROYECTOS	
UBICACION DE POZOS TUBULARES DEL VALLE DEL ALTO PIURA	
LEYENDA O Pozo Rehabilitado	FECHA Julio 1998



PRUEBA DE RENDIMIENTO

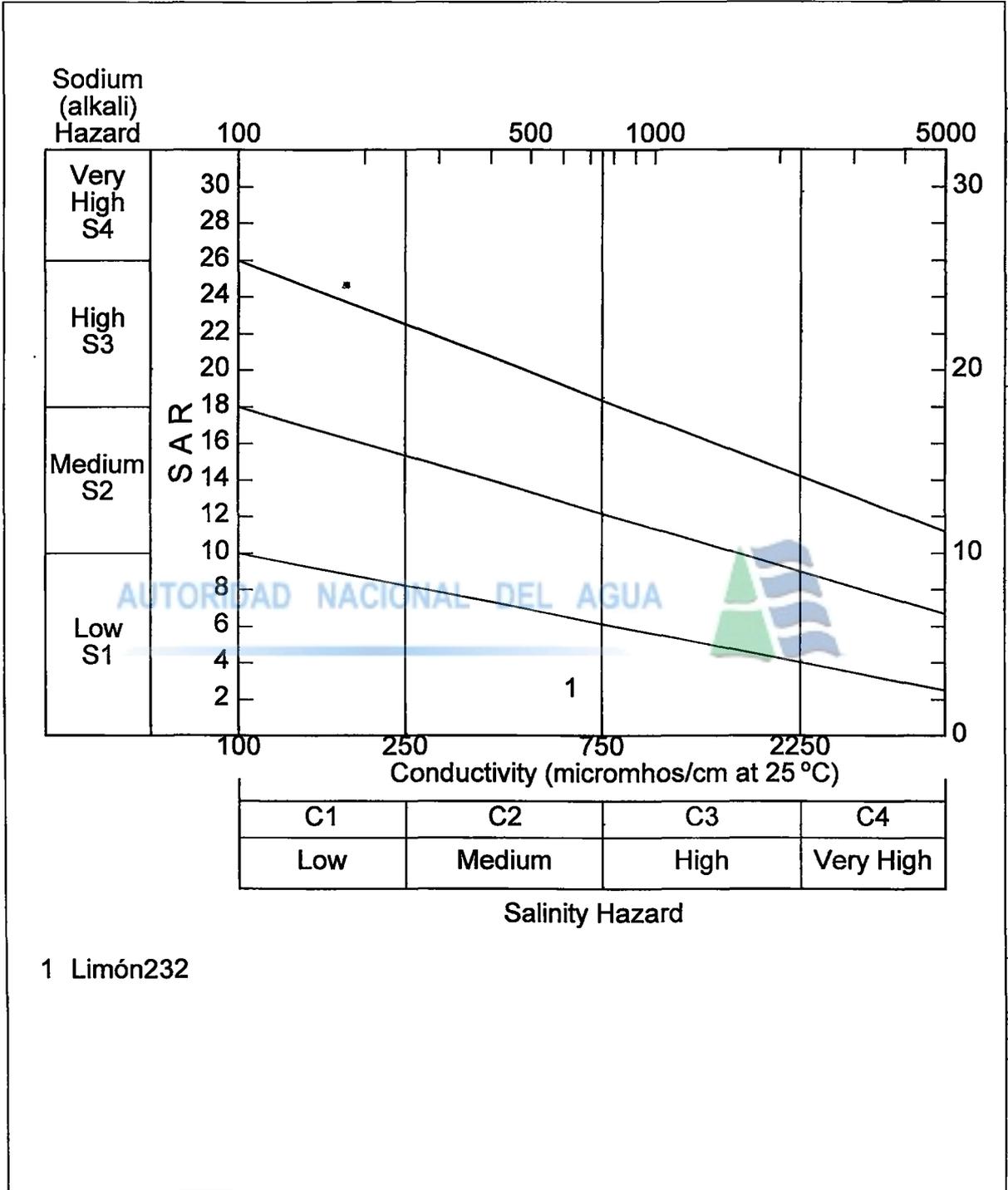
DEPARTAMENTO	: PIURA	CLAVE DE UBICACIÓN	20	4	1	232
PROVINCIA	: MORROPÓN	Fecha de prueba de Rendimiento	: 28/02/98			
DISTRITO	: CHULUCANAS	Altura P.R./Suelo en m	: 0,00			
NOMBRE DEL POZO	: CA EL LIMÓN	Profundidad del Agua al inicio en m	: 1,20			
Curva establecida por	: Bach. CARLOS ASCUE C.	Espesor del acuífero atravesado en m	:			
Interpretada por	: Bach. CARLOS ASCUE C.	Caudal Recomendable en l/s	: 51,00		Nivel Dinámico en m	: 7,70



REGIMEN	CAUDAL Q(l/s)	N. D. (m)	TIEMPO (hr)	VELOCIDAD rpm
N. Estático	0,0	1,20		0,00
1°	40,0	6,15	21	905
2°	50,0	7,50	26	1150
3°	60,6	9,73	25	1350

Wilcox Diagram

Wilcox Diagram



Schoeller Diagram

Schoeller Diagram

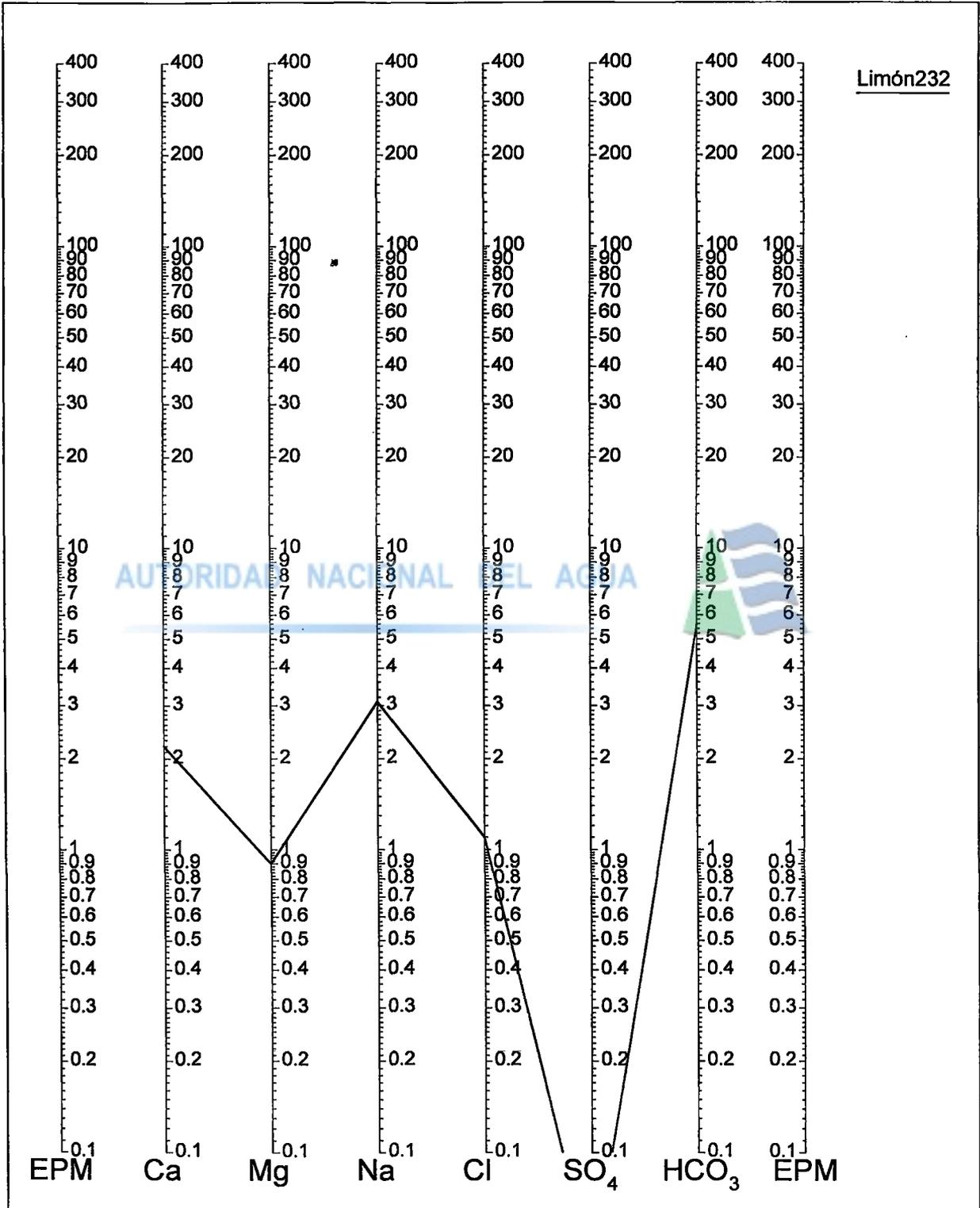
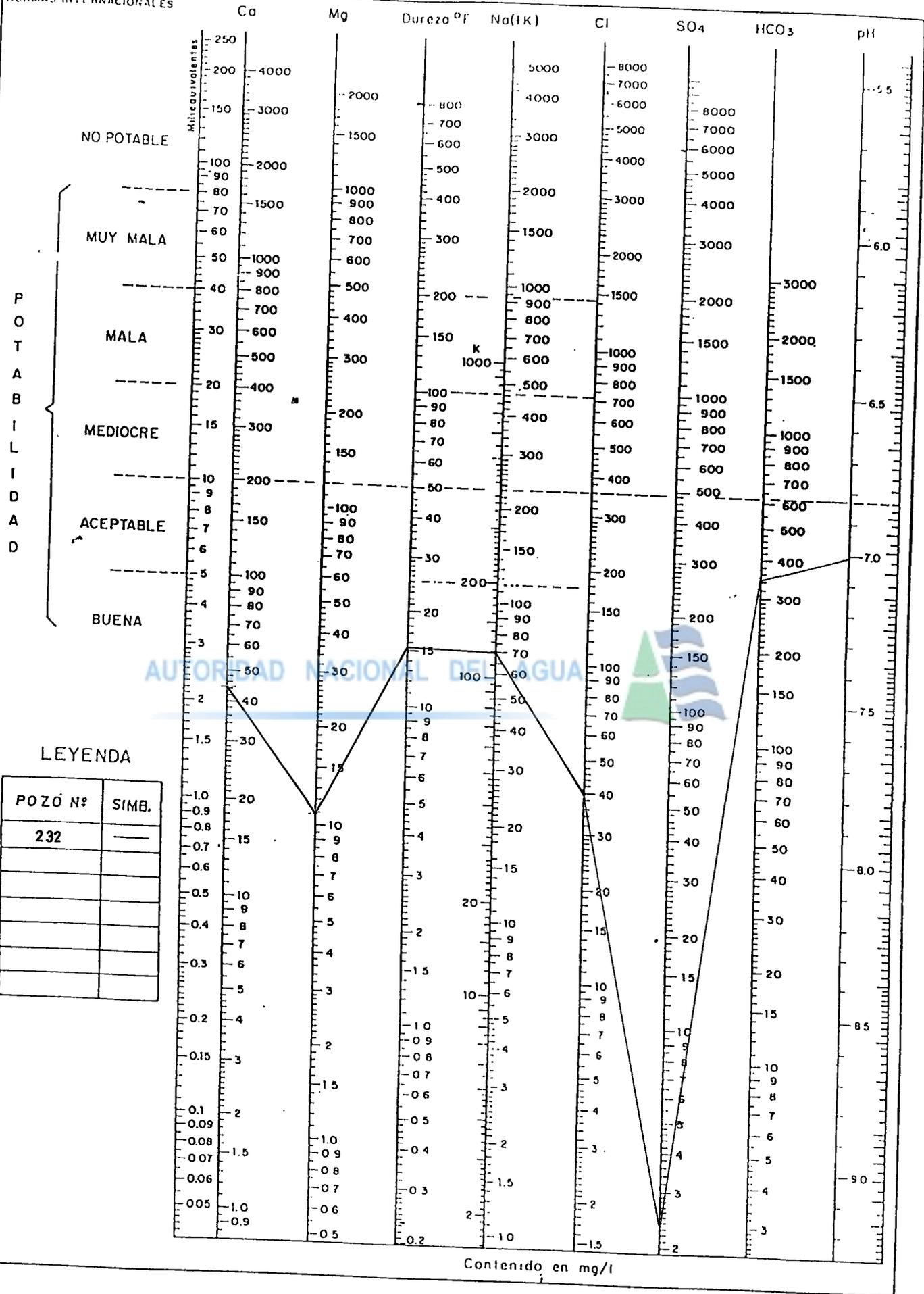


DIAGRAMA LOGARITMICO DE POTABILIDAD DE AGUA

NORMAS INTERNACIONALES



Contenido en mg/l

ANEXO II

Relación de Cuadros

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



- 01 Prueba de rendimiento del Pozo
- 02 Resultados de los Análisis Físico - Químico

INSTITUTO VENEZOLANO
NATURALES - INGENIERIA
BIBLIOTECA

Procedencia: _____

Ingreso: _____ 86

Fecha: _____

No: _____

CUADRO N° 01

PRUEBA DE RENDIMIENTO

PROPIETARIO : Comité EL LIMÓN

IRHS : 20/04/01-232

POZO : EL LIMÓN

REGIMEN	PROFUNDIDAD				ABATIMIENTO (m)	CAUDAL Q (l/s)	VELOCIDAD ANGULAR w (R.P.M)	TIEMPO		CAUDAL ESPECIFICO (l/s/m)	ABATIMIENTO ESPECIFICO (m/l/s)	SOLIDOS AL TERMINO DEL REGIMEN	OBSERVACIONES
	PR/S (m)	NE/PR (m)	NE/S (m)	ND/S (m)				PARCIAL	TOTAL				
	0,00	1,20	1,20										
1				6,15	4,95	40,00	905	21,0	21,0	8,08	0,124	NO	
2				7,73	6,53	50,00	1150	26,0	47,0	7,66	0,131	NO	
3				9,23	8,03	60,60	1350	25,0	72,0	7,55	0,133	NO	

Cuadro N° 02

RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS EN EL SECTOR DE YAPATERA
 PROVINCIA DE MORROPON DEPARTAMENTO DE PIURA

POZO N°	C.E (mmhos/cm)	Dureza (ppm)	pH	CATIONES (meq/l)					ANIONES (meq/l)					Boro (ppm)	RAS	CLASIFICACION			
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Suma	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	HCO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻			Suma	Hidrogenoquímica	Potabilidad	Riego
232	0,63	155,00	7,04	2,20	0,90	3,10	0,02	6,22	1,10	0,04	5,60	0,00	0,00	6,74	0,00	2,49	Bicarbonatada sódica	Buena	C ₃ -S ₁

ANEXO III

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



Valorización de Rehabilitación del Pozo Tubular

VALORIZACION DE REHABILITACION DEL POZO TUBULAR EL LIMON
DEPARTAMENTO DE PIURA
 (En Nuevos Soles)
CONVENIO INRENA / MINAG - 1997

PARTIDA	DESCRIPCION	METRADOS		COSTOS (S/.)	
		UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIOS	PARCIAL
1,00	CAMPAMENTO	Global	0,0	1 500,00	0,00
2,00	TRANSPORTE DE EQUIPO DE LIMPIEZA Y DESARROLLO	Pozo	1,0	410,66	410,66
3,00	ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO ALREDEDOR DEL POZO	Pozo	1,0	198,92	198,92
4,00	DESMONTAJE Y MONTAJE DEL EQUIPO EXISTENTE	Pozo	1,0	179,76	179,76
5,00	LIMPIEZA Y RECUPERACION DE FONDO	Hora	8,5	70,65	600,53
6,00	DESARROLLO DEL POZO	Hora	8,0	70,65	565,20
7,00	APLICACION DE ADITIVOS QUIMICOS	Kg	50,0	19,60	980,00
8,00	SUMINISTRO Y APLICACION DE GRAVA SELECCIONADA	m3	6,0	142,98	857,88
9,00	PRUEBA DE BOMBEO A CAUDAL VARIABLE	Hora	72,0	52,53	3 782,16
10,00	MUESTREO Y ANALISIS FISICO-QUIMICO	Muestra	1,0	45,00	45,00
COSTO DIRECTO					7 620,11
GASTOS GENERALES (10%)					762,01
TOTAL GENERAL					8 382,12