



5958  
INRENA  
Biblioteca

REPÚBLICA DEL PERÚ  
MINISTERIO DE AGRICULTURA



**INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES  
INRENA**

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

**INVESTIGACION HIDROGEOLÓGICA DE  
REHABILITACIÓN DE POZOS TUBULARES  
EN EL AREA EXPERIMENTAL LA VIÑA  
DISTRITO DE JAYANCA-CHICLAYO**

**CONVENIO MINAG – INRENA**

**POZO N°20**

EE  
P 10  
I5L28J  
20

**LIMA, FEBRERO 1999**



5958

INRENA  
Biblioteca

1112-054

F  
PI 1  
1112-054  
00

**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. Ivonne Joya Cartagena : Edición e Impresión

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



**BRIGADA DE REHABILITACION**

- Luis Alberto Cortijo Vargas : Encargado de la Rehabilitación
- Gustavo Villanueva : Maestro de obra
- Emilio Carmen Cruz : Técnico en Rehabilitación
- Alfonso Ojeda Guerrero : Técnico en Rehabilitación
- José Rivas Velásquez : Técnico en Rehabilitación
- Godofredo Velásquez : Técnico en Rehabilitación
- Pablo Ruiz Yovera : Técnico en Rehabilitación
- Carlos Aponte Valdiviezo : Técnico en Rehabilitación
- Luis Seminario León : Técnico en Rehabilitación
- Segundo García Calderon : Técnico en Rehabilitación
- Carlos Flores de Lama : Técnico en Rehabilitación
- Jorge Lamadrid Pastor : Técnico en Rehabilitación
- Guillermo Abramonte Zapata : Mecánico Diesel
- Francisco Celi Celi : Técnico en Rehabilitación
- Jorge Briceño Calle : Técnico en Rehabilitación

# INDICE

	Pág.
<b>1.0 INTRODUCCION</b>	<b>01</b>
<b>1.1 Antecedentes</b>	<b>01</b>
<b>1.2 Equipos utilizados</b>	<b>01</b>
<b>A. Equipo de Limpieza y Desarrollo</b>	<b>01</b>
<b>B. Equipo de Izare</b>	<b>01</b>
<b>C. Equipo de Pruebas Hidráulicas</b>	<b>02</b>
<b>1.3 Metodología Utilizada</b>	<b>02</b>
<b>A. Trabajos Preliminares</b>	<b>02</b>
<b>B. Limpieza y Recuperación de Fondo con Aire Comprimido</b>	<b>02</b>
<b>C. Desarrollo del Pozo con Inyección de Aire Comprimido</b>	<b>02</b>
<b>D. Suministro y Aplicación de Aditivos Químicos Defloculantes</b>	<b>03</b>
<b>E. Aplicación de Grava Seleccionada</b>	<b>03</b>
<b>F. Prueba de Bombeo</b>	<b>03</b>
<b>1.4 Investigación Hidrogeológica Ejecutada – Rehabilitación</b>	<b>04</b>
- <b>Localización</b>	<b>04</b>
- <b>Datos Técnicos, Antecedentes y Características</b>	<b>04</b>
- <b>Trabajos de rehabilitación Realizadas</b>	<b>04</b>
- <b>Limpieza y Recuperación de Fondo</b>	<b>04</b>
- <b>Desarrollo del Pozo con Aire Comprimido</b>	<b>05</b>
- <b>Aplicación de Aditivos Químicos</b>	<b>05</b>
- <b>Engravado del Pozo</b>	<b>05</b>
- <b>Prueba de Bombeo</b>	<b>05</b>
- <b>Muestreo y Análisis de Agua</b>	<b>05</b>
- <b>Conclusiones y Recomendaciones</b>	<b>07</b>

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



## ANEXOS

<b>ANEXO I</b>	<b>RELACION DE FIGURAS</b>
<b>ANEXO II</b>	<b>RELACION DE CUADROS</b>
<b>ANEXO III</b>	<b>VALORIZACION DEL POZO REHABILITADO</b>
<b>ANEXO IV</b>	<b>VISTAS FOTOGRAFICAS</b>

# MEMORIA DESCRIPTIVA DE REHABILITACION DE POZOS

## 1.0 INTRODUCCION

### 1.1 Antecedentes

En el mes de Abril de 1998, el Ministerio de Agricultura, suscribe con el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), un convenio Marco, para la rehabilitación de 20 pozos tubulares en el distrito de Jayanca, departamento de Lambayeque.

Habiéndose tomado como beneficiario de las obras de rehabilitación de pozos a las 1,200 Has del área experimental la Viña de la Dirección Ejecutiva del proyecto Olmos Tinajones (DEPOLTI).

### 1.2 Equipos Utilizados

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

#### A.- 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/cm<sup>2</sup>

Tipo : Pistón y Tornillo, respectivamente

Capacidad : 9,2 m<sup>3</sup>/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.

#### B.- Equipo de Izaje

- Trípode de 6 m
- Tecla de 5 tn. de capacidad
- Estrobos,

#### C.- Equipo de Pruebas Hidráulicas

- Motor Diesel estacionario de 88.2 Kw y 1500 r.p.m. Shangai, modelo 6130, Bomba tipo turbina de eje vertical de 210m<sup>3</sup>/h de capacidad, Shangay, modelo 300JC/S210-10.5x10 de 8" de Ø.
- Sonda eléctrica
- Cronómetro
- Tacómetro
- Cuba de aforo de 210 litros de capacidad.

### **1.3 Metodología Utilizada**

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

#### **A.- Trabajos Preliminares**

- Limpieza de por lo menos 100 m<sup>2</sup> 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.

#### **B.- 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.

#### **C.- 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.

#### **D.- 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 y Ethoxil) 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/cm<sup>2</sup>, a fin de crear recirculación y agitación permanente e intensiva en el interior del pozo.

La adición de los aditivos químicos será de 50 Kg de Tripolifosfato y 1 galón de Ethoxil por pozo.

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.

#### **E.- 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.

#### **F.- 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.

#### 1.4 Investigación Hidrogeológica Ejecutada - Rehabilitación

##### A.- **Pozo Tubular N°20 N° IRHS / / -20**

###### ① Localización

Está ubicado en el caserío Puerto Rico, distrito de Jayanca, provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque Fig. 01.

###### ② Datos Técnicos, Antecedentes y Características Constructivas

- Año de Perforación : 1990
- Método de Perforación : Rotación Directa.
- Prof. de Entubado : 113,00 m
- Prof. de Filtro : s/d
- Tipo de Filtro : Ranurado con soplete
- Prof. antes de Rehabilitación : 104,00 m

###### ③ Trabajos de Rehabilitación realizados

- Limpieza y Recuperación de fondo

Se procedió a limpiar y recuperar el fondo del pozo desde los 104,00 m, llegándose hasta los 113,00 m. Se empleó el método de aire comprimido.

- Desarrollo del Pozo con Aire comprimido

La duración del desarrollo del pozo empleando aire comprimido fue de 23 horas, procediéndose de acuerdo con las especificaciones técnicas establecidas, para esta actividad.

- Aplicación de Aditivos Químicos

Después de haber recuperado el fondo del pozo, se procedió a aplicar 50 kg. del aditivo químico defloculante tripolifosfato de

sodio y 1 galón de ethoxil, 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 26 horas.

- 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 10,50 m<sup>3</sup> de grava seleccionada de ¼" a ½" de diámetro.

- Prueba de bombeo

La prueba de bombeo a caudales variables se realizó en 4 regímenes, siendo su duración total de 48 horas. Los resultados de esta prueba se muestran en el cuadro N° 01 y la curva de rendimiento en la Fig. 02.

- 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 CaCO<sub>3</sub>)
- PH
- Contenido de iones y cationes (me/l)
- Relación de Adsorción de Sodio (RAS)
- Aptitud para el riego
- Potabilidad
- Identificación de familias químicas

### **CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (C.E)**

La conductividad eléctrica es un indicador de la concentración de sales disueltas presentes en 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 1.52 mmhos/cm, es decir aguas de media alta salinidad.



## DUREZA TOTAL

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

La dureza que presenta la muestra es de 269 ppm de  $\text{CaCO}_3$  es decir, agua dura.

## 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 6.90 que indica que el agua es ácida.

## FAMILIAS DE AGUAS

Con los gráficos de Schoeller y Piper se ha podido determinar que la muestra pertenece a la familia hidrogeoquímica bicarbonatada Sódica.

## APTITUD PARA EL RIEGO

Del análisis del gráfico de Wilcox, se ha determinado que la muestra pertenece a la clase  $\text{C}_3\text{S}_2$ , es decir salinidad media alta y medio sódica (agua de regular calidad).

## 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 Aceptable.

### ④ Conclusiones y Recomendaciones

El pozo rehabilitado presenta las siguientes características:

- Profundidad alcanzada : 113,00 m

• Nivel Estático : 8,52 m

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

• Caudal Optimo : 61,00 l/s  
• Nivel Dinámico : 29,00 m

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



# ANEXOS

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

---



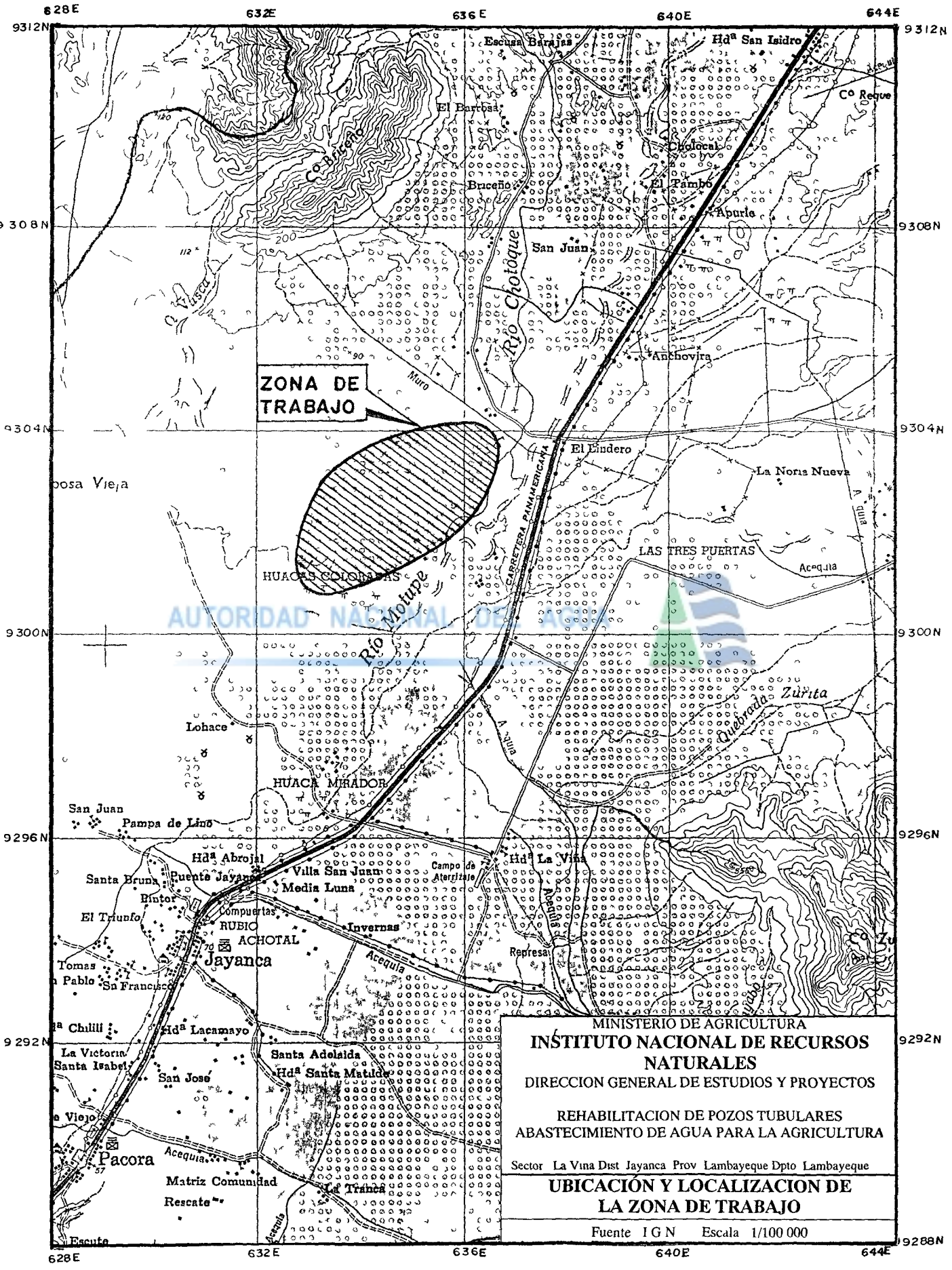
# ANEXO I

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

Relación de Figuras



- 
- 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



**ZONA DE TRABAJO**

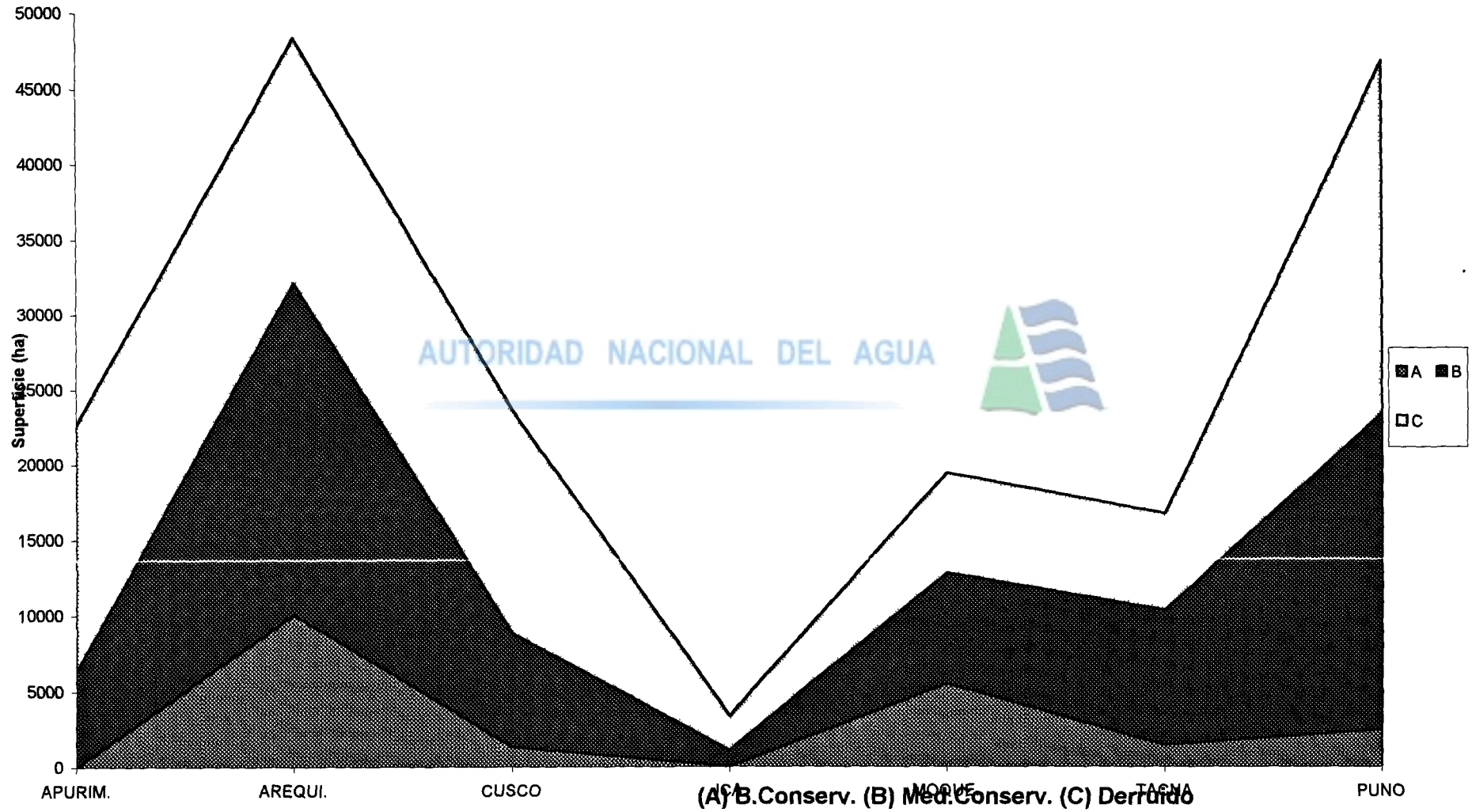
AUTORIDAD NACIONAL DE AGUAS

MINISTERIO DE AGRICULTURA  
**INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES**  
 DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS Y PROYECTOS  
 REHABILITACION DE POZOS TUBULARES  
 ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA LA AGRICULTURA  
 Sector La Vina Dist Jayanca Prov Lambayeque Dpto Lambayeque  
**UBICACION Y LOCALIZACION DE LA ZONA DE TRABAJO**

Fuente IGN Escala 1/100 000

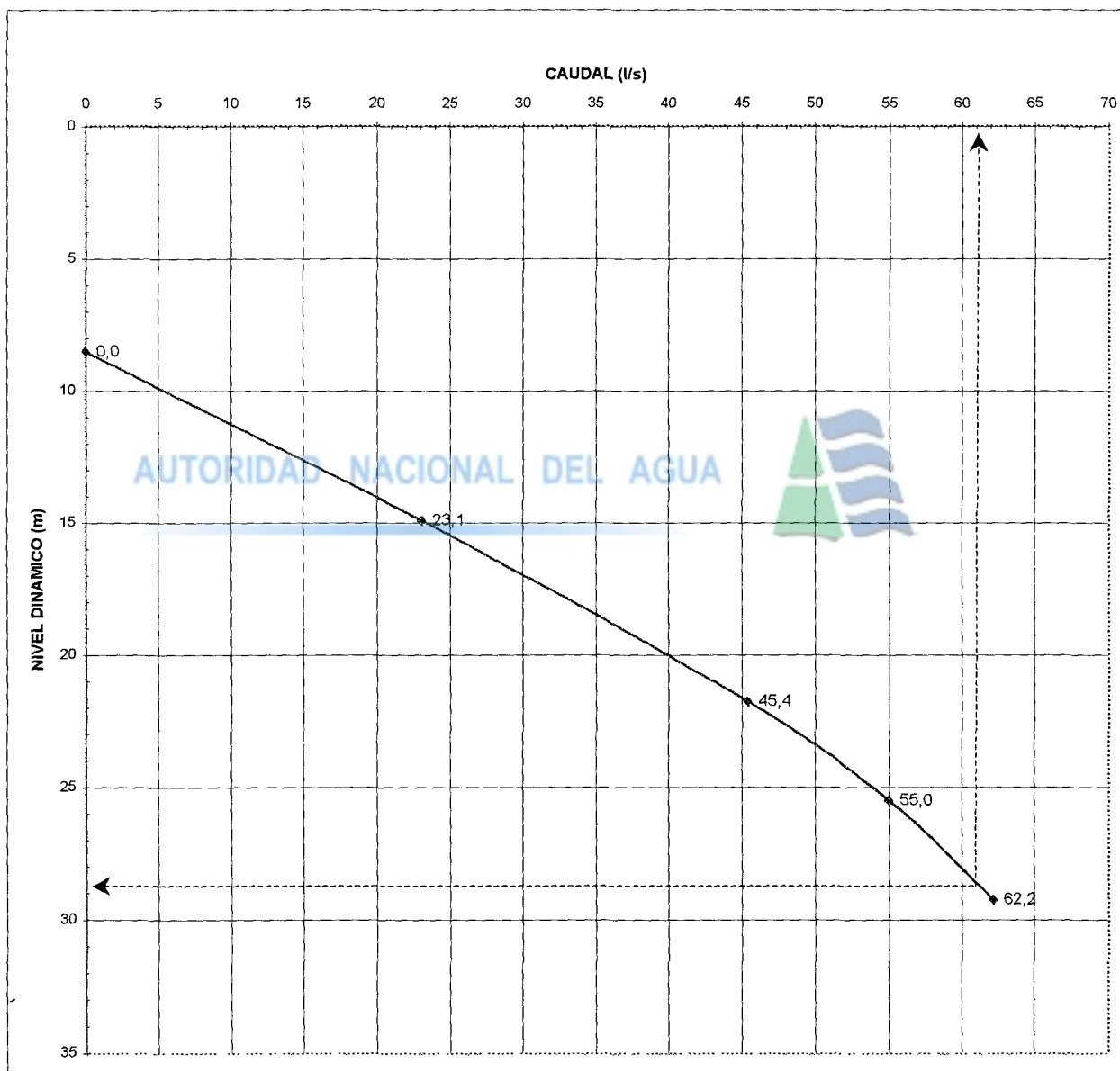


### ESTADO DE CONSERVACION DE ANDENES



# PRUEBA DE RENDIMIENTO

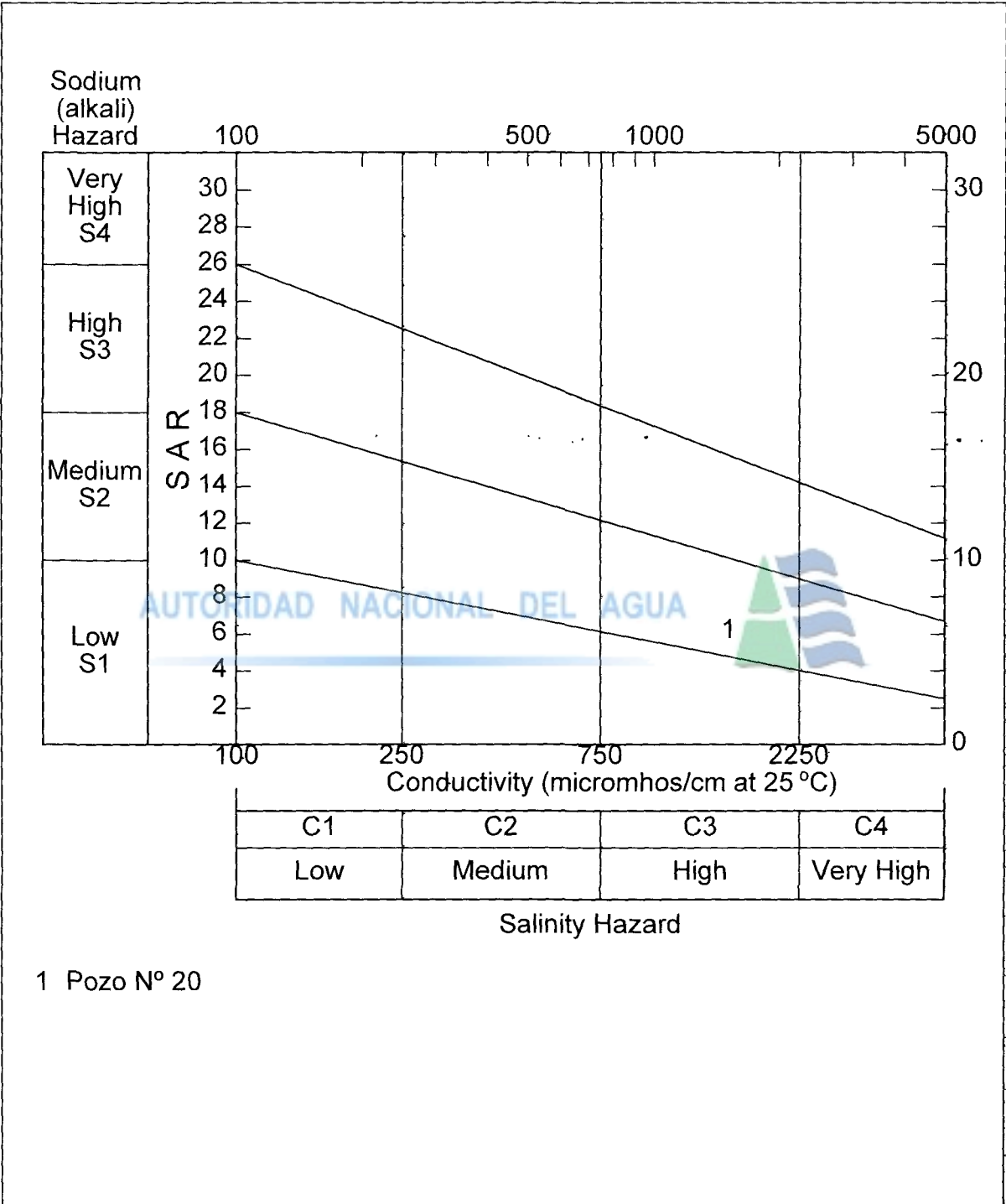
DEPARTAMENTO	<b>LAMBAYEQUE</b>	CLAVE DE UBICACIÓN	
PROVINCIA	<b>LAMBAYEQUE</b>	Fecha de prueba de Rendimiento	6/09/98
DISTRITO	<b>JAYANCA</b>	Altura P R /Suelo en m	<b>0,00</b>
NOMBRE DEL POZO	<b>20</b>	Profundidad del Agua al inicio en m	<b>8,52</b>
Curva establecida por	<b>Bach. ENRIQUE MEDINA.</b>	Espesor del acuífero atravesado en m	
Interpretada por	<b>Bach. ENRIQUE MEDINA.</b>	Caudal Recomendable en l/s	<b>61,00</b> Nivel Dinámico en m <b>29,00</b>



REGIMEN	CAUDAL Q(l/s)	N. D. (m)	TIEMPO (hr)	VELOCIDAD rpm
N. Estático	0,0	8,52		0,00
1°	23,1	14,91	8	1000
2°	45,4	21,77	10	1300
3°	55,0	25,50	14	1440
4°	62,2	29,23	16	1600

# Wilcox Diagram

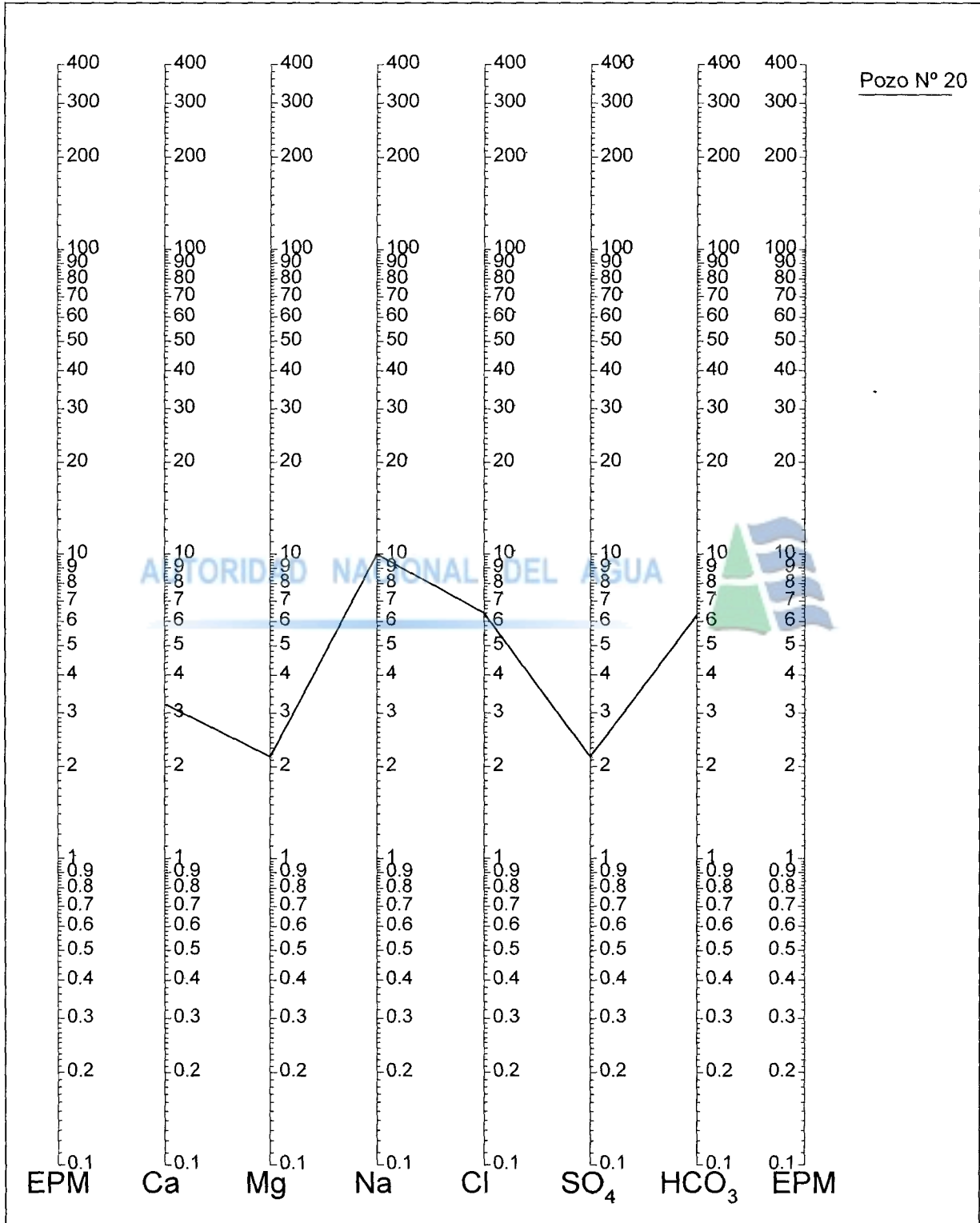
Wilcox Diagram





# Schoeller Diagram

Schoeller Diagram



005958

# ANEXO II

Relación de Cuadros

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



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

CUADRO N° 01

## PRUEBA DE RENDIMIENTO

PROPIETARIO : DEPOLTI

IRHS :

POZO : 20

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				
	0,52	8,52	8,00										
1				15,90	7,90	21,00	1000	8	8	2,66	0,376	NO	
2				21,27	13,27	44,00	1300	10	18	3,32	0,302	NO	
3				25,50	17,50	55,00	1440	14	32	3,14	0,318	NO	
4				29,49	21,49	65,00	1600	16	48	3,02	0,331	NO	

Cuadro N° 02

**RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DEL POZO TUBULAR N° 20  
SECTOR LA VIÑA DISTRITO DE JAYANCA PROVINCIA DE LAMBAYEQUE DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE**

POZO N°	C.E (mmhos/cm)	Dureza (ppm)	pH	CATIONES (meq/l)					ANIONES (meq/l)					Boro (ppm)	RAS	CLASIFICACION			
				Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Suma	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>			Suma	Hidrogenoquímica	Potabilidad	Riego
20	1,52	269,00	6,90	3,22	2,16	10,00	0,02	15,40	6,40	2,16	6,30	0,60	0,00	15,46	0,00	6,09	Bicarbonatada Sódica	Aceptable	C <sub>3</sub> -S <sub>2</sub>

**ANEXO III**  
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



---

**Valorización de Rehabilitación del Pozo Tubular**

**VALORIZACION DE REHABILITACION DEL POZO TUBULAR N° 20**  
**DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE**  
 (En Nuevos Soles)  
**CONVENIO INRENA / MINAG - 1998**

PARTIDA	DESCRIPCION	METRADOS		COSTOS (S/.)	
		UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIOS	PARCIAL
1,00	CAMPAMENTO	Global	0,00	1 500,00	0,00
2,00	TRANSPORTE DE EQUIPO DE LIMPIEZA Y DESARROLLO	Pozo	1,00	410,66	410,66
3,00	ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO ALREDEDOR DEL POZO	Pozo	1,00	198,92	198,92
4,00	DESMONTAJE Y MONTAJE DEL EQUIPO EXISTENTE	Pozo	1,00	179,76	179,76
5,00	LIMPIEZA Y RECUPERACION DE FONDO	Hora	26,00	70,65	1 836,90
6,00	DESARROLLO DEL POZO	Hora	23,00	70,65	1 624,95
7,00	APLICACION DE ADITIVOS QUIMICOS	Kg.	50,00	19,60	980,00
8,00	SUMINISTRO Y APLICACION DE GRAVA SELECCIONADA	m3	10,50	244,66	2 568,93
9,00	PRUEBA DE BOMBEO A CAUDAL VARIABLE	Hora	48,00	52,53	2 521,44
10,00	MUESTREO Y ANALISIS FISICO-QUIMICO	Muestra	1,00	45,00	45,00
COSTO DIRECTO					10 366,56
GASTOS GENERALES (10%)					1 036,66
<b>TOTAL GENERAL</b>					<b>11 403,22</b>

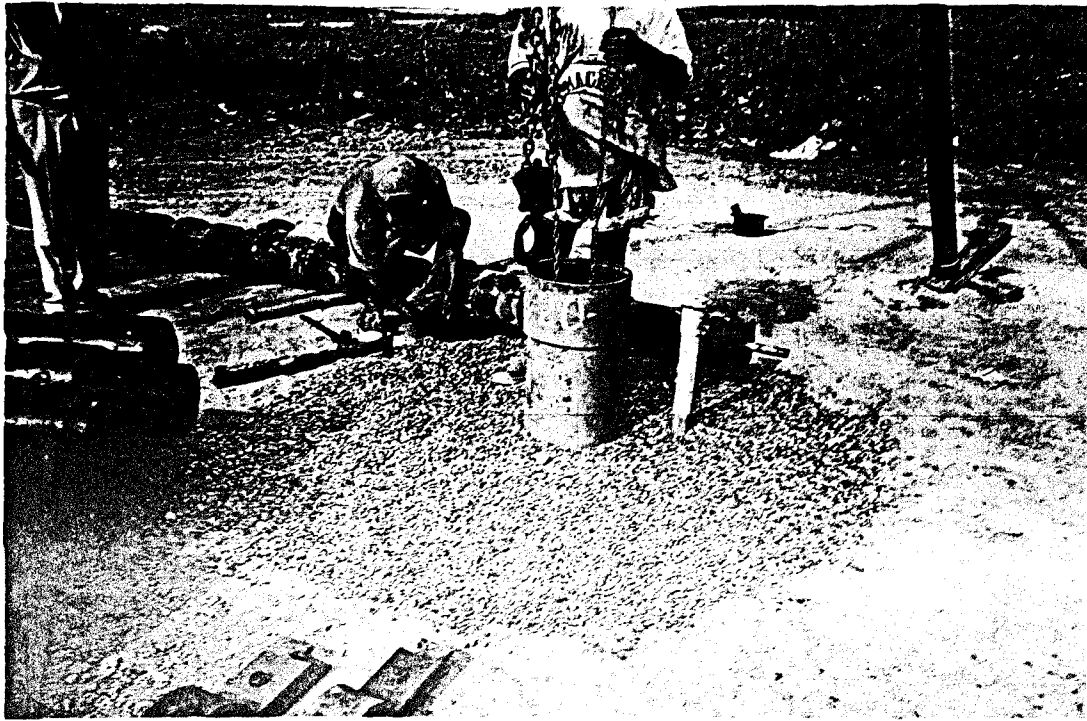


Fig. 01 Grava seleccionada relleno el pozo

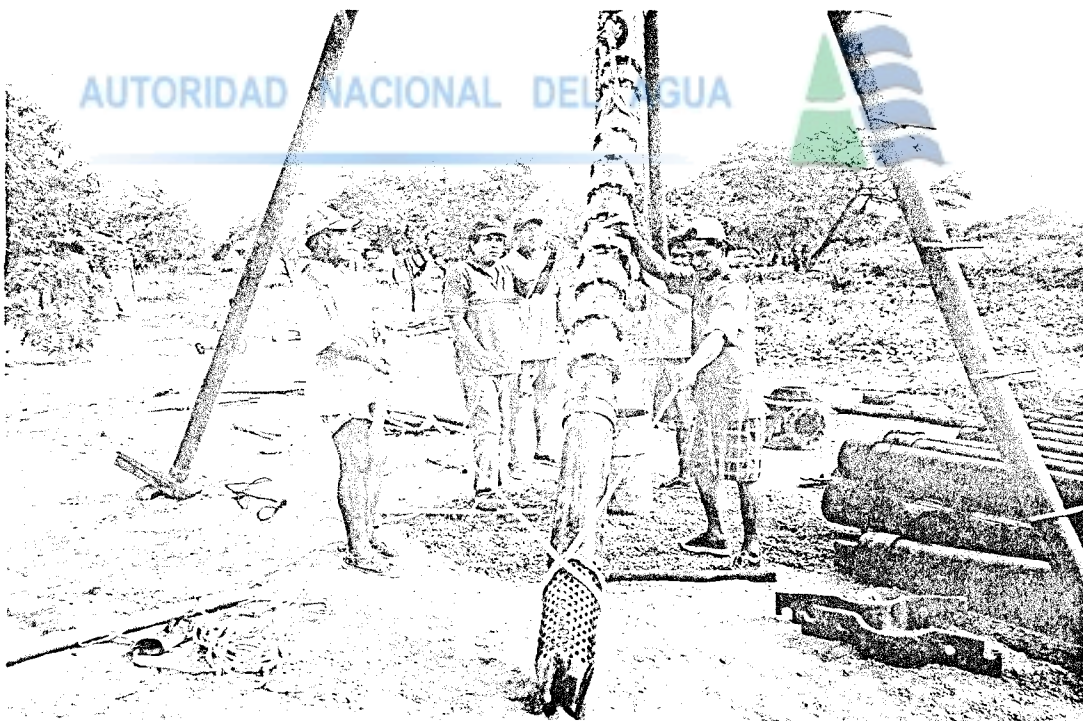


Fig. 02 Instalando la bomba de 10 impulsores para realizar la prueba de bombeo

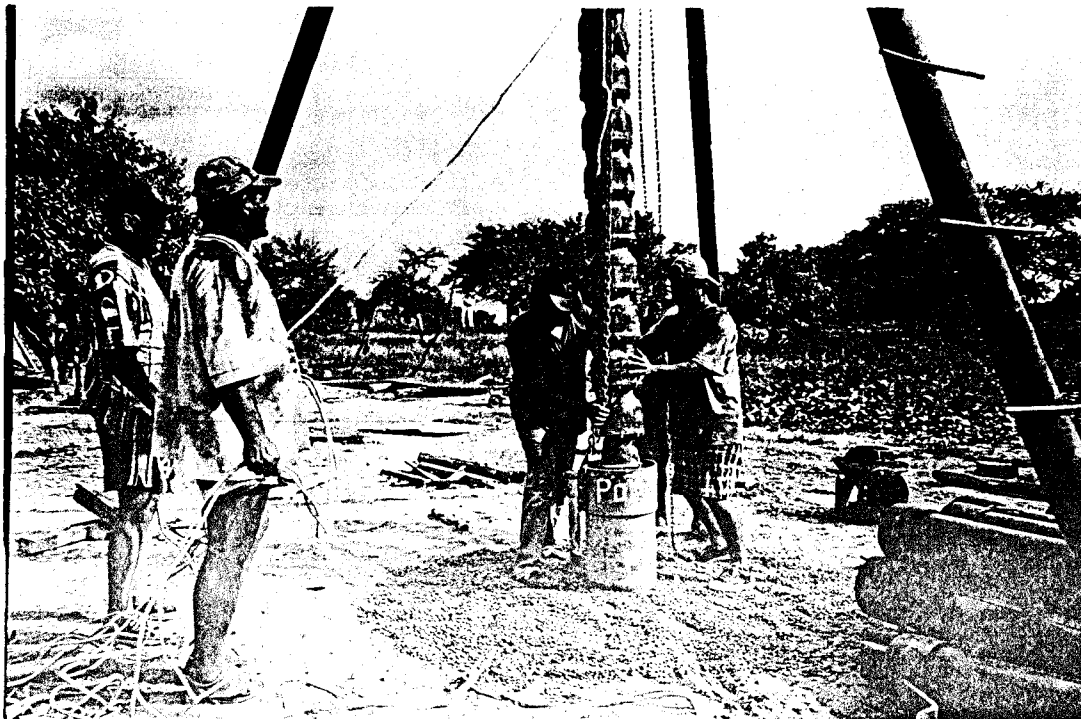


Fig. 03 Instalación de la bomba de turbina vertical para la prueba de bombeo



Fig. 04 Trabajo concluido del pozo N° 20