

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**“DIAGNÓSTICO HIDROGEOLÓGICO DEL  
ACUÍFERO CHICAMA CON FINES DE EXPLOTACIÓN  
RACIONAL DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:  
INGENIERO AGRÍCOLA**

**WILLY SALDAÑA CORTEZ**

**LIMA-PERÚ**

**2008**

**DIAGNÓSTICO HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO CHICAMA  
CON FINES DE EXPLOTACIÓN RACIONAL DE LAS  
AGUAS SUBTERRÁNEAS**

	<b>Página</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1 Generalidades .....	1
1.2 Objetivos.....	2
<b>II. CARACTERÍSTICAS GENERALES</b> .....	3
2.1 Cuenca del río Chicama .....	3
2.1.1 Área de Estudio .....	3
a. Vías de comunicación .....	3
b. Aspectos demográficos .....	4
c. Aspectos agropecuarios .....	4
d. Área sembrada .....	5
<b>III. CLIMATOLOGÍA</b> .....	6
3.1 Estaciones meteorológicas.....	6
3.2 Radiación solar.....	7
3.3 Hora de sol.....	7
3.4 Temperatura .....	8
3.5 Evaporación .....	9
3.6 Humedad relativa .....	9
3.7 Viento .....	10
3.8 Precipitación .....	11
3.9 Evapotranspiración.....	11
<b>IV. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL</b> .....	12
4.1 Escurrimiento Superficial.....	12
a. Descargas medias mensuales .....	12
b. Persistencia de las descargas medias mensuales .....	13
c. Componente del flujo del río Chicama .....	14
4.2 Usos del Agua.....	15
a. Disponibilidad hídrica mensual del río Chicama.....	15
b. Disponibilidad de agua subterránea en el valle Chicama .....	16
c. Disponibilidad de agua de filtraciones del valle Chicama.....	16
d. Disponibilidad hídrica total del valle Chicama.....	17
4.3 Demanda del recurso hídrico .....	17
4.4 Balance hídrico anual .....	18
<b>V. GEOMORFOLOGÍA Y GEOLOGÍA</b> .....	19
5.1 Geomorfología local.....	19
5.2 Geología del acuífero .....	20
a. Estratigrafía .....	20
5.3 Prospección geofísica .....	24
a. Generalidades .....	24
b. Secciones geoelectricas .....	26
c. Isobata a la base del acuífero aprovechable.....	30

<b>VI.</b>	<b>HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA</b> .....	31
6.1	El Reservorio acuífero .....	31
	a. Geometría del acuífero .....	31
	b. Dimensiones .....	32
6.2	El medio poroso .....	32
	a. Litología .....	32
	b. Interpretación hidrogeológica de perfiles litológicos .....	32
6.3	Actualización del inventario de fuentes de agua subterránea .....	36
6.4	Explotación del agua subterránea .....	46
6.5	Red de pozos de observación .....	51
6.6	La Napa Freática .....	52
	a. Análisis morfológico de la napa freática Diciembre 2007 .....	52
	b. Análisis de isoprofundidad de la napa freática Diciembre 2007 .....	55
	c. Análisis de fluctuación de cargas hidráulicas .....	58
6.7	Calidad del agua subterránea .....	63
	a. Muestreo .....	63
	b. Características físicas y químicas .....	64
	c. Interpretación de los datos del análisis químico .....	70
	d. Representación del análisis químico .....	71
	e. Clasificación .....	72
<b>VII.</b>	<b>HIDRODINÁMICA SUBTERRÁNEA</b> .....	77
7.1	Prueba de bombeo .....	77
7.2	Propiedades hidrodinámicas del acuífero .....	79
	a. Interpretación de la transmisividad y conductividad hidráulica .....	81
	b. Rendimiento específico .....	87
7.3	Cálculo de los radios de influencia .....	90
<b>VIII.</b>	<b>RESERVA TOTAL, RENOVABLE Y APROVECHABLE</b> .....	94
8.1	Determinación del tiempo de tránsito agua superficial-agua subterránea .....	94
8.2	Reserva total de agua subterránea .....	96
8.3	Reserva renovable de agua subterránea .....	97
8.2	Reserva aprovechable de agua subterránea .....	97
<b>IX.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	98
9.1	Conclusiones .....	98
9.2	Recomendaciones .....	100
<b>X.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	101
<b>XI.</b>	<b>ANEXOS</b> .....	102

## RELACIÓN DE CUADROS

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Página</b>
CUADRO 1 Población total según sexo y tipo de población - valle Chicama 1993 .....	4
CUADRO 2 Campaña agrícola 2006 – 2007 - valle Chicama .....	5
CUADRO 3 Características de la estación casa grande - valle Chicama .....	6
CUADRO 4 Descarga media mensual para una persistencia de ocurrencia del 50%, 75% y 95% (m <sup>3</sup> /s y MMC) .....	13
CUADRO 5 Aplicación del método del “caudal mensual característico” (m <sup>3</sup> /s) .....	14
CUADRO 6 Resultado del método del “caudal mensual característico” (m <sup>3</sup> /s) .....	14
CUADRO 7 Descarga media mensual del río Chicama (m <sup>3</sup> /s) Persistencia de ocurrencia 75% y 95% (m <sup>3</sup> /s y MMC) .....	16
CUADRO 8 Disponibilidad hídrica mensual agua de filtraciones valle Chicama .....	16
CUADRO 9 Disponibilidad hídrica mensual valle Chicama .....	17
CUADRO 10 Balance hídrico mensual agrícola del río Chicama (m <sup>3</sup> /s) .....	18
CUADRO 11 Resistividades de algunos materiales en ohmios – metros .....	26
CUADRO 12 Resumen de horizontes, resistividades, espesores de los SEVs – acuífero Chicama .....	28
CUADRO 13 Estadísticos de las isobatas horizonte aprovechable - acuífero Chicama .....	30
CUADRO 14 Distribución de pozos por distrito político valle Chicama – 2005 .....	38
CUADRO 15 Distribución de los pozos según su tipo valle Chicama – 2005 .....	39
CUADRO 16 Distribución de los pozos según su estado valle Chicama – 2005 .....	39
CUADRO 17 Distribución de los pozos según su estado valle Chicama – 2005 .....	40
CUADRO 18 Distribución de los pozos utilizados según su tipo valle Chicama – 2005 .....	40
CUADRO 19 Distribución de los pozos utilizables según su tipo valle Chicama – 2005 .....	41
CUADRO 20 Distribución de los pozos utilizados según su uso valle Chicama – 2005 .....	41
CUADRO 21 Variación de los rendimientos de pozos según tipo de pozo valle Chicama - 2005 .....	43
CUADRO 22 Profundidades actuales máximas y mínimas según el tipo de pozo valle Chicama – 2005 .....	43
CUADRO 23 Distribución de equipamiento de pozos por su tipo valle Chicama - 2005 .....	44
CUADRO 24 Motores y bombas predominantes valle Chicama – 2005 .....	45
CUADRO 25 Características generales de los manantiales valle Chicama – 2005 .....	46
CUADRO 26 Volumen de agua subterránea explotado, periodo 1970 – 2005 valle Chicama .....	47
CUADRO 27 Volumen explotado de aguas subterráneas según su uso valle Chicama - 2005 .....	48
CUADRO 28 Volumen explotado de aguas subterráneas por tipo de pozo valle Chicama - 2005 .....	49
CUADRO 29 Volúmenes de Explotación (m <sup>3</sup> /año) por zonas valle Chicama - 2005 .....	50
CUADRO 30 Volúmenes de explotación (m <sup>3</sup> /año) Empresas Azucareras valle Chicama - 2005 .....	51
CUADRO 31 Distribución de pozos de observación del nivel freático valle Chicama .....	52
CUADRO 32 Estadísticos de las cargas de agua – Diciembre 2007 .....	55

CUADRO 33 Estadísticos de la profundidad de los niveles freáticos - Diciembre 2007.....	58
CUADRO 34 Variación de las cargas hidráulicas de Enero 2005 y Julio del 2007 .....	60
CUADRO 35 Variación de las cargas hidráulicas de Agosto 2005 y Marzo del 2007...	61
CUADRO 36 Variación de las cargas hidráulicas de Octubre 2004 y Mayo del 2005 ..	62
CUADRO 37 Variación de las cargas hidráulicas de Mayo 2007 y Diciembre del 2007 .....	61
CUADRO 38 Temperatura de las aguas subterráneas acuífero Chicama .....	70
CUADRO 39 Clasificación de las aguas subterráneas acuífero Chicama.....	71
CUADRO 40 Clasificación de agua para riego según Wilcox .....	73
CUADRO 41 Clasificación del agua según la conductividad eléctrica .....	73
CUADRO 42 Clases de agua según el RAS y la C.E .....	74
CUADRO 43 Distribución de pruebas de bombeo .....	79
CUADRO 44 Propiedades hidrodinámicas – acuífero Chicama .....	86
CUADRO 45 Estadísticos de la conductividad hidráulica .....	86
CUADRO 46 Rendimiento específico (Sy) – acuífero Chicama.....	87
CUADRO 47 Estadísticos del rendimiento específico.....	87
CUADRO 48 Propiedades hidrodinámicas – zona I acuífero Chicama .....	88
CUADRO 49 Propiedades hidrodinámicas – zona II acuífero Chicama.....	89
CUADRO 50 Propiedades hidrodinámicas – zona III acuífero Chicama .....	89
CUADRO 51 Propiedades hidrodinámicas – zona IV acuífero Chicama .....	90
CUADRO 52 Radios de influencia a diferentes tiempos de bombeo – zona I.....	92
CUADRO 53 Radios de influencia a diferentes tiempos de bombeo – zona II.....	92
CUADRO 54 Radios de influencia a diferentes tiempos de bombeo – zona III .....	93
CUADRO 55 Radios de influencia a diferentes tiempos de bombeo – zona IV .....	93
CUADRO 56 Resumen de los tiempos de correlación agua subterránea – agua superficial (Análisis Cuantitativo) .....	96

## RELACIÓN DE FIGURAS

DESCRIPCIÓN	Página
FIGURA 1 Variación mensual de la radiación solar, estación Casa Grande .....	7
FIGURA 2 Variación mensual de la insolación, estación Casa Grande .....	8
FIGURA 3 Variación mensual de la temperatura, estación Casa Grande.....	8
FIGURA 4 Variación mensual de la evaporación, estación Casa Grande .....	9
FIGURA 5 Variación mensual de la humedad relativa (%), estación Casa Grande.....	10
FIGURA 6 Variación mensual de la velocidad (m/s), estación Casa Grande .....	10
FIGURA 7 Componente del flujo del río Chicama, estación Salinar .....	14
FIGURA 8 Tipo de pozos, valle Chicama.....	39
FIGURA 9 Estado de los pozos, valle Chicama .....	40
FIGURA 10 Volumen de agua subterránea explotado, periodo 1970 – 2005 valle Chicama .....	47
FIGURA 11 Explotación de agua subterránea, valle Chicama.....	49
FIGURA 12 Volumen de explotación anual empresas azucareras valle Chicama 2005.....	51
FIGURA 13 Diagrama triangular de Piper .....	71
FIGURA 14 Diagrama de análisis de agua tipo H. Shoeller .....	72
FIGURA 15 Variación del nivel de la napa y aforo del río Chicama pozo IRHS 19 – distrito de Ascope.....	95
FIGURA 16 Variación del nivel de la napa y aforo del río Chicama pozo IRHS 144 – distrito de Chicama.....	95
FIGURA 17 Variación del nivel de la napa y aforo del río Chicama pozo IRHS 220 – distrito de Chocope.....	95
FIGURA 18 Variación del nivel de la napa y aforo del río Chicama pozo IRHS 98 – distrito de Magdalena de Cao .....	96