

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**DISEÑO DE NUEVO POZO Y SISTEMA DE IMPULSION PARA EL
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE AL CENTRO POBLADO LA MURALLA**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

CARLOS BENJAMIN LOPEZ VEGA

Lima- Perú

2012

DEDICATORIA

ESTA DEDICADO A TODOS AQUELLOS QUE DE ALGUNA MANERA HAN HECHO POSIBLE LA ELABORACIÓN DE ESTE INFORME.

PRINCIPALMENTE A DIOS POR AYUDARME Y PERMITIR CUMPLIR CON TODO MIS OBJETIVOS.

A MI MADRE Y ESPOSA POR EL APOYO QUE SIEMPRE HE RECIBIDO POR PARTE DE ELLAS.

A MI HIJO JOAQUÍN QUIEN ES EL MOTIVO MAS FUERTE POR EL CUAL SALGO ADELANTE.

ÍNDICE

RESUMEN	4
LISTA DE CUADROS	5
LISTA DE FIGURAS	5
INTRODUCCION	7
CAPITULO I: MARCO TEORICO	9
1.1.HIDRAULICA DE CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRANEA:.....	9
1.1.1 Conceptos Básicos	10
1.1.2 Parámetros Fundamentales	11
1.2.PROSPECCIONES GEOFISICAS APLICADA A LA HIDROGEOLOGIA	14
1.2.1 Clasificación De Métodos:.....	14
1.2.2 Sondaje Eléctrico Vertical	16
1.3.SISTEMA DE IMPULSION DE AGUA:.....	21
1.3.1 Caudal De Diseño.....	22
1.3.2 Clase De Tuberías	22
1.3.3 Selección De Diámetro.....	22
1.3.4 Velocidad Media De Flujo	22
1.3.5 Perdidas De Carga En Tuberías	23
1.3.6 Tipos De Válvulas	25
1.3.7 Potencia De Impulsión	27
1.3.8 Análisis De Sensibilidad Económica.....	30
1.3.9 Análisis De Flujo Transitorio - Fenómeno Golpe De Ariete.....	31
1.3.10 Línea De Succión.....	32
1.4.BOMBAS EN SISTEMAS DE IMPULSION DE AGUA.....	34
1.4.1 Tipos De Bombas Rotodinámicas	34
1.4.2 Bomba Centrifuga De Eje Horizontal.....	35
1.4.3 Curvas De Un Sistema Bomba - Tubería	37
1.4.4 Punto Óptimo De Operación De La Bomba.....	38
1.4.5 Selección De Bombas.....	39
CAPITULO II: ESTUDIOS BASICOS	41
2.1.ESTUDIO TOPOGRAFICO.....	41
2.1.1 Objetivo Del Estudio.....	41

2.1.2 Ubicación Del Área De Estudio	41
2.1.3 Límites Del Área De Estudio	41
2.1.4 Levantamiento Topográfico	43
2.1.5 Resultados Del Estudio	43
2.2. ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS	45
2.2.1 Objetivo Del Estudio	45
2.2.2 Normatividad Aplicable	45
2.2.3 Geología General Y Geomorfología	45
2.2.4 Sismicidad	50
2.2.5 Investigaciones Geotécnicas	52
2.2.6 Análisis De Resultados	57
2.3. ESTUDIO DE SONDAJE ELECTRICO VERTICAL	58
2.3.1 Fundamento Del Método	58
2.3.2 Trabajos De Campo	59
2.3.2 Trabajos De Gabinete	59
2.3.3 Análisis De Resultados	60
2.4. ESTUDIO DE PARAMETROS DE POZO EXISTENTE	62
2.4.1 Información De Pozo Existente	62
2.4.2 Información De Reservorio Apoyado Existente	64
2.4.3 Prueba De Bombeo Y Recarga En Pozo Existente	65
2.4.4 Parámetros Hidráulicos	66
2.5. ESTUDIO DE CALIDAD DE AGUA	67
2.5.1 El Agua	67
2.5.2 Agua Para Consumo Humano	67
2.5.3 Contaminación Del Agua	69
2.5.4 Contaminantes Más Comunes	70
2.5.5 Principales Enfermedades Hídricas	70
2.5.6 Análisis De Resultados	72
CAPITULO III: DISEÑO DE NUEVO POZO Y SISTEMA DE IMPULSION	73
3.1. DEMANDA REQUERIDA DE AGUA POTABLE	73
3.1.1 Calculo De La Población De Diseño	73
3.1.2 Calculo Del Caudal Promedio	73
3.1.3 Calculo Del Caudal Máximo Horario	74
3.1.4 Calculo Del Caudal Máximo Diario	74

3.1.5 Calculo Del Caudal De Bombeo.....	74
3.2.DISEÑO DE NUEVO SISTEMA DE IMPULSION Y SUS COMPONENTES.	75
3.2.1 Selección De Diámetro De Tubería.....	75
3.2.2 Calculo De La Curva Característica De La Red.....	77
3.2.3 Cálculo De La Curva Característica De La Bomba.....	77
3.2.4 Obtención Del Punto Óptimo De Operación.....	78
3.3.DISEÑO DE NUEVO POZO	79
3.3.1 Localización Del Pozo.....	79
3.3.2 Excavación.....	79
3.3.3 Diámetro De Pozo.....	81
3.3.4 Revestimiento Del Pozo.....	81
3.3.5 Limitaciones De Los Pozos Excavados.....	82
3.4.DISEÑO DE ESTACION DE BOMBEO.....	83
3.4.1 Elementos De La Estación De Bombeo.....	83
3.4.2 Ubicación De La Estación De Bombeo.....	84
3.4.3 Caseta De Bombeo.....	85
CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	87
4.1.CONCLUSIONES.....	87
4.2.RECOMENDACIONES.....	88
BIBLIOGRAFIA.....	89
ANEXOS.....	90

RESUMEN

El presente Informe de Suficiencia “Diseño de Nuevo Pozo y Sistema de Impulsión para el Abastecimiento de Agua Potable al Centro Poblado La Muralla” permite el abastecimiento de agua para una población proyectada a 20 años a través de una nueva fuente subterránea y se presenta en conformidad a los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Ingeniería a fin de optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Para poder definir la ubicación de la nueva fuente subterránea de abastecimiento de agua y el diseño de un nuevo sistema de impulsión hacia un tanque elevado proyectado se hace necesario conocer los parámetros hidráulicos del acuífero, para garantizar el abastecimiento de agua a la población actual y futura.

En base a estudios de prospección geofísica se ha determinado la ubicación y profundidad de la napa freática del acuífero, esto es muy importante para las exploraciones posteriores que servirán para definir la ubicación del nuevo pozo.

Con la prueba de bombeo y recuperación en el pozo existente y teniendo en cuenta los parámetros consignados en el estudio de “Inventario y Monitoreo de Aguas Subterráneas en el Valle de Huaura” realizado por INRENA en el año 2005, se ha tomado como referencia estos valores para caracterizar al acuífero.

Para saber el número de habitantes actualmente en el centro poblado, se realizó un censo poblacional, con la ayuda de esta cantidad y con la tasa de crecimiento rural se ha proyectado hacia 20 años la nueva población y esta información sirve como base para el diseño del sistema de impulsión.

Para el diseño del sistema de impulsión de agua se ha considerado tanto aspectos técnicos como económicos con el fin de garantizar el abastecimiento continuo y de calidad de agua a la población. En consecuencia se opta por una alternativa que genere el menor costo de operación y mantenimiento.

LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 1.01: Valores Típicos de Permeabilidad.....	12
Cuadro N° 1.02: Valores de la Transmisividad.....	12
Cuadro N° 1.03: Valores de Porosidad Eficaz.....	12
Cuadro N° 1.04: Valores de Coeficientes de Almacenamiento.....	13
Cuadro N° 1.05: Comparación de Métodos Geofísicos de Prospección.....	15
Cuadro N° 1.06. Resistividad de Rocas Ígneas, Metamórficas y Sedimentarias.	18
Cuadro N°1.07: Coeficiente de Hazen y Williams para Diferentes Materiales	23
Cuadro N° 1.08: Rugosidad absoluta Ks para diferentes materiales	24
Cuadro N° 1.09: Coeficientes K para Pérdidas en Accesorios	24
Cuadro N° 1.10: Valores de Coeficientes K para Diferentes Accesorios	24
Cuadro N° 2.01: Resistividades Típicas de Distintas Rocas	58
Cuadro N° 2.02: Ubicación de los SEV	59
Cuadro N° 2.03: Resultados de la interpretación Cuantitativa de los SEV	60
Cuadro N° 2.04: Límites Máximos de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos	68
Cuadro N° 2.05: Límites Máximos de Parámetros de Calidad Organoléptica.....	68
Cuadro N°2.06: Resultados de Laboratorio.....	72
Cuadro N°3.01: Valores de Pérdidas de Carga en Accesorios.....	75

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1.01: Agua Subterránea	9
Figura N° 1.02: Acuífero Libre.....	10
Figura N° 1.03: Acuífero Confinado	10
Figura N° 1.04: Acuífero Semiconfinado y Acuífardo	11
Figura N° 1.05: Esquema típico de un sistema de impulsión de Agua	21
Figura N° 1.06: Válvula de Compuerta.....	25
Figura N° 1.07: Válvula de Mariposa.....	25
Figura N° 1.08: Válvula esférica.....	26
Figura N° 1.09: Válvula de Globo.....	26
Figura N° 1.10: Válvula Anti-retorno.....	27
Figura N° 1.11: Esquema de Sistema de Impulsión de Agua Potable.....	29
Figura N° 1.12: Detalles de la Línea de Succión de la Bomba	33
Figura N° 1.13: Bomba Centrífuga	34

Figura N° 1.14: Bomba Axial.....	34
Figura N° 1.15: Bomba de Flujo Mixto	35
Figura N° 1.16: Bomba Centrífuga de Eje Horizontal	36
Figura N° 1.17: Punto de Operación de la Bomba	38
Figura N° 2.01: Plano de Ubicación del Distrito de Vegueta.....	42
Figura N° 2.02: Mapa Geológico del Cuadrángulo de Huacho.....	46
Figura N° 2.03: Mapa Geológico del Cuadrángulo del Departamento de Lima. .	47
Figura N° 2.04: Mapa de Peligro Geológico.....	49
Figura N° 2.05: Mapa de Peligro Sísmico.	51
Figura N° 2.06: Puntos de ubicación de SEVs	60
Figura N° 2.07: Secciones Geoeléctricas Verticales	61
Figura N° 2.08: Esquema de Pozo Existente.....	62
Figura N° 2.09: Reservorio Apoyado (medidas interiores: 5.0x6.0x2.3m)	64
Figura N° 2.10: Esquema de Contaminación de Agua Subterránea.....	69
Figura N° 3.01: Excavación Pozo	80
Figura N° 3.02: Excavación Manual de Pozo	80

INTRODUCCION

El presente Informe de Suficiencia "Diseño de Nuevo Pozo y Sistema de Impulsión para el Abastecimiento de Agua Potable al Centro Poblado La Muralla" permite el abastecimiento de agua para una población proyectada a 20 años a través de una nueva fuente subterránea y se presenta en conformidad a los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Ingeniería a fin de optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

El Centro Poblado La Muralla, actualmente satisface su abastecimiento de agua con la extracción de agua de un pozo artesanal privado, que tiene unos 33 años de antigüedad, tanto el pozo como la línea de impulsión no han pasado por mantenimiento periódico adecuado.

Entonces se tiene como objetivo principal determinar la ubicación de una nueva fuente propia para el abastecimiento de agua al Centro Poblado, así como el desarrollo del diseño del nuevo sistema de impulsión y el diseño para la construcción de un nuevo pozo y su caseta de bombeo, como alternativa de nueva fuente de abastecimiento de agua potable con la calidad y cantidad de agua que requiere la población para su consumo.

El presente Informe de Suficiencia, se divide en 04 Capítulos, los cuales, a continuación se dan a conocer brevemente:

Capítulo I: Se presenta el marco teórico el cual es la base del presente informe, desarrollando los temas de hidráulica de captaciones subterráneas para conocer el comportamiento y los parámetros hidráulicos de acuíferos, prospecciones geofísicas para conocer sus distintos métodos y determinar el más conveniente para este caso , sistemas de impulsión de agua para saber todas las consideraciones de diseño que debemos de tener en cuenta para obtener el menor costo del proyecto considerando aspectos técnicos y económicos. El último tema es bombas en sistema de impulsión en donde se da a conocer los distintos tipos y comportamiento de bombas y se desarrollan las consideraciones que se deben de tener en cuenta para escoger la bomba que cumpla con las exigencias técnicas y económicas para la impulsión de agua hacia el tanque elevado proyectado.

Capítulo II: Se presentan los estudios Básicos muy importantes para el desarrollo del proyecto, Estudios Topográficos, Mecánica de Suelos, Sondaje Eléctrico Vertical, Calidad de Agua. Todos estos estudios nos darán información de las características de la zona de estudio, características y parámetros hidráulicos del acuífero existente y si es que el agua es apta o no para el consumo humano.

Capítulo III: Se hace uso de la información de los temas desarrollados en los capítulos anteriores y se procede al diseño del nuevo pozo, planteando su nueva ubicación y profundidad para su posterior construcción. Además se desarrolla el diseño de la estación de bombeo y del sistema de impulsión de agua hacia el reservorio elevado proyectado así como todos sus componentes.

Capítulo IV: Se presentan las conclusiones y recomendaciones finales a tener en cuenta luego de haber desarrollado en su totalidad los temas.

CAPITULO I

CAPITULO I: MARCO TEORICO

1.1. HIDRAULICA DE CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRANEA:

Se le denomina agua subterránea a toda aquella agua que se encuentra por debajo del nivel freático o zona saturada. En el ciclo del agua, del volumen de agua que precipita a tierra desde la atmósfera, una porción de ésta se infiltra en el suelo, pasando primero por una capa superficial del suelo que se llama zona no saturada en la cual las raíces de las plantas logran interceptar para utilizarla en su ciclo vital. El resto del agua seguirá su camino a través de la tierra, por acción de las fuerzas gravitatorias, en diversas formaciones geológicas, que podrán almacenarla o transportarla. El agua en estas condiciones se encuentra en la zona saturada en donde se une con más agua. El agua subterránea es una parte intrigante del ciclo hidrológico, estas sustentan el caudal de las corrientes superficiales durante los períodos sin lluvia y constituye además, la única fuente de agua dulce en muchas localidades áridas.

Una captación de agua, se destina a facilitar la obtención de cierto volumen de la misma para satisfacer una determinada demanda. La naturaleza de esta última (familiar, urbana, industrial, agrícola), su volumen y su perentoriedad decidirán, junto a las características geohidrológicas, el tipo de captación conveniente; su elección deberá ser un compromiso entre todos los factores apuntados (económicos y técnicos) que enmarcan el problema.



Figura N° 1.01: Agua Subterránea

Fuente: water.usgs.gov/gotita/earthgwaquifer.html

1.1.1 Conceptos Básicos

Acuíferos libres.- También llamados no confinados o freáticos. En ellos existe una superficie libre y real del agua encerrada, que está en contacto con el aire y a la presión atmosférica. El nivel freático define el límite de saturación del acuífero libre y coincide con la superficie piezométrica.

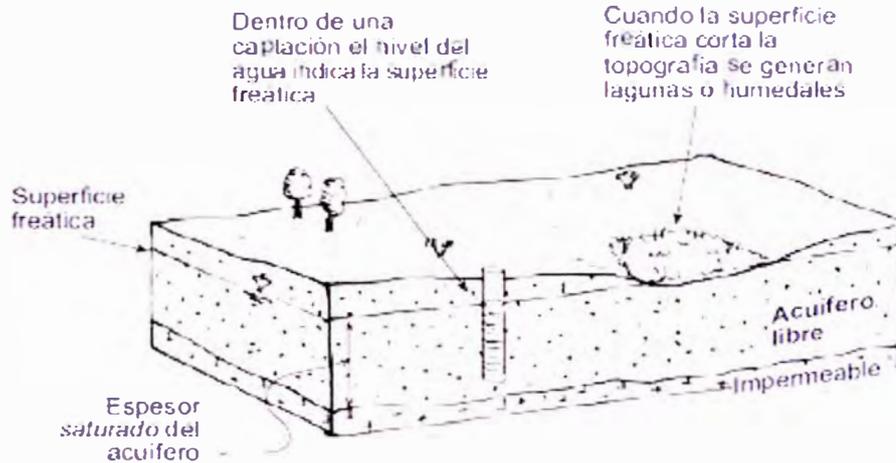


Figura N° 1.02: Acuífero Libre

Fuente: acuclubs.wikispaces.com

Acuíferos confinados.- El agua está sometida a una presión superior a la atmosférica y ocupa totalmente los poros o huecos de la formación geológica, saturándola totalmente. No existe zona no saturada. Si perforamos, el nivel de agua asciende hasta situarse en una determinada posición que coincide con el nivel de saturación del acuífero en el área de recarga.

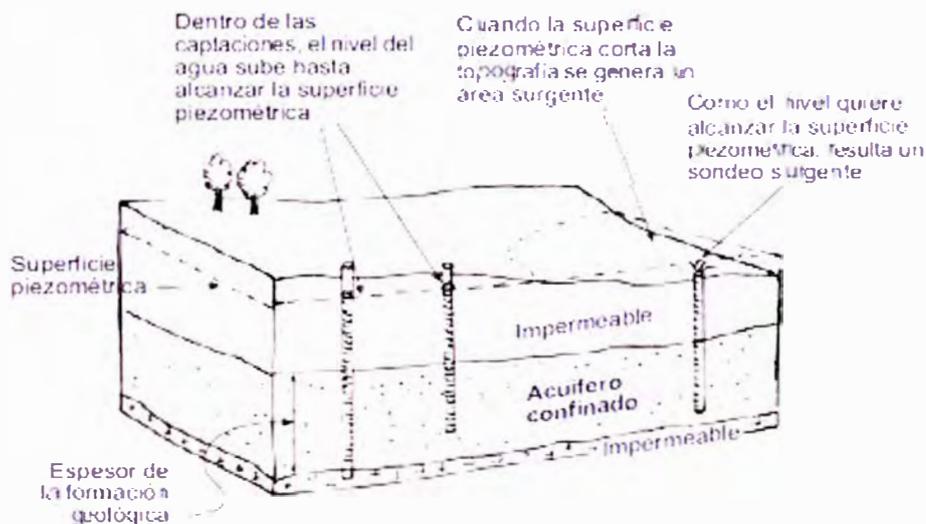


Figura N° 1.03: Acuífero Confinado

Fuente: acuclubs.wikispaces.com

Acuíferos semiconfinados.- El muro y/o techo no son totalmente impermeables sino que son acuitardos y permiten la filtración vertical del agua y, por tanto, puede recibir recarga o perder agua a través del techo o de la base. Este flujo vertical sólo es posible si existe una diferencia de potencial entre ambos niveles.

Acuitardo.- Medio poco permeable pero que es capaz de transmitir lentamente agua.

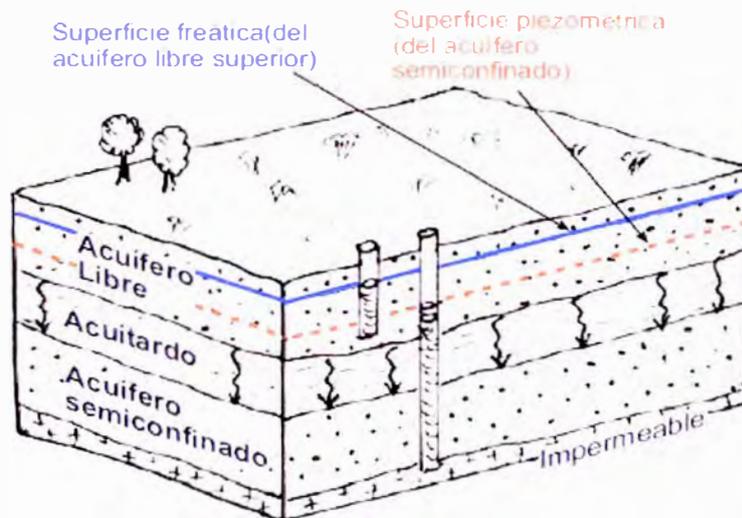


Figura N° 1.04: Acuífero Semiconfinado y Acuitardo

Fuente: acuacclubs.wikispaces.com

1.1.2 Parámetros Fundamentales

Permeabilidad o conductividad hidráulica (k).- Es el caudal de agua que circula por una sección de acuífero con altura y ancho unitario, bajo un gradiente hidráulico unitario.

La permeabilidad depende tanto del medio físico como del fluido que lo atraviesa:

$$K = K_0 \gamma / \mu$$

Donde:

γ : Peso específico del agua,

μ : Viscosidad cinemática del agua,

k_0 : Permeabilidad intrínseca, que engloba las características de la roca:

$$K_0 = C \cdot d^2$$

C : Factor de forma: un coeficiente que depende de la roca

d^2 : Diámetro medio de la curva granulométrica correspondiente a un paso del 50%.

Cuadro N° 1.01: Valores Típicos de Permeabilidad.

Permeabilidad (m/día)	10^{-6} a 10^{-4}	10^{-4} a 10^{-2}	10^{-2} a 1	1 a 10^{+2}	10^{+2} a 10^{+3}
Calificación	Impermeable	Poco permeable	Algo permeable	Permeable	Muy permeable
Calificación del acuífero	Acuicludo	Acuitardo	Acuífero pobre	Acuífero de regular a bueno	Acuífero excelente
Tipo de material	Arcilla compacta Pizarra Granito	Limo arenosa Limo Arcilla limosa	Arena fina Arena limosa Caliza fracturada	Arena limpia Grava y arena Arena fina	Grava limpia

Fuente: Manual de Diseño de Galerías Filtrantes, OPS/CEPIS

Transmisividad (T).- Es el caudal de agua subterránea que circula por una sección de acuífero de altura el espesor saturado y anchura la unidad cuando el gradiente hidráulico es la unidad. La transmisividad, se suele hallar mediante ensayos de bombeo.

$$T = K.b$$

Donde:

k: permeabilidad

b: Espesor saturado.

Cuadro N° 1.02: Valores de la Transmisividad.

T (m ² /día)	CALIFICACION	POSIBILIDADES DEL ACUIFERO
T < 10	Muy baja	Menos de 1 l/s con 10m de depresión
10 < T < 100	Baja	Entre 1 - 10 l/s con 10m de depresión
100 < T < 500	Media a alta	Entre 10 - 50 l/s con 10m de depresión
500 < T < 1000	Alta	Entre 50 - 100 l/s con 10m de depresión
T > 100	Muy alta	Más de 100 l/s con 10m de depresión

Fuente: Hidrogeología, Iglesias A. 1984

Porosidad eficaz (m_e).- Es el cociente entre el volumen de poros o huecos conectados que presenta el acuífero por donde puede circular efectivamente el agua subterránea referida al volumen total del mismo.

Esta porosidad es primaria si es sedimentaria o secundaria si la formación geológica la ha obtenido posteriormente por meteorización, disolución y/o fracturación.

Cuadro N° 1.03: Valores de Porosidad Eficaz.

MATERIAL	POROSIDAD EFICAZ (%)
Arcillas	0 - 5
Limos	3 - 19
Arenas fina, arenas limosas	10 - 28
Arena gruesa o bien gradada	22 - 35
Grava	13 - 26
Arenisca	0.5 - 10

Fuente: A manual of field hidrogeology, Sanders, L.

Coefficiente de almacenamiento (S).- Es el volumen de agua que es capaz de liberar un prisma de acuífero de base unitaria y altura la del espesor saturado, cuando el potencial hidráulico varía la unidad.

En un acuífero confinado el agua y el acuífero están comprimidos y el agua que libera el acuífero confinado cuando se la extrae proviene exclusivamente de la descompresión, no del almacenamiento. El acuífero al acabar el bombeo, sigue completamente saturado y ligeramente descomprimido. A esa agua que expulsa gracias a la descompresión se le denomina coeficiente de almacenamiento elástico.

Cuadro N° 1.04: Valores de Coeficientes de Almacenamiento

MATERIAL PERMEABLE	ACUIFERO	S (Valores medios)
Karstico: Calizas y dolomitas jurasicas	Libre	2×10^{-2}
	Semiconfinado	5×10^{-4}
	Confinado	5×10^{-5}
Calizas y dolomitas cretácicas y terciarias	Libre	$2 \times 10^{-2} - 6 \times 10^{-2}$
	Semiconfinado	$1 \times 10^{-2} - 5 \times 10^{-4}$
	Confinado	$1 \times 10^{-4} - 5 \times 10^{-5}$
Poroso intergranular gravas y arenas	Libre	$5 \times 10^{-2} - 10 \times 10^{-2}$
	Semiconfinado	1×10^{-3}
	Confinado	1×10^{-4}
Karsticos y porosos Calcarenitas marinas terciarias	libre	$10 \times 10^{-2} - 18 \times 10^{-2}$

Fuente: Hidrogeología, Iglesias A. 1984.

Caudal específico (q).- El caudal específico expresa el caudal que se extrae por bombeo de un sondeo por cada metro que se deprima el nivel del agua en el interior del sondeo. Las curvas caudal-descenso y las curvas caudal específico-descenso se llaman curvas características de un pozo.

$$q = Q_b / S_p$$

Donde:

Q_b : Caudal de bombeo

S_p : Descenso medido en el pozo.

Eficiencia de un pozo.- Es la relación entre el descenso teórico y el descenso medido en el pozo. En la eficiencia del pozo intervienen las pérdidas de penetración en el pozo más las pérdidas por circulación en la porción de acuífero próximo y dentro del propio pozo.

Las curvas características de un pozo relacionan el caudal extraído con el descenso en la captación al cabo de un cierto tiempo de bombeo y son de gran valor para apreciar la eficiencia de un pozo y sus variaciones.

1.2. PROSPECCIONES GEOFISICAS APLICADA A LA HIDROGEOLOGIA

Debido a que en un estudio hidrogeológico, generalmente las evidencias geológicas superficiales no bastan para una mejor comprensión de las propiedades acuíferas y de los materiales que existen debajo de la superficie, es necesaria la realización de una adecuada investigación geofísica orientada a proporcionar información de las zonas más favorables para la captación de aguas subterráneas.

1.2.1 Clasificación De Métodos:

- Magnético
- Gravimétrico
- Eléctrico: Corrientes Telúricas
Potencial Propio
Líneas Equipotenciales
Resistivo
Caída de Potencial
- Electromagnético
- Sísmico: Terremotos
Refracción
Reflexión
- Radiactivos
- Térmicos

Método gravimétrico.- Basado en el campo natural de gravedad, estudia la variación de la componente vertical del campo gravimétrico terrestre. Los pliegues como anticlinales, harán aumentar localmente la fuerza de la gravedad en sus proximidades, mientras que los domos de sal, de densidad baja, la disminuirán. Los depósitos minerales de densidad elevada, harán aumentar localmente el valor de la gravedad.

Métodos magnéticos.- La tierra es un imán natural y da lugar al campo magnético terrestre. Las pequeñas variaciones de este campo, pueden indicar la presencia en profundidad de sustancias magnéticas, que en algunos casos pueden ser minerales de interés comercial como magnetita, pirrotina, etc.

Métodos sísmicos.- El método sísmico se produce artificialmente, al generar un pequeño terremoto y detectando los tiempos de llegada de las ondas producidas, una vez reflejadas o refractadas en las distintas formaciones geológicas, podremos a una imagen muy aproximada de las discontinuidades sísmicas debido a los estratos de terreno.

Método eléctrico resistivo.- Utilizan las variaciones de las propiedades eléctricas de las rocas, y minerales, en especial su resistividad. En superficie se efectúan una serie de medidas, que permiten obtener resistividades aparentes, en función de la línea de emisión u otro parámetro lineal. Las parejas de valores se representan gráficamente, curva que recibe el nombre de sondeo eléctrico vertical (SEV) y se interpreta según métodos varios.

Cuadro N° 1.05: Comparación de Métodos Geofísicos de Prospección.

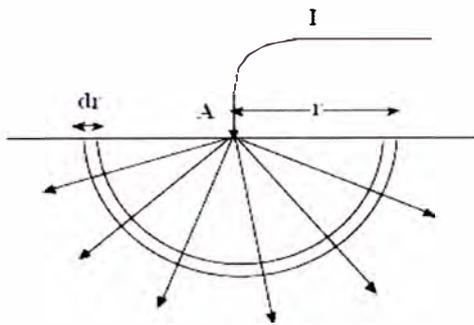
	METODO GRAVIMETRICO	METODO MAGNETICO	METODOS SISMICOS	METODOS ELECTRICOS
Aplicaciones	<p>En petróleo: Estudios de reconocimientos y complementarios. Estructuras anticlinales y sinclinales. Fallas. Diapiros. Domo salinos (mucho empleo).</p> <p>En minerales: Filones y masas de minerales con contraste de densidad.</p> <p>En aguas: Estructuras, Fallas, Cavernas, poco profundas que pueden contener agua (poco empleo).</p>	<p>En petróleo: Profundidad del basamento (gran empleo).</p> <p>En minerales: Menas Magnéticas, Fe, Ni, Cr, Ti. Profundidad y volumen del yacimiento (poco empleo)</p> <p>En aguas: Contactos con rocas hipogénicas que pueden ser de interés hidrológico (poco empleo)</p>	<p>En petróleo: Estructuras, Trampas, Fallas, Profundidades Espesores, Sección tiempo o profundidad de gran perfección. Es el más importante de todos los métodos.</p> <p>En minerales: Grandes masas de minerales. Situación y profundidad (poco empleo)</p>	<p>En petróleo: Estructuras, Fallas, Situación a profundidades no muy grandes (poco empleo)</p> <p>En minerales: Minerales conductores el general. Sulfuros, Masas, Filones (mucho empleo)</p> <p>En aguas: Estructuras, Sinclinales, Resistividad, profundidad de los acuíferos (gran empleo)</p>
Valores medidos	Gravedad en miligales	Susceptibilidad magnética de rocas y minerales. Valores medidos en gammas.	Velocidad de propagación de las ondas sísmicas. Valores en metros por segundo.	Resistividad. Potenciales naturales campos eléctricos inducidos. Profundidades de capas y horizontes acuíferos. Polarización inducida
Instrumentos empleados	Gravímetros. Balanzas de torsión y péndulos (en desuso)	Magnetómetros. Balanza magnética. Magnetómetros de protones, de vapor de cesio y de flujo.	Geófonos, Hdrófonos, Registrador automático y digital.	Potenciómetros. Bobinas electromagnéticas. Equipos de corriente alterna con frecuencia variable (terrómetro).
Tipos de prospección	Terrestre y Marina.	Terrestre y aérea. Marina como complemento de otros.	Terrestre: Sísmica por refracción y por reflexión. Sísmica marina.	Terrestre: Sondeos de resistividad. Campos de potencial. Polarización inducida. Electromagnético. Telúrico Aérea: Electromagnético. Radioface. E. Face. Imput.
Personal prospector	8	3 en terreno 4 en aérea	15 en terreno 20 en marina	2 a 3 en terreno 3 a 4 en aérea
Resultados obtenidos	Mapas de Bouguer, residuales y transformados.	Profundidad de basamentos. Mapps Magnéticos, localización y profundidad de masas magnéticas. Cubicación.	Secciones sísmicas a gran profundidad. Domo. Diapiros. Fallas. Profundidad de la estratificación.	Fallas, Filones, Profundidad de minerales y mantos acuíferos.

Fuente: Applied Geophysics 1976, W.M. Telford, L.P. Geldart, R.E. Sheriff.

1.2.2 Sondaje Eléctrico Vertical

En el SEV se introduce corriente continua al terreno mediante un par de electrodos de emisión, colocado en la parte externa A-B, donde en su recorrido radial desde cada punto de emisión experimentan una caída de tensión acorde con los factores condicionantes como humedad, textura del medio, grado de mineralización, temperatura y otros. Es así como esta caída de tensión es recepcionada en otro par de electrodos internos M-N, donde las medias sucesivas parten de un punto cero, en forma ascendente y lineal.

Resistividad del Terreno.- Supongamos que introducimos una corriente de Intensidad I en el suelo en un punto A, y mediante la Ley de Ohm calculamos la resistencia, R , que opone al paso de esa corriente un casquete (semiesférico) de radio r y espesor dr .



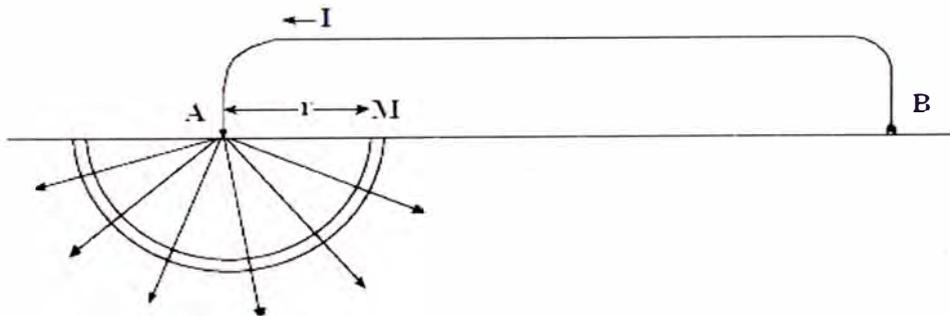
$$R = \rho \frac{\text{longitud}}{\text{Sección}}$$

$$\text{Intensidad} = \frac{\Delta V}{R}$$

Aplicando las ecuaciones anteriores de resistividad e intensidad para la superficie semiesférica, obtenemos:

$$V = \rho \frac{I}{2\pi r}$$

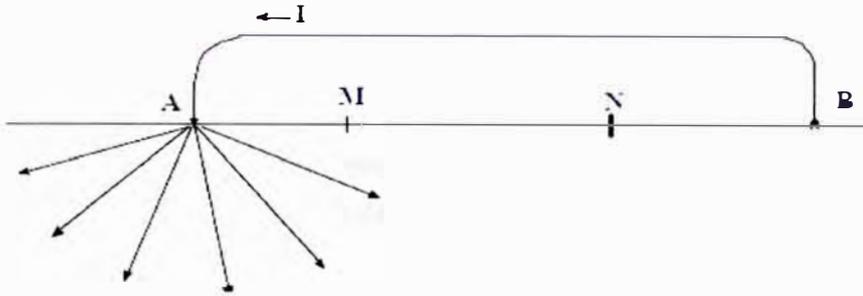
Para introducir esa corriente debe existir otro electrodo B, por lo cual el potencial generado en el punto M será igual al producido por A menos el producido por B. Aplicando dos veces la ecuación y restando, obtenemos el potencial en el punto M:



$$V_M = \frac{\rho I}{2\pi \cdot AM} - \frac{\rho I}{2\pi \cdot BM}$$

Pero en la práctica no medimos el potencial en un punto sino que medimos la diferencia de potencial entre dos puntos M y N.

$$V_N = \frac{\rho I}{2\pi \cdot AN} - \frac{\rho I}{2\pi \cdot BN}$$



Por tanto, la diferencia de potencial entre los puntos M y N será:

$$V_M - V_N = \frac{\rho I}{2\pi} \left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} - \frac{1}{AN} + \frac{1}{BN} \right)$$

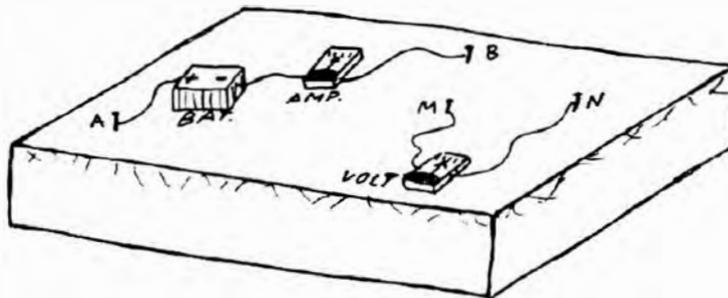
Despejando la resistividad:

$$\rho = \frac{\Delta V}{I} \frac{2\pi}{\left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} - \frac{1}{AN} + \frac{1}{BN} \right)}$$

Simplificando, y llamando K a la segunda fracción, resulta la fórmula que se utiliza en campo en cada medida:

$$\rho = \frac{\Delta V}{I} K$$

Esta constante k se denomina coeficiente geométrico del dispositivo, porque depende solamente de las distancias entre los cuatro electrodos. Si se trabaja con distancias predeterminadas, los valores de K ya se llevan calculados.



Sólo son conductores los materiales metálicos y algunas de sus sales. El terreno, por lo tanto, sería en general aislante o de resistividad muy elevada. Pero en todos los materiales del terreno existen poros saturados o no de agua, aunque siempre con una cierta humedad.

Cuadro N° 1.06. Resistividad de Rocas Ígneas, Metamórficas y Sedimentarias.

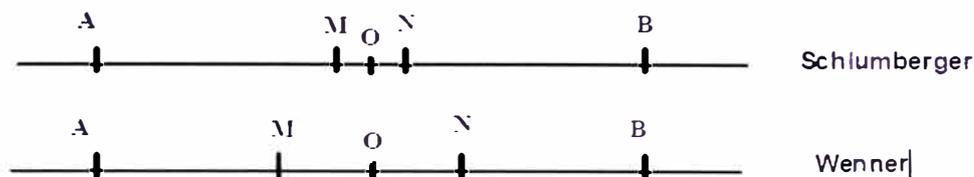
TIPO DE ROCA	RANGO DE RESISTIVIDAD (Ohm-m)
Roca Ígnea:	
Granito	$3 \times 10^2 - 10^5$
Sienita	$10^2 - 10^5$
Diorita	$10^4 - 10^5$
Diorita Pofírica	1.9×10^3 (h) - 2.8×10^4 (s)
Tonalita	$2 \times 10^4 - 2 \times 10^6$ (h) - 1.8×10^5 (s)
Dacita	2×10^4 (h)
Andesita	4.5×10^4 (h) - 1.7×10^2 (s)
Lavas	$10^2 - 5 \times 10^4$
Gabro	$10^3 - 10^6$
Basalto	$10 - 1.3 \times 10^7$
Peridotita	3×10^3 (h) - 6.5×10^3 (s)
Roca Metamórfica:	
Hornfels	8×10^3 (h) - 6.0×10^7 (s)
Gneiss	6.8×10^4 (h) - 3.0×10^8 (s)
Mármol	$10^2 - 2.5 \times 10^8$ (s)
Roca Sedimentaria:	
Arcillas consolidadas	100 - 1000
Conglomerados	1000 - 10000
areniscas	$1 - 6.4 \times 10^5$
Calizas	$50 - 10^7$
Dolomitas	350 - 5000
Margas	3- 70
Lutita	1 - 100

Fuente: Applied Geophysics 1976, W.M. Telford, L.P. Geldart, R.E Sheriff.

Dispositivos Electrónicos.- Para eliminar las resistencias de contacto de los electrodos con el terreno se precisan 04 electrodos.

Si en el subsuelo existen varios terrenos, la resistividad obtenida es una especie de media de un cierto volumen del terreno que llamamos resistividad aparente.

La disposición de electrodos más usada es la lineal los cuales permiten la rápida fijación en el terreno. Sin embargo existe otra de aplicación más reciente en las cuales la pareja de electrodos de corriente y de potencial se independizan, a esto se le llama dipolares.



En el dispositivo de **Schlumberger** la distancia MN es pequeña en relación con AB, generalmente $AB/5 > MN > AB/20$. En la práctica MN se mantiene tan pequeño como sea posible siempre que se puedan conseguir lecturas correctas del voltímetro.

El dispositivo de Wenner, más utilizado en países anglosajones, se mantiene idénticas las tres distancias: $AM = MN = NB$, de modo que si se mueven A y B, también hay que mover M y N.

Limitaciones en la Interpretación de los S.E.V.- Los ábacos existentes se han calculado para terrenos homogéneos, isótropos, y estratificados horizontalmente, o paralelamente a la superficie del terreno. Si la heterogeneidad y anisotropía no es muy exagerada, se comete un error tolerable, que no desvirtúa los resultados obtenidos.

Existen limitaciones en el método de prospección eléctrica resistiva, método que no es exacto de por sí, y que para la interpretación se precisa una sólida formación geofísica y amplios conocimientos de geología, tectónica, morfología, hidrogeología, etc., ya que la interpretación, en su base es ciencia, pero en su realización es experiencia, intuición, lógica y arte.

Como resumen, podemos decir que:

- a) Para que se distingan dos terrenos es necesario que sus resistividades sean diferentes, debe de existir un contraste entre sus resistividades y las capas que la limitan y que su espesor sea superior al 20-50% de la profundidad de su techo.
- b) La exactitud de la interpretación de los sondeos eléctricos puede ser inferior al 5%, en circunstancias muy favorables.
- c) El sondeo eléctrico da una interpretación media de una zona, tanto más amplia cuanto mayor sea la línea de emisión con la que está relacionada. Por consiguiente no corresponde a una distribución del terreno en la vertical de un punto sondeado, como sucede en los sondeos mecánicos.

Equipos y métodos de Campo.- Los equipos utilizados son muy variables y están formados por:

- a) Una fuente de energía, que puede ser de corriente continua o corriente alterna
- b) Cables con longitud y características mecánicas que permiten enlazar el equipo de medida con los electrodos de corriente y potencial
- c) Un equipo de medida, constituido por un galvómetro, un milivoltímetro y un amperímetro.

Los dispositivos indicados anteriormente se aplican en función de la práctica de quien realiza el estudio y en función de las dificultades locales.

- a) Método de Schulumberger, permite utilizar cómodamente los electrodos impolarizables, que se cambian de posición cuando se agota la sensibilidad de medida del mili voltímetro. Es menos sensible a los cambios laterales y, por último, es el más experimentado y del que se obtiene mejores colecciones de curvas patrón.
- b) Metodo de Wenner, es más sensible a las variaciones laterales. No se presta a la utilización de electrodos impolarizables, que sería necesario cambiar en cada medida, lo que retrasaría mucho el procedimiento de campo. Los potenciales a medir son mayores, por lo que los equipos precisan menor energía o menos sensibilidad que en el mili voltímetro

1.3. SISTEMA DE IMPULSION DE AGUA:

Un sistema de impulsión consiste básicamente en captar agua desde un determinado lugar y elevarla o impulsarla a otro punto, ubicado por lo general a un nivel más alto. La fuente de agua generalmente está situada a un nivel más bajo que la población a servir y precisamente por ello es que se debe recurrir a un medio mecánico para elevarla a una altura desde la cual se pueda usar.

Al momento de realizar el diseño de un sistema de impulsión, se deben tener presentes múltiples factores como por ejemplo; disponibilidad de artículos en el mercado, costos, calidad, garantía de los elementos, forma de instalación, etc. los que indicarán las dimensiones más apropiadas de los elementos a utilizar, en especial las características y dimensiones de la bomba y tuberías.

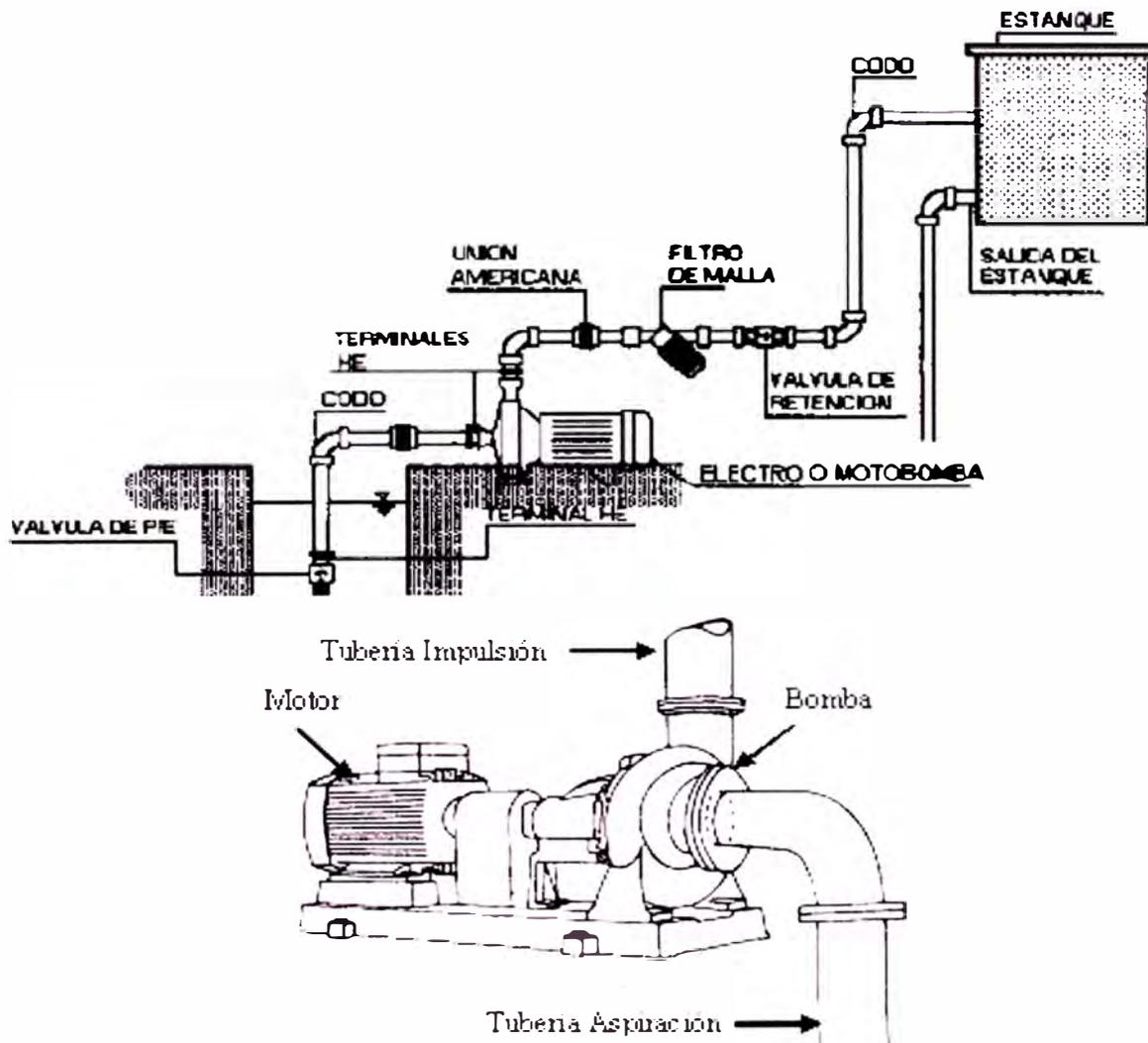


Figura N° 1.05: Esquema típico de un sistema de impulsión de Agua

Fuente: Sistema de impulsión, Claudio Crisóstomo Fonseca.

1.3.1 Caudal De Diseño

El caudal de una línea de impulsión será el correspondiente al consumo del máximo diario para el periodo de diseño.

$$Q_b = Q_{md} \cdot 24 / N$$

Donde:

N: Número de horas de bombeo

Q_{md} : Caudal máximo diario (m^3/s)

1.3.2 Clase De Tuberías

Habrá que determinar las clases de tubería capaces de soportar las presiones de servicio y contrarrestar el golpe de ariete. La línea de impulsión a considerar son tuberías de acero.

1.3.3 Selección De Diámetro

Un procedimiento para la selección del diámetro es usando la fórmula de Bresse.

$$D = K \cdot X^{1/4} \cdot Q_b^{1/2}$$

Donde:

X: $N / 24$

K: 1.3

Q_b : Caudal de bombeo (m^3/s)

1.3.4 Velocidad Media De Flujo

Estableciendo el diámetro de diseño, si este no es comercial se determina la velocidad media del flujo en la tubería escogiendo para esto el diámetro inmediato superior comercial y utilizando la ecuación de continuidad, así tenemos:

$$V = 4Q_b / \pi D_c^2$$

Donde:

Q_b : Caudal de bombeo (m^3/s)

D_c : Diámetro interior comercial de la tubería seleccionada (m)

La velocidad media debe de encontrarse dentro del rango de 0.6m/s y 2.0m/s.

1.3.5 Perdidas De Carga En Tuberías

Las pérdidas de carga a considerar son:

Perdida de carga por fricción.- Obtenida la velocidad de flujo se procede al cálculo de la pérdida de carga por fricción en la línea y utilizamos la ecuación de Hazen y Williams expresada como sigue:

$$S = (Qb / 0.2785.C.Dc^{2.63})^{1.85}$$

$$Hf = S . L$$

Donde:

Qb: Caudal de bombeo (m³/s)

C: coeficiente de rugosidad de Hazen y Williams

Dc: Diámetro interior comercial de la tubería seleccionada (m)

S: Pendiente de la línea de energía o gradiente hidráulico (m/m)

Hf: Pérdida de carga por fricción (m)

L: Longitud de tubería con diámetro constante (m)

Cuadro N°1.07: Coeficiente de Hazen y Williams para Diferentes Materiales

MATERIAL	C
Asbesto cemento	140
Latón	130-140
Hierro fundido nuevo	130
Concreto	120-140
Hierro dúctil	120
Hierro galvanizado	120
Plastico PVC	140-150
Tubería lisa nueva	140
Acero	130

Fuente: Hidráulica de Tuberías, Juan G. Saldarriaga V.

Perdida de Carga Local.- Esta pérdida se debe a los accesorios instalados en la línea y/o al cambio de dirección y/o sección. Para esta evaluación se utiliza el teorema de Borde-Belanger.

$$Hf = \sum kV^2/2g$$

Donde k, depende del accesorio por donde transita el flujo.

Cuadro N° 1.08: Rugosidad absoluta Ks para diferentes materiales

MATERIAL	k (mm)
Vidrio	0.0003
PVC; CPVC	0.0015
Asbesto cemento	0.03
GRP	0.03
Acero	0.046
Hierro forjado	0.06
CCP	0.12
Hierro fundido asfaltado	0.12
Hierro galvanizado	0.15
Arcilla vitrificada	0.15
Hierro fundido	0.15
Hierro dúctil	0.25
Madera cepillada	0.18-0.9
Concreto	0.3-3.0
Acero bridado	0.9-9

Fuente: Hidráulica de Tuberías, Juan G. Saldarriaga V.

Cuadro N° 1.09: Coeficientes K para Pérdidas en Accesorios

ACCESORIO	k
Válvula de globo, completamente abierta	10
Válvula en ángulo, completamente abierta	5
Válvula check, completamente abierta	2.5
Válvula de compuerta, completamente abierta	0.2
Válvula de compuerta, con 3/4 de apartura	1.0 - 1.15

Fuente: Hidráulica de Tuberías, Juan G. Saldarriaga V.

Cuadro N° 1.10: Valores de Coeficientes K para Diferentes Accesorios

ACCESORIO	K	L/D
Válvula esférica (totalmente abierta)	10	350
Válvula en ángulo recto (totalmente abierta)	5	175
Válvula de seguridad (totalmente abierta)	2,5	-
Válvula de retención (totalmente abierta)	2	135
Válvula de compuerta (totalmente abierta)	0,2	13
Válvula de compuerta (abierto 3/4)	1,15	35
Válvula de compuerta (abierto 1/2)	5,6	160
Válvula de compuerta (abierto 1/4)	24	900
Válvula de mariposa (totalmente abierta)	-	40
T por salida lateral	1,80	67
Codo a 90° de radio corto (con bridas)	0,90	32
Codo a 90° de radio normal (con bridas)	0,75	27
Codo a 90° de radio grande (con bridas)	0,60	20
Codo a 45° de radio corto (con bridas)	0,45	-
Codo a 45° de radio normal (con bridas)	0,40	-
Codo a 45° de radio grande (con bridas)	0,35	-

Fuente: Hidráulica de Tuberías, Juan G. Saldarriaga V.

1.3.6 Tipos De Válvulas

Las válvulas son una parte muy importante del diseño de sistemas de tuberías. Sus funciones principales son el cierre y la regulación. En el primer caso se utilizan para determinar qué ramas de la instalación van a estar en servicio, para aislar elementos, etc. Las válvulas de regulación son las que definen el punto de operación. Hay otras funciones para las que casi siempre existe una válvula adecuada: evitar el retorno del fluido, regular o limitar la presión, expulsar el aire, evitar el vacío, etc.

Válvulas de Compuerta.- Están formadas por una compuerta circular o rectangular que se desliza por un plano perpendicular a la tubería. Normalmente son accionadas por un tornillo. Cuando están totalmente abiertas, dejan el conducto prácticamente libre, por lo que apenas tienen pérdidas. Se utilizan totalmente abiertas o cerradas: no suelen ser adecuadas para regulación.

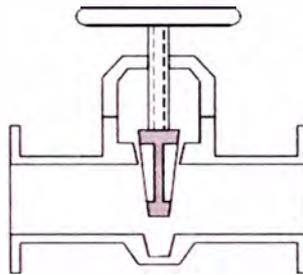


Figura N° 1.06: Válvula de Compuerta

Fuente: Sistema de Bombeo, Universidad de Oviedo, Dpto. de Energía

Válvulas de Mariposa.- Consisten en un disco interior a la tubería que gira 90° de abierta a cerrada. El eje de giro puede ser central o excéntrico, y los tipos de juntas de estanqueidad son muy variados. Su uso se ha extendido mucho por el poco espacio que ocupan, la facilidad de su accionamiento, su funcionamiento satisfactorio y, sobre todo, su bajo costo. Su principal inconveniente es que la presencia del disco en la tubería puede dar lugar a problemas con fluidos que arrastren sólidos. La pérdida de carga cuando están abiertas es muy pequeña. Son efectivas como válvulas de cierre.



Figura N° 1.07: Válvula de Mariposa

Fuente: Sistema de Bombeo, Universidad de Oviedo, Dpto. de Energía

Válvulas esféricas y cónicas.- Su diseño más habitual es una esfera o tronco de cono que gira respecto a un eje perpendicular a la tubería. Un taladro cilíndrico, de la misma sección que la tubería permite un paso total cuando está orientado en la dirección axial. El cierre se efectúa con un cuarto de vuelta. Completamente abiertas no producen pérdida de carga. Sus características frente a la cavitación son mejores que las de las válvulas de compuerta o mariposa. Son formidables para servicio pesado y altas presiones.

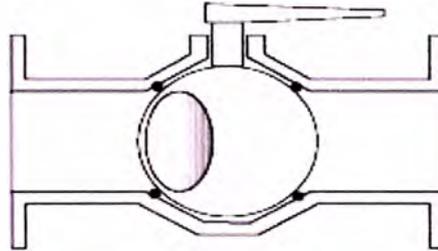


Figura N° 1.08: Válvula esférica

Fuente: Sistema de Bombeo, Universidad de Oviedo, Dpto. de Energía

Válvulas de Globo.- La grifería doméstica es la más conocida aplicación de este tipo de válvulas. El fluido desemboca en una cavidad, normalmente esférica. Esta cavidad está dividida en dos por una pared, y un orificio comunica las dos partes. Un disco, o un cono en el caso de las válvulas de aguja, bloquea el paso por el orificio de forma parcial o total. El accionamiento se realiza habitualmente por medio de un tornillo.

Con un asiento diseñado para evitar la erosión y la cavitación, estas válvulas son especialmente adecuadas para regulación. Su principal inconveniente recae en la gran pérdida de carga que presentan aun estando totalmente abiertas.

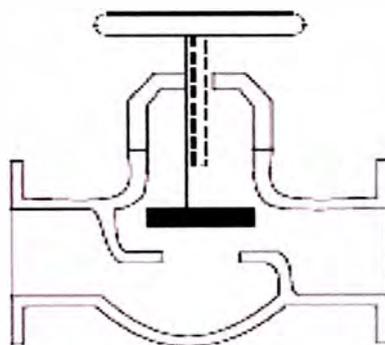


Figura N° 1.09: Válvula de Globo

Fuente: Sistema de Bombeo, Universidad de Oviedo, Dpto. de Energía

Válvulas Anti retorno y de Pie.- Se utilizan para evitar el flujo inverso por las tuberías o para que no se vacíe la tubería de aspiración de las bombas cuando

están paradas. En este último caso se conocen como válvulas de pie y están integradas con una rejilla filtrante. Están formadas por un disco que cierra el paso de fluido por su propio peso o ayudado por la presión aguas arriba. En la elección de estas válvulas es necesario tener en cuenta básicamente dos características: que no presenten una excesiva pérdida de carga cuando están abiertas, y que no provoquen transitorios muy fuertes al cerrarse. En sistemas que se inviertan lentamente, cualquier tipo de válvula puede servir; pero cuando hay un depósito con aire cerca de la bomba, o varias bombas trabajan en paralelo, es conveniente escoger válvulas que cierren rápidamente. Si no está bien elegida, el golpe de ariete que provoca ella misma puede llegar a dañarla.

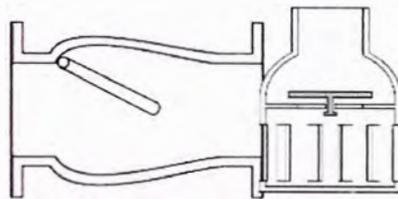


Figura N° 1.10: Válvula Anti-retorno

Fuente: Sistema de Bombeo, Universidad de Oviedo, Dpto. de Energía

1.3.7 Potencia De Impulsión

Establecidas las pérdidas se procede a calcular la potencia necesaria para impulsar la columna de agua desde el pozo al reservorio.

Para esto es necesario conocer ciertos parámetros como:

Caudal de bombeo (Q_b).- Es aquel requerido para abastecer al reservorio y que es producido por el pozo con un cierto descenso en el nivel de agua respecto del nivel estático cuando se realiza la extracción del acuífero.

Altura de manométrica de impulsión (H_i).- Se obtiene por la diferencia de niveles entre el nivel máximo de agua en el reservorio elevado y el eje de la bomba más las pérdidas de carga.

Altura manométrica de succión (H_s).- Se obtiene por la diferencia de niveles entre el eje de la bomba y el nivel mínimo del agua en la fuente (nivel dinámico del pozo) más las pérdidas de carga del tramo.

Altura manométrica de elevación (Hg).- Se obtiene de la suma de la altura manométrica de impulsión y la altura manométrica de succión.

$$\mathbf{Hg = Hs + Hi}$$

Presión de llegada (Ps).- Se refiere a la presión de llegada al reservorio, el cual se recomienda que sea de 0.5m.

$$\mathbf{Ps = 0.5m}$$

Altura dinámica total (HDT).- Representado por la diferencia del nivel máximo nivel máximo de descarga al reservorio y el nivel dinámico del pozo incluido las pérdidas de carga totales (fricción y locales) desarrolladas durante la succión y descarga.

$$\mathbf{HDT = Hg + Ps + Hf}$$

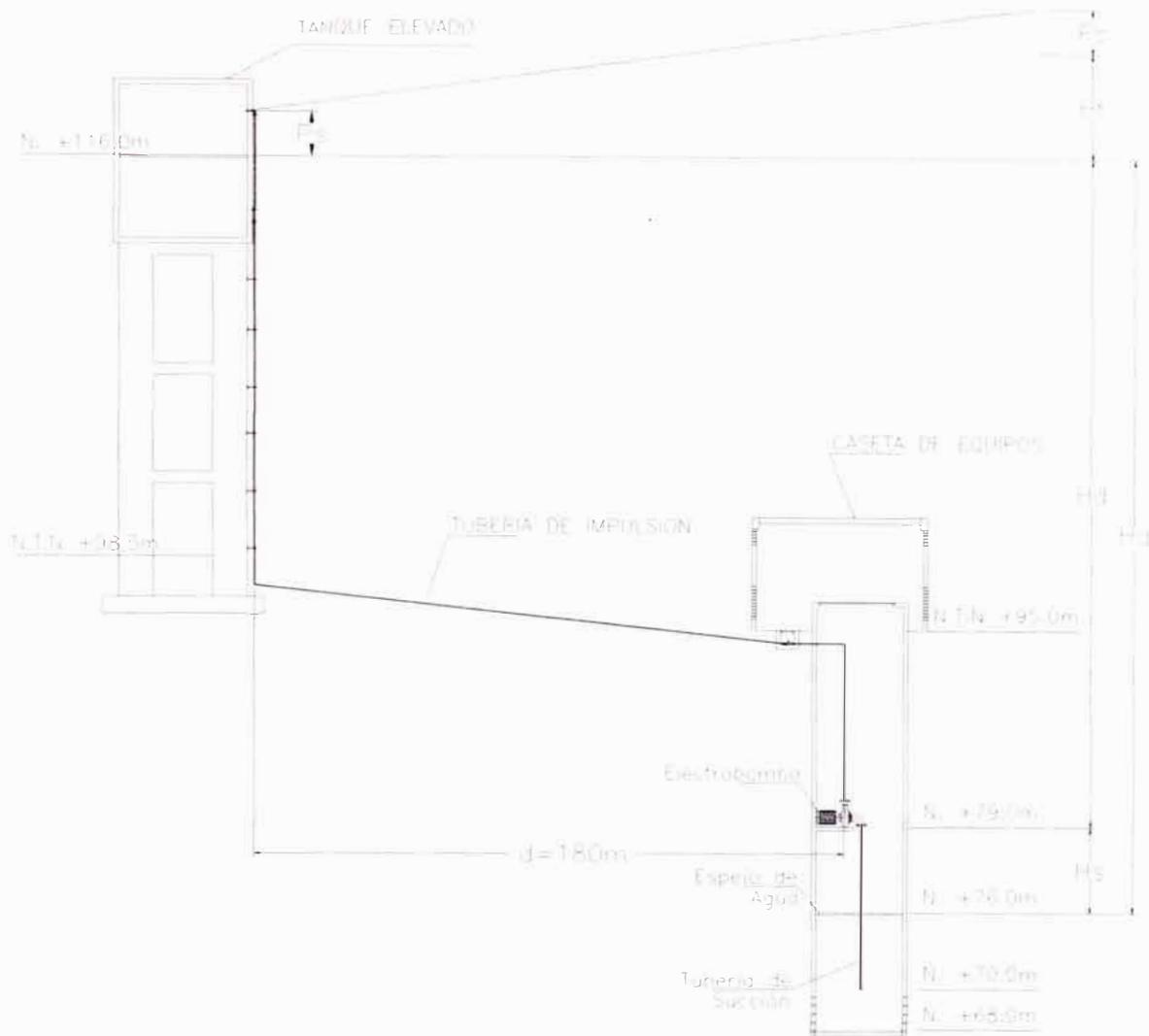


Figura N° 1.11: Esquema de Sistema de Impulsión de Agua Potable

Fuente: Elaboración propia

Potencia de Consumo.- La energía que requiere la bomba para su normal funcionamiento es conocida como potencia de consumo (P_c) y es calculada por la expresión:

$$P_c (HP) = \frac{100 \cdot Q_b \cdot HDT}{75 \cdot \eta_b}$$

Donde:

HDT: Altura dinámica total (m)

Q_b : Caudal de bombeo (l/s)

η_b : Eficiencia de la bomba (%)

Potencia Instalada.- El motor que se acopla a la bomba para su funcionamiento necesita una energía instalada denominada potencia instalada (P_i) y es calculada por la expresión:

$$P_i(HP) = \frac{100 \cdot Q_b \cdot HDT}{75 \cdot n_c}$$

Donde:

n_c : Eficiencia del sistema en conjunto bomba - motor (%)

$$n_c = n_b \cdot n_m$$

1.3.8 Análisis De Sensibilidad Económica

Al ser el diseño de la línea de impulsión un problema básicamente de costos relativos al diámetro de la tubería, calidad y potencia del sistema de bombeo es necesario el análisis económico de varias alternativas de diseño para resolverlas y escoger la que nos proporcione el menor costo total. Estos costos totales están compuestos por varios tipos de costos en el sistema:

Costo total de tubería instalada.- Adquisición, transporte, instalación y testeo, este costo se calcula como.

$$C.T.T.I (\$) = \text{Costo de tubería } (\$/m) \times \text{Long. de tubería (m)}$$

Costo total de equipo de bombeo instalado.- Adquisición, transporte, instalación, mantenimiento, costo energético, consumible y testeo. Este costo está de acuerdo a su potencia instalada (kW).

$$C.T.E.I (\$) = 1370 \$/kW \times P_i$$

Costo anual de operación.- Energía consumida, se calcula de acuerdo a la potencia instalada y al costo de energía por kW-h x año.

$$C.A.O (\$) = \text{horas de bombeo/año} \times P_i (\text{kW}) \times \text{Energía } (\$/\text{kW-h})$$

Costo anual de mantenimiento.- Repuestos, insumos, personal, herramientas, etc.

Para la obtención de la mejor alternativa de menor costo es necesario llevar los costos anteriores a sus valores presentes de acuerdo al horizonte de anualidades condicionado por el tiempo de vida útil del equipo de bombeo y tubería.

Valor Presente de Inversiones Totales.- Conformado por el costo total de tubería más el costo total del equipo.

Valor Presente de Reposiciones Totales.- Conformado por la diferencia del Costo de Inversiones Totales en un plazo de anualidades a la tasa de descuento y V.P. de inversiones totales. Los costos anualizados a una tasa de descuento pueden ser calculados con la siguiente expresión:

$$V.P.R.T. (\$) = V.P.I.T. (\$) \times \left[\left(\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right)^{n-1} \right]$$

$i=12\%$ (B.I.D)

Valor Presente de Explotación Total.- Conformado por el valor presente de la suma de los costos de operación y mantenimiento anualizados de acuerdo a la tasa de descuento.

$$V.P.E.T. (\$) = \text{Costo anual O y M} (\$) \times \left[\left(\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right)^{-1} \right]$$

$i=12\%$ (B.I.D)

Finalmente la elección de hará en función al menor V.P. Total siendo este el resultado de la sumatoria de todos los V.P. anteriores.

1.3.9 Análisis De Flujo Transitorio - Fenómeno Golpe De Ariete

Es un fenómeno que ocurre cuando se interrumpe súbitamente la energía que propulsa la columna de agua en la línea de impulsión por el cierre rápido de la válvula de regulación de flujo a la salida de la bomba ocasionando una presión interna en la tubería, esta es recibida en las paredes de la tubería y accesorios como un impacto.

Al cerrar instantáneamente o parar el equipo de bombeo, la compresión del agua y expansión de la tubería comienza en el punto de cierre, transmitiéndose hacia arriba a una velocidad determinada por la expresión:

$$a = \sqrt{\frac{1}{\rho \cdot \left(\frac{1}{\varepsilon} + \frac{D}{e \cdot E} \right)}}$$

Donde:

a: Velocidad de propagación de la onda (m/s)

ρ : Densidad del líquido (1000 kg/m³)

D: Diámetro interior de tubería (m)

e: Espesor de tubería (m)

ϵ : Modulo de elasticidad del agua (2.0×10^9 N/m²)

E: Modulo de elasticidad del material de la tubería (2.1×10^{11} N/m²)

Tiempo de propagación de la onda.- Es conocido como tiempo crítico y se expresa como:

$$T_c = 2L/a$$

Donde:

L: Longitud de la tubería por donde transita la onda (m)

Carga por sobrepresión.- Se calcula para un cierre instantáneo que genera una presión mayor que la originada por un tiempo de cierre gradual, es decir un tiempo mayor al tiempo crítico regulado por la válvula de control y se expresa como:

$$\Delta H_a = V \cdot a / g$$

Donde:

g: constante de gravedad (9.81m/s²)

Entonces con la determinación de la sobrepresión por efecto del golpe de ariete, la carga que debería soportar la línea en su punto más bajo estará dado por la siguiente expresión:

$$P_{\text{máx}} = \Delta H + \Delta H_a$$

Donde:

ΔH : Diferencia del nivel entre el punto donde llega el agua al reservorio y el punto más bajo de la tubería.

1.3.10 Línea De Succión

La línea de succión se refiere a todas las partes del sistema de flujo, desde la fuente del fluido a la entrada de la bomba. Debe de garantizarse una carga de succión neta positiva adecuada.

En la Figura N° 1.12 (a) se crea una carga positiva, colocando la bomba abajo del depósito de abastecimiento que suministra, ésta ayuda para que se garantice una NPSH (Carga de Succión Neta Positiva) satisfactoria.

En la Figura N° 1.12 (b) ocurre una condición de succión elevada porque la bomba debe obtener el líquido que está debajo de ella. La mayoría de bombas centrífugas debe de iniciarse de forma artificial, llenando la línea de succión con fluido. Esto se realiza con suministro auxiliar de líquido durante el arranque, o con la creación de un vacío sobre la carcasa de la bomba, lo que ocasiona que un fluido sea succionado desde la fuente.

Al menos que se sepa que el fluido es muy limpio, debe instalarse un filtro en la entrada o en cualquier lugar del tubo de succión, con el objeto de mantener las partículas fuera de la bomba y del proceso en el que se distribuirá el fluido.

Aunque el tamaño del tubo para línea de succión nunca debe ser más pequeño que la conexión de entrada sobre la bomba, puede ser algo mayor para reducir la velocidad de flujo y las pérdidas por fricción. La alineación de la tubería debe eliminar la posibilidad de que se formen burbujas o bolsas de aire en la línea de succión, porque esto haría que la bomba perdiera capacidad y tal vez el arranque. Las tuberías largas deben de tener pendiente hacia arriba, en dirección de la bomba.

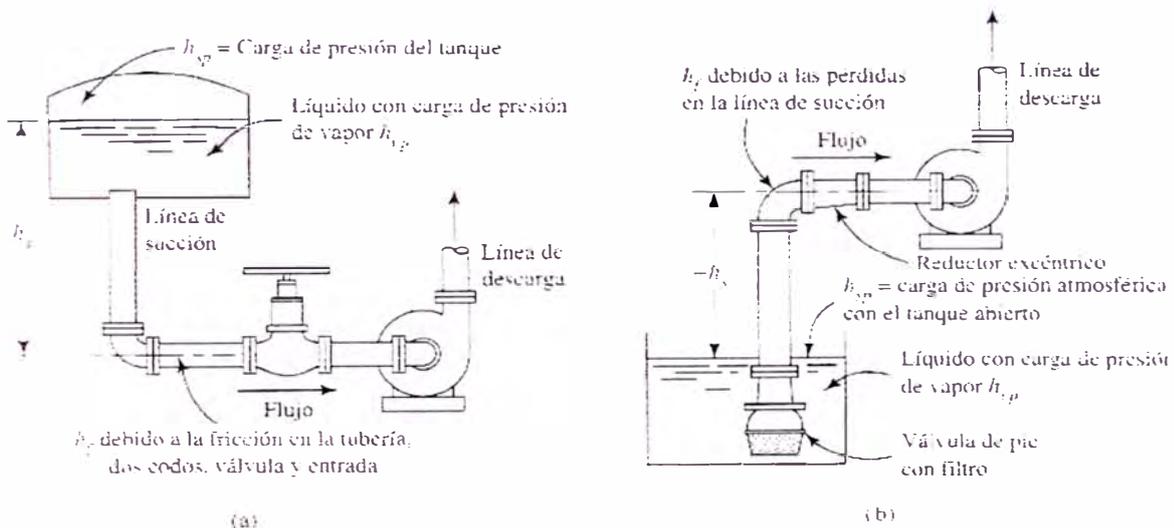


Figura N° 1.12: Detalles de la Línea de Succión de la Bomba
Fuente: Mecánica de Fluidos – Sexta Edición, Robert L. Mott

1.4. BOMBAS EN SISTEMAS DE IMPULSION DE AGUA

1.4.1 Tipos De Bombas Rotodinámicas

La bomba transmite energía mecánica al fluido transportado, que le permite ser elevado desde el punto de captación al de entrega, considerando las pérdidas en la tubería y en los accesorios. De acuerdo con la forma de sus rotores (impulsores), las bombas rotodinámicas se clasifican en:

Bombas centrífugas o radiales.- Se caracterizan por hacer uso de la fuerza centrífuga para impulsar el agua; razón por la cual, el agua sale perpendicular al eje de rotación del álabe o rodete.

Este tipo de bomba proporciona un flujo de agua suave y uniforme. Se adapta a trabajos a velocidades altas, las que son normales en motores eléctricos.

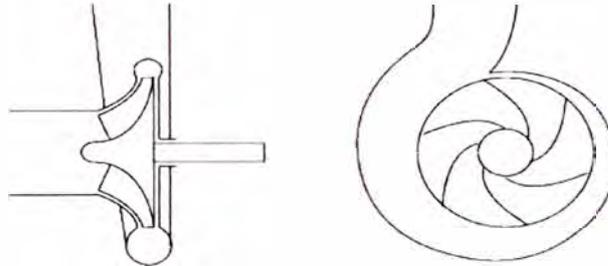


Figura N° 1.13: Bomba Centrífuga

Fuente: Sistema de Bombeo, Universidad de Oviedo, Dpto. de Energía

Bombas axiales o helicoidales.- Empujan el agua tal como un ventilador impulsa el aire que lo rodea, razón por la cual el agua sale paralela al eje de rotación del impulsor. Son especialmente indicadas, para elevar grandes caudales a baja altura.

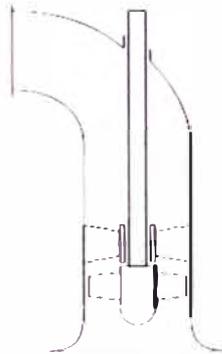


Figura N° 1.14: Bomba Axial

Fuente: Sistema de Bombeo, Universidad de Oviedo, Dpto. de Energía

Bombas de flujo mixto.- Para aprovechar las ventajas de sencillez y poco peso de las bombas helicoidales y aumentar la altura de elevación, se modifica la forma de los árabes de la hélice, dándoles una forma tal que imparten al agua una cierta fuerza centrífuga.



Figura N° 1.15: Bomba de Flujo Mixto

Fuente: Sistema de Bombeo, Universidad de Oviedo, Dpto. de Energía

1.4.2 Bomba Centrífuga De Eje Horizontal

Descripción General del Equipo.- La bomba centrífuga de eje horizontal es un equipo utilizado para bombear desde cisternas de bombeo hacia reservorios de almacenamiento o hacia la red de distribución.

Las especificaciones de esta bomba están de acuerdo a la norma ISO/DIS 2858. Bajo el aspecto hidráulico y de funcionamiento, todas las bombas de eje horizontal son similares; asimismo, las exigencias para una buena instalación y su posterior mantenimiento son prácticamente las mismas. En cambio, bajo el aspecto mecánico, existen diferencias estructurales de acuerdo al tipo de construcción, que se evidencia en la forma y tipo de los impulsores, la manera como están montadas sobre el eje, el tipo de sello, aspecto exterior de la caja, etc. De acuerdo a estas variantes constructivas, las bombas más utilizadas en el abastecimiento de agua son: *bombas monobloc*, *bombas de silla* y *bombas de caja partida horizontalmente*.

El ingreso de agua a la bomba es a través de la tubería de succión, cuyo requisito principal es que sea hermético para que evite el ingreso de aire a través

de ella. La forma de ingreso puede ser axial o tangencial, de acuerdo al modelo de bomba. La salida de la bomba siempre es en forma tangencial.



Figura N° 1.16: Bomba Centrifuga de Eje Horizontal

Fuente: Empresa Hidrostral

Condiciones de Operación.- La selección del equipo de bombeo dependerá de las siguientes condiciones:

- a) Altura dinámica de bombeo, caudal requerido y NPHS (requerido y disponible).
- b) Se debe admitir en la práctica, un cierto margen para los motores eléctricos. Los siguientes aumentos en la potencia del motor son recomendables: 50% para las bombas hasta 2 HP; 30% para las bombas de 2 a 5 HP; 20% para las bombas de 5 a 10 HP; 15% para las bombas de 10 a 20 HP y 10% para las bombas de más de 20 HP.
- c) El NPHS disponible debe ser mayor que el NPHS requerido, por lo menos en 0,50 m.

Composición del equipo:

Bombas monobloc.- Son equipos sencillos que forman un conjunto compacto con su electromotor, cuyo eje largo atraviesa un soporte de sustentación común o linterna, desde el lado donde está el motor hasta el otro lado donde está la bomba. La caja de estas bombas es integral, en los tamaños pequeños y/o partida verticalmente en los de gran tamaño.

La succión es axial y la descarga tangencial. Los modelos pequeños tienen conexión de succión y descarga roscada y los modelos más grandes a bridas.

Bombas de silla.- Son equipos algo más complicados por que tienen cuatro partes distintas:

- La carcasa de la bomba, sujeta en voladizo por medio de pernos a un soporte especial o silla.
- Un motor eléctrico de tipo normal.
- Una base metálica común, provista de las calzas adecuadas para igualar la altura entre los ejes del motor y de la bomba.
- Un acoplamiento elástico para los ejes.

Bombas de caja partida horizontal.- En estos equipos que generalmente se construyen de tamaño grande, la caja de la bomba está dividida en dos partes según un plano horizontal que pasa por el eje de la misma. Tienen la conexión de la succión y de la descarga embridada y dispuestas lateralmente a cada lado de la máquina una frente a la otra. Pueden tener dos o más impulsores, pero por lo general tienen sólo uno de gran tamaño y de doble entrada, lo que obliga a bifurcar tanto la conexión de la succión como la descarga. Las dos partes en que se divide la caja de esta bomba se unen con empaquetaduras y pernos.

1.4.3 Curvas De Un Sistema Bomba - Tubería

Curva de la Bomba.- Curvas de caudal contra cabeza total y contra eficiencia son suministradas por los fabricantes de las bombas. La primera de éstas (Q vs. H_m) se conoce como la curva de la bomba.

Por lo general, la curva de caudal contra cabeza total para una bomba centrífuga se puede expresar en la siguiente forma funcional.

$$H_m = A Q^2 + B Q + C$$

Los coeficientes A, B y C pueden ser calculados tomando tres puntos (Q , H_m) de la curva del fabricante y resolviendo la ecuación anterior para cada uno de ellos.

Curva Característica Red.- Una vez escogido el diámetro económico construimos la curva característica de la red compuesta por la línea de Impulsión y succión y la confrontamos con las curvas características del equipo de bombeo para el diámetro económico.

La curva característica de la red está compuesta por diferentes alturas que puede alcanzar el agua a diferentes caudales.

$$H_{red} = H_g + P_s + K_{fricción} Q^{1.85} + K_{local} Q^2$$

$$K_{\text{fricción}} = L / (0.2785.C.D^{2.63})^{1.85}$$

$$K_{\text{local}} = (16. \sum k) / 2g. \pi^2 D^4$$

Donde:

C: coeficiente de rugosidad Hazen y Williams para tuberías.

L: Longitud de la tubería (m)

D: Diametro interior de la tubería (m)

k: Coeficiente de pérdida local en accesorios

Hg: Carga estática o Altura geométrica (m)

Ps: Carga o Altura de reserva (m)

1.4.4 Punto Óptimo De Operación De La Bomba

El caudal que circula por la bomba y, por tanto, la altura de elevación que proporciona, están condicionados por la interacción bomba-sistema. El punto de funcionamiento (Q_b , H_b) vendrá dado por el corte de la curva resistente del sistema con la curva característica de la bomba. La altura que proporciona la bomba se emplea en vencer la pérdida de carga y en superar la diferencia de altura entre los depósitos.

Si la resistencia de la tubería fuese mayor, la bomba tendría que proporcionar más altura, y esto repercutiría en un menor caudal. Lo contrario sucede si se disminuye la resistencia.

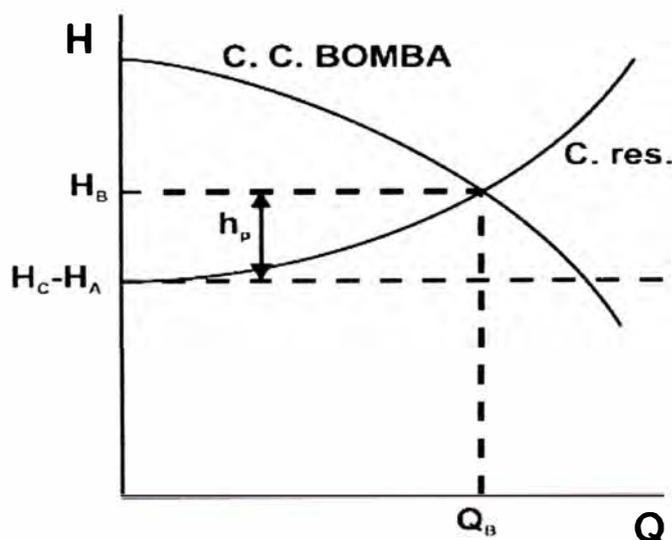


Figura N° 1.17: Punto de Operación de la Bomba

Fuente: Sistema de Bombeo, Universidad de Oviedo, Dpto. de Energía

1.4.5 Selección De Bombas

Selección a Partir de los Parámetros Adimensionales.- Teóricamente la selección de bombas es un proceso similar al de definición de las dimensiones principales en el diseño. Se parte de la altura de elevación, el caudal y la NPSH (Carga de Succión Neta Positiva).

Con el caudal y el NPSH se define el diámetro de entrada y la velocidad de giro, que debe estar limitada a valores prácticos: los posibles motores a emplear. Una vez hecho esto, y dependiendo de la velocidad específica, se elige un tipo de máquina axial, mixta o radial. Para ese tipo de máquina se busca el diámetro específico con el mejor rendimiento (teórico) posible y ya se tiene así definido el tamaño.

Factores que Influyen en la Selección.- En la práctica es necesario un conocimiento completo del sistema y de sus posibles variantes. Por ejemplo, para extraer agua de un pozo se puede utilizar:

a) Una bomba en el exterior. Debe tener un *NPSH_r* (Carga de Succión Neta Positiva Requerida) adecuado y ser autocebante. En caso contrario deberá instalarse un sistema de cebado.

b) Una bomba vertical con el motor exterior, pero la bomba, o al menos la primera etapa, sumergida. No hay problemas de cavitación, pero la sujeción de la bomba es más complicada.

c) Una bomba totalmente sumergida. El motor debe ser estanco.

Algunas características del sistema que van a influir en la elección de la bomba son:

- La posición de la bomba que afecta el *NPSH_d* (Carga de Succión Neta Positiva disponible). y al cebado.
- El diámetro de las tuberías, que determina las pérdidas de carga y, por tanto, el punto de operación.
- El número y disposición -serie o paralelo- de las bombas.
- El sistema y rango de regulación.
- Bombeo de líquidos viscosos. Afecta al punto de operación y a la potencia.
- Bombeo de pastas o líquidos con sólidos en suspensión. Se necesitan rodetes especiales.

Bombeo de líquidos corrosivos o similares que exijan materiales o recubrimientos especiales.

El rango de regulación es un parámetro que influye en la pendiente de la curva característica a buscar. Si las variaciones de caudal van a ser grandes, interesa una curva lo más horizontal posible. Sin embargo, si se quiere que el caudal permanezca constante, la curva debe ser vertical. En el primer caso son más adecuados las máquinas de baja velocidad específica: centrifugas, con doble aspiración, varias bombas en paralelo. En el segundo caso son mejores las de alta velocidad específica: mixtas o axiales, de varias etapas, bombas en serie.

CAPITULO II

CAPITULO II: ESTUDIOS BASICOS

2.1. ESTUDIO TOPOGRAFICO

2.1.1 Objetivo Del Estudio

El estudio topográfico realizado tiene como objetivo recopilar información de campo y procesar en gabinete para elaborar el plano topográfico en planta, que servirán en el diseño del Sistema de Impulsión de Agua.

2.1.2 Ubicación Del Área De Estudio

El Centro Poblado La Muralla se encuentra ubicado en el Distrito de Vegueta, Provincia de Huaura, Región Lima, a una altitud de 103 msnm, con una extensión de 341.50 kilómetros cuadrados.

El acceso al Centro Poblado La Muralla se encuentra en la progresiva Km 159+800, de la actual Panamericana Norte, con un desvío en el paradero denominado "La quinta" con un tramo afirmado de 1.0 km hasta la parte central del poblado, a 10 minutos de la entrada principal del Distrito de Vegueta en dirección Este.

2.1.3 Límites Del Área De Estudio

El Centro Poblado La Muralla, limita con centros poblados aledaños de la siguiente manera:

- Por el Norte : C.P. Primavera
- Por el Sur : Distrito de Huaura
- Por el Este : Distrito de Huaura
- Por el Oeste : C.P. Mazo y La Perlita

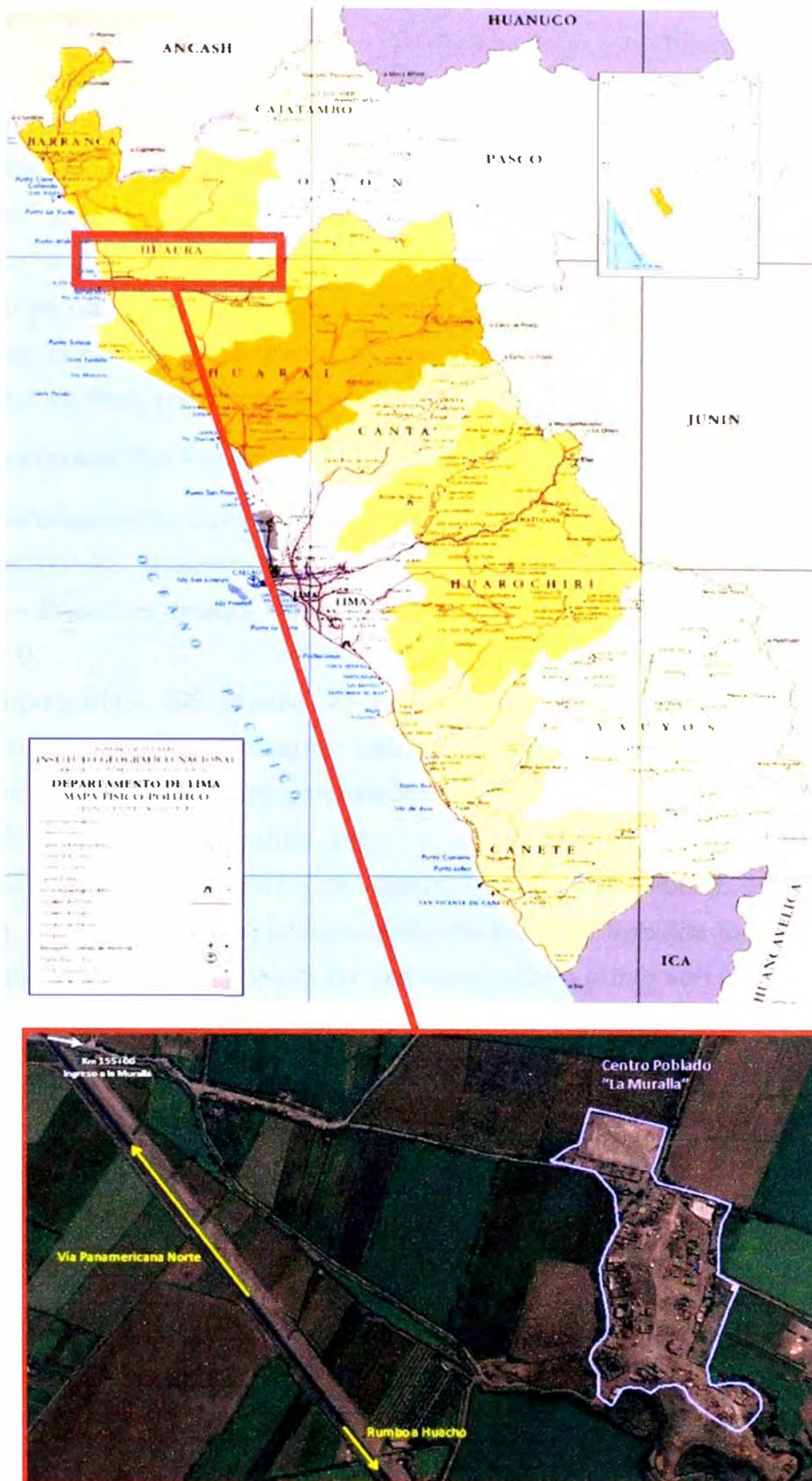


Figura N° 2.01: Plano de Ubicación del Distrito de Vegueta.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional

2.1.4 Levantamiento Topográfico

Con el propósito de registrar los datos necesarios para ejecutar la representación de los diferentes rasgos naturales y artificiales de la zona de estudio; se realiza un levantamiento topográfico que consiste en medir en forma rápida ángulos y distancias a los puntos de interés para determinar su posición y cota correspondiente.

Asimismo se ha utilizado la información en lo correspondiente a levantamientos localizados como son reservorios, cisternas y tanques de agua ejecutado; sus respectivos perfiles, secciones transversales.

2.1.5 Resultados Del Estudio

Para el levantamiento topográfico se utilizó como punto principal de apoyo a un BM de NORVIAL, descrito en el **Estudio de Topografía Autopista Ancon – Huacho – Pativilca tramo Huacho – Pativilca. Plano N° 910488-50-INF-02-001-REV 0.**

Topografía.- Se realizó el levantamiento topográfico de las zonas adyacentes al área de interés utilizando una estación total, levantando taquimétricamente, todas las infraestructuras existentes como son reservorios, postes de luz, buzón de desagüe, etc.

Coordenadas del punto de apoyo.- Mediante el punto de apoyo de NORVIAL se estableció una poligonal abierta para los trabajos topográficos, las coordenadas en el Sistema WGS-84 del mencionado punto son los siguientes:

Ítem	Descripción	Este	Norte	Cota (m)
1.00	BM NORVIAL	216048.43	8781295.68	86.394

Como resultado del estudio, se presenta el Plano Topográfico PT-01, adjunto como Anexo en el presente informe.



Foto N° 2.01: Ubicación de Reservorio de Almacenamiento Existente

Fuente: Elaboración propia



Foto N° 2.02: Ubicación de Pozo de Captación Existente

Fuente: Elaboración propia

2.2. ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

2.2.1 Objetivo Del Estudio

El objetivo es realizar el Estudio de mecánica de suelos de los puntos principales del Centro Poblado la Muralla, ubicado en el **Distrito de Vegueta**, Provincia de Huaura. El estudio de suelos se enmarca en determinar las principales propiedades físicas y mecánicas del suelo para las obras civiles.

2.2.2 Normatividad Aplicable

Los estudios están en concordancia con: Norma E-050 de Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones.

2.2.3 Geología General Y Geomorfología

Geología General.- La geología de la cuenca del Río Huaura comprende una secuencia de rocas sedimentarias, volcánicas e intrusivas cuyas edades varían desde el Jurásico superior hasta el cuaternario reciente.

Rocas volcánicas: Las rocas volcánicas están constituidas por andesitas, piroclásticas brechas de color gris verdoso, de textura porfirítica, constituyen terrenos aceptables para la ubicación de obras de Ingeniería, estos depósitos tienen su mayor distribución dentro de la cuenca alta y algunos sectores de las cuencas media y baja.

Depósitos sedimentarios: Los depósitos sedimentarios comprenden unidades antiguas, de edad jurásico superior, cretáceo inferior y cretáceo superior.

Se encuentran en la cuenca alta rocas calizas oscuras, intercaladas con lutitas negras a grises oscuras, lutitas arenosas pardo rojizas, limonitas marrón rojizas en capas gruesas y medianas, areniscas cuarzosas de color gris, componentes de las formaciones Chulec-Pariatambo.

Rocas ígneas: Las rocas intrusivas en la cuenca del río Huaura forman parte del Batolito Andino y su afloramiento tiene gran amplitud de distribución. Estas rocas varían en composición desde diorita a granodiorita, con variaciones a adamelita y tonalita, existen afloramientos de granodiorita típicos.

Geomorfología.- El análisis de las unidades geomorfológicas es importante en la ubicación y evaluación de los fenómenos de geodinámica externa, por la secuela de inestabilidad de taludes que luego devienen en arrastre de masas importantes de material, por acción de las lluvias, principalmente.

Unidades Geomorfológicas.- La unidad geomorfológica principal existente en el distrito de Vegueta es clasificada como etapa de erosión cañón. Esta unidad geomorfológica se caracteriza por presentar laderas que presentan inclinaciones que van de 25 a 45°. Presentando depósitos aluviales, formación de terrazas etc. La formación de las terrazas marca el último movimiento de elevación de la etapa Cañón.

En toda la extensión de la cuenca del Río Huara se han diferenciado las siguientes unidades geomorfológicas:

- a) La unidad de ribera litoral, se ubica en una altitud estimada entre 0 y 50 msnm con una topografía llana de playa, limitada por cerros aislados constituyendo recursos para materiales de construcción.
- b) La unidad Llano Aluvial, Pampa costanera, se ubica entre los 50 y 200 msnm con pendientes naturales del orden de 1° a 10° y afloramiento de colinas distribuidas muy localmente.
- c) Las estribaciones del frente andino, están entre las altitudes de 200 y 400 msnm, correspondiente a cerros que se ubican al Norte y Este, sobre el llano aluvial y pampas costaneras.
- d) La unidad de valle y quebradas tributarias, ocupa la mayor parte de la cuenca y está comprendida entre altitudes de 400 a 3,800 msnm, se caracteriza por presentar una topografía muy variada, con pendientes naturales comprendidas entre 5° y 35°, localmente pueden tener mayor pendiente.
- e) La unidad de altiplanicies, está comprendida entre las altitudes de 3,800 a 4,000 msnm, son de relieve moderado, disectada por las nacientes de los ríos quebradas, el área es estable en condiciones naturales.
- f) La unidad de área glaciada, se encuentra entre los 4,000 msnm y la divisoria de aguas de la cuenca a 4253 msnm. Presenta una morfología moderada a abrupta, producto del modelado glacial y fluvioglacial, en condiciones naturales estables.

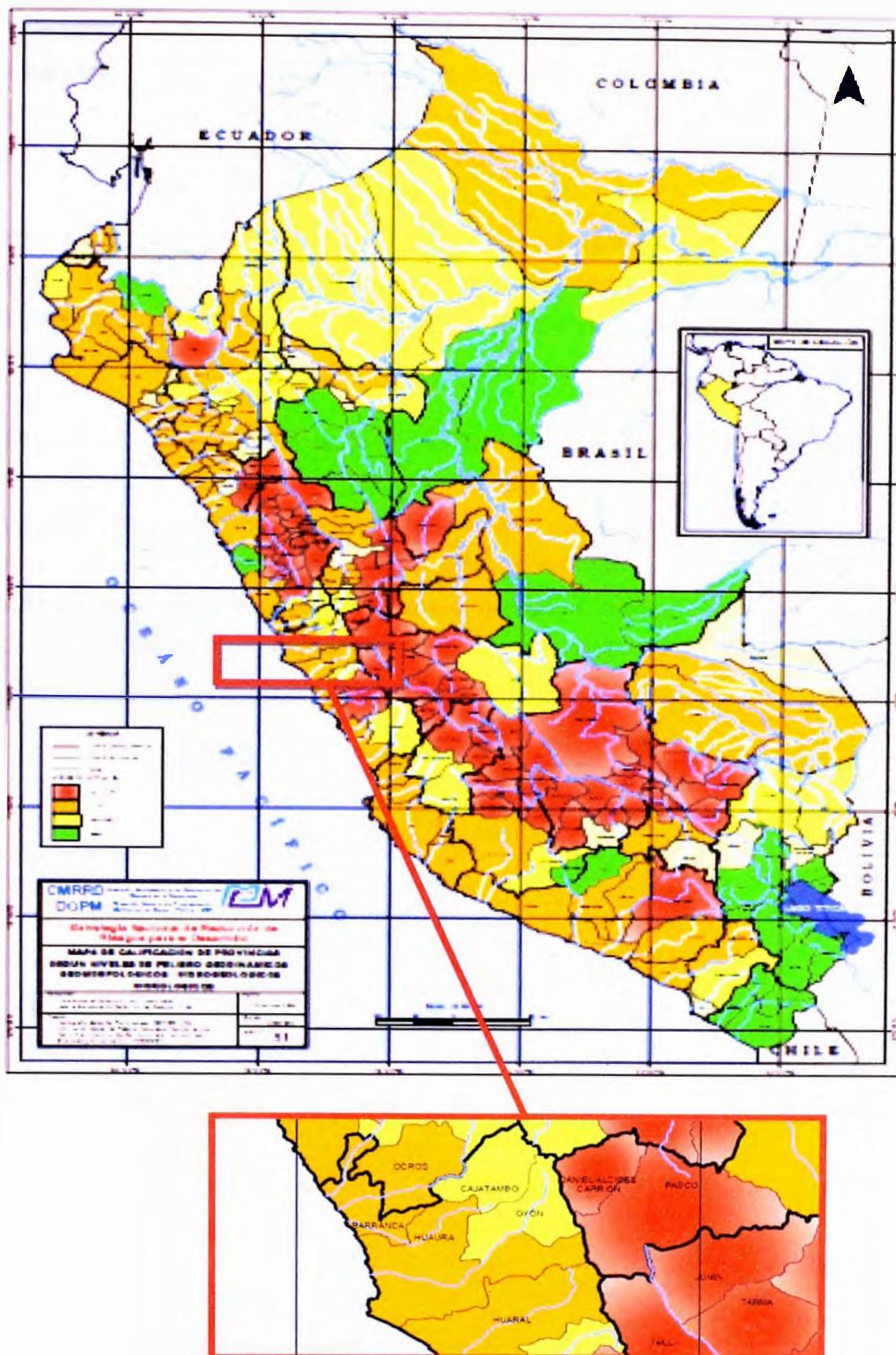


Figura N° 2.04: Mapa de Peligro Geológico.

Fuente: INGEMMET

2.2.4 Sismicidad

Sismicidad Histórica.- De acuerdo a información histórica de sismos ocurridos para un período aproximadamente de 400 años, se tiene que en la cuenca se han producido sismos con intensidades máximas de VI-VII Mercalli Modificada.

Probable Actividad Sísmica Futura.- Se tiene cálculos de probabilidades de la ocurrencia de un sismo de cierta magnitud para períodos de 10, 50 y 100 años, habiéndose determinado previamente la magnitud máxima probable en un intervalo fijo de tiempo.

Riesgo Sísmico Crítico en la Cuenca.- De acuerdo a la evaluación de riesgo sísmico para la cuenca del río Huaura, medidos en la escala de Richter se tiene que desde el año 1555 hasta 1980, la magnitud máxima registrada es de 6.9mb; entre 1963 y 1980, es de 6.6mb, según la historia sísmica y la evaluación realizada se considera como terremoto crítico en la cuenca uno de magnitud de 6.5 mb, el cual tiene un período de retorno de 60 años.

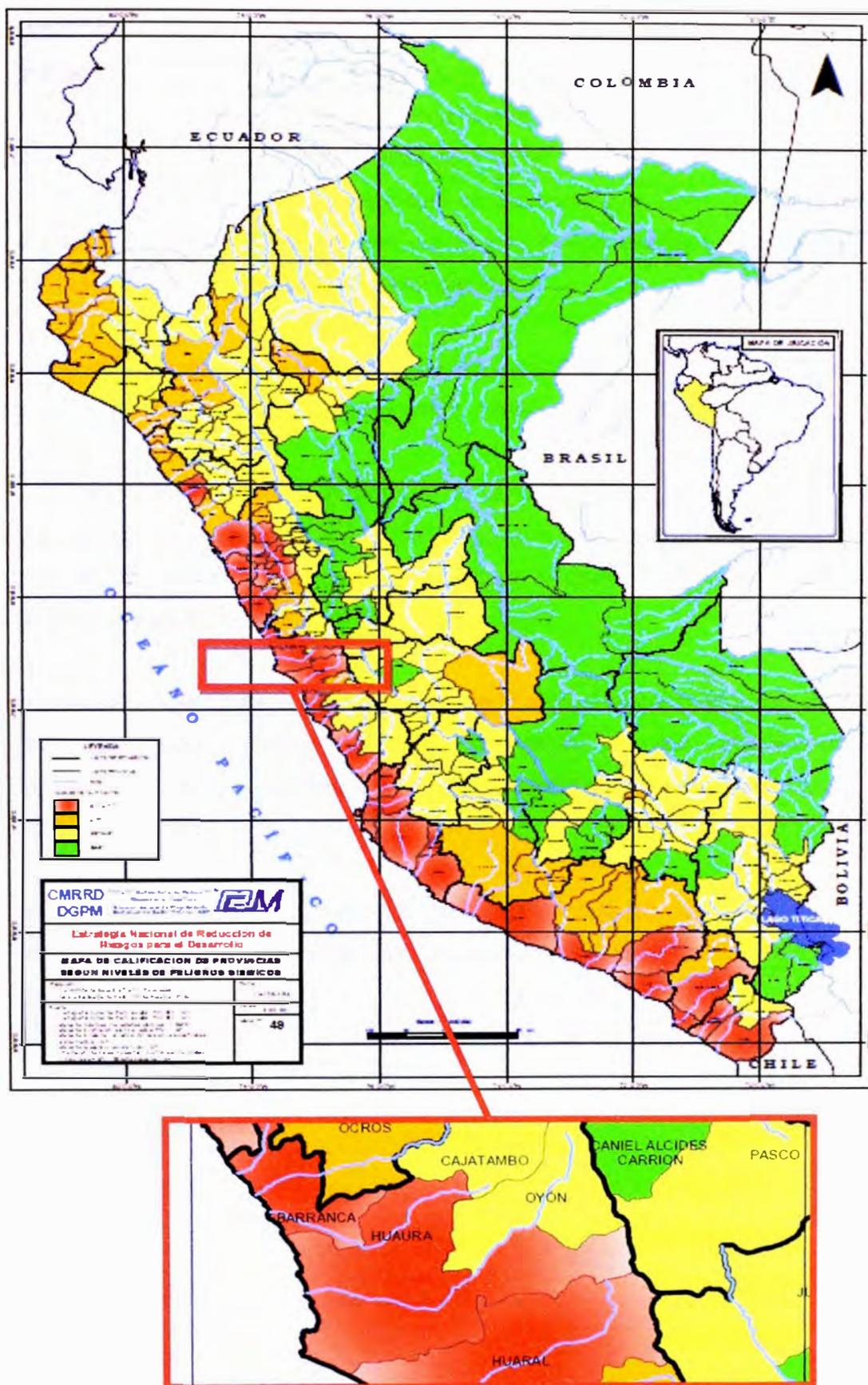


Figura N° 2.05: Mapa de Peligro Sísmico.

Fuente: INGEMMET

2.2.5 Investigaciones Geotécnicas

Los trabajos de campo que se realizaron en el Centro Poblado La Muralla, son los considerados a cielo abierto. Debido a la extensión del proyecto en el área de estudio se excavó cuatro (04) calicatas de 1.2 m² de área con profundidades de 1.5m y de 3.0m en las zonas principales de acuerdo a la zona de proyecto, de las calicatas hechas se obtuvo muestras según los estratos presentes para realizar los ensayos y análisis correspondientes.

Ubicación de Calicatas.- La ubicación de las calicatas se encuentra descritas en el Plano de Calicatas PC-01, adjunto como Anexo al presente informe.

Nivel de napa freática.- En la zona y a la profundidad excavada no se ha encontrado la presencia de napa freática, sin embargo es importante mencionar que debido a pozos de extracción de agua existentes la napa freática se encuentra por debajo de los 15.0m de profundidad.

Extracción de muestras.- Debido al tipo de material encontrado, las muestras obtenidas han sido extraídas mediante perforación manual obteniéndose así muestras alteradas y llevadas en peso y cantidad recomendada para sus respectivos estudios.

Registro de excavaciones.- El registro de excavaciones en cada lugar, así como las fotografías que dan cuenta de esto, se encuentran descritos en las siguientes figuras:

REGISTRO DE LA EXCAVACIONES

PROYECTO AGUA Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO LA MURALLA - VEGUETA

CALICATA C-1

UBICACION LA MURALLA - VEGUETA

PROFUNDIDAD 1.5m

FECHA OCTUBRE DEL 2011

NIVEL FREATICO NO PRESENTA

PROFUND. (m)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	CLASIFICACION SUCS
0.30	EXCAVACION A SUELO ABIERTO			Material formado de terreno de cultivo	
0.60					
0.90				Material formado por piedras angulosas de tamaño máximo 4" de aristas, envueltas en un manto de arenas limosas. Se presenta en estado semcompacto	GP
1.20					
1.50					
1.80					
2.10					
2.40					
2.70					
3.00					



REGISTRO DE LA EXCAVACIONES

PROYECTO AGUA Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO LA MURALLA - VEGUETA

CALICATA C-2

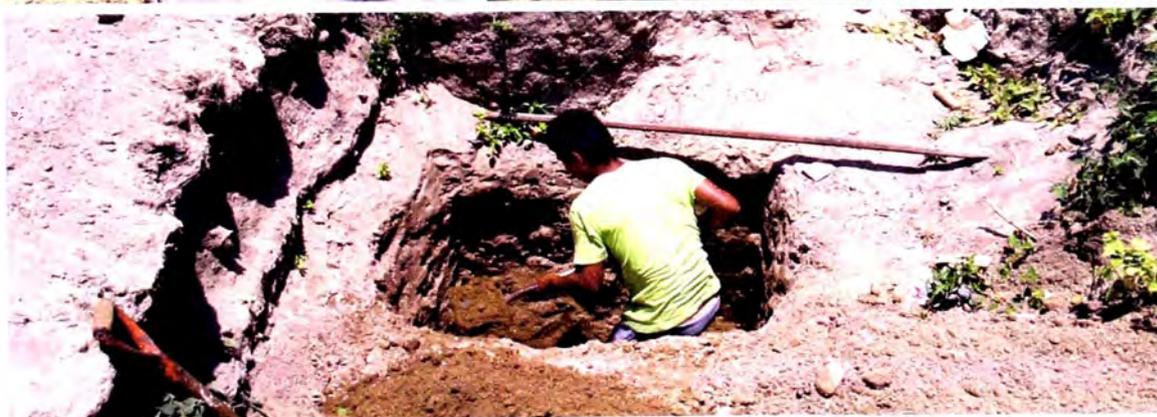
UBICACION LA MURALLA - VEGUETA

PROFUNDIDAD 3.0m

FECHA OCTUBRE DEL 2011

NIVEL FREATICO NO PRESENTA

PROFUND. (m)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	CLASIFICACION SUCS	
0.30	EXCAVACION A SUELO ABIERTO			Material tipo arena fina suelta removida		
0.60						
0.90						
1.20						
1.50						
1.80					Arena limpia con presencia de limos y arcillas en estado semcompacto a suelto, no presenta humedad	SP-SM
2.10						
2.40						
2.70						
3.00						



REGISTRO DE LA EXCAVACIONES

PROYECTO AGUA Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO LA MURALLA - VEGUETA

CALICATA C-3

UBICACION LA MURALLA - VEGUETA

PROFUNDIDAD 1.5m

FECHA OCTUBRE DEL 2011

NIVEL FREATICO NO PRESENTA

PROFUND. (m)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	CLASIFICACION SUCS
0.30	EXCAVACION A SUELO ABIERTO			Material superficial formado de arena suelta	
0.60				Arena limpia con presencia de limos en estado semcompacto a suelto, no presenta humedad	SP
0.90					
1.20					
1.50					
1.80					
2.10					
2.40					
2.70					
3.00					



REGISTRO DE LA EXCAVACIONES

PROYECTO AGUA Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO LA MURALLA - VEGUETA

CALICATA C-4

UBICACION LA MURALLA - VEGUETA

PROFUNDIDAD 1.5m

FECHA OCTUBRE DEL 2011

NIVEL FREATICO NO PRESENTA

PROFUND. (m)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	CLASIFICACION SUCS
0.30	EXCAVACION A SUELO ABIERTO			Material superficial formado de arena suelta y gravas	
0.60				Material formado por piedras angulosas de tamaño máximo 4" de aristas. envueltas en un manto de arenas limosas. Se presenta en estado semcompacto	GP
0.90					
1.20					
1.50					
1.80					
2.10					
2.40					
2.70					
3.00					



2.2.6 Análisis De Resultados

Calculo de la Capacidad Portante Admisible.- De acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones se ha analizado la capacidad portante según el tipo de suelo presente en el sitio. La Capacidad Portante Admisible se ha determinado en función de las características físico-mecánicas del suelo de fundación.

Según el estudio de suelos, para la muestra de la **calicata C-2**, al cual mediante el ensayo de Corte Directo se obtuvo los datos de ángulo de fricción interna y cohesión y a través de estos datos obtenemos la capacidad portante del terreno:

Considerando tipo de zapatas aisladas:

Dens. Terreno Natural γ =	1.60	ton/m ³
Angulo de Fricción ϕ =	28.37	°
Cohesión C =	0.00	ton/m ²
Lado de la Zapata B =	2.50	m
Desplante Df =	2.50	m

$$q_{ult} = \gamma D_f \cdot S_q \cdot i_q \cdot N_q + 0.5 \cdot S_\gamma \cdot i_\gamma \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma + S_c \cdot i_c \cdot C \cdot N_c$$

F.S. =	0.67		Factor de corrección por falla local			
Φ =	19.80	°	Angulo de fricción corregido			
C' =	0.00	ton/m ²	Cohesión Corregida			
β =	0.00	°	Inclinación de carga			
S_q =	1.36		S_γ =	0.60	S_c =	1.43
i_q =	1.00		i_γ =	1.00	i_c =	1.00
N_q =	6.27		N_γ =	5.24	N_c =	14.65
=> q_{ult} =	40.41	Ton/m ²	F.S. =	3.0		
Q_{adm} =	13.47	Ton/m ²	=	1.35	kg/cm ²	

2.3. ESTUDIO DE SONDAJE ELECTRICO VERTICAL

2.3.1 Fundamento Del Método

Las rocas presentan resistividades eléctricas que varían en un amplio rango, dependiendo de diversos factores, como la litología, el grado de conservación, humedad y principalmente el grado de mineralización del agua contenida en los poros y fracturas. Las rocas de una misma génesis presentan valores de resistividad que varían dentro de ciertos rangos típicos, o que permite caracterizarlas.

En depósitos no consolidados, la resistividad aumenta al incrementarse la granulometría predominante. En todos los casos, las rocas que contienen agua mineralizada disminuyen su resistividad.

Cuadro N° 2.01: Resistividades Típicas de Distintas Rocas

TIPO DE ROCA	RANGO DE RESISTIVIDAD (Ohm-m)
Roca Ígnea:	
Granito	$3 \times 10^2 - 10^5$
Sienita	$10^2 - 10^5$
Diorita	$10^4 - 10^5$
Diorita Pofirica	1.9×10^3 (h) - 2.8×10^4 (s)
Tonalita	$2 \times 10^4 - 2 \times 10^6$ (h) - 1.8×10^5 (s)
Dacita	2×10^4 (h)
Andesita	4.5×10^4 (h) - 1.7×10^2 (s)
Lavas	$10^2 - 5 \times 10^4$
Gabro	$10^3 - 10^6$
Basalto	$10 - 1.3 \times 10^7$
Peridotita	3×10^3 (h) - 6.5×10^3 (s)
Roca Metamórfica:	
Hornfels	8×10^3 (h) - 6.0×10^7 (s)
Gneiss	6.8×10^4 (h) - 3.0×10^8 (s)
Mármol	$10^2 - 2.5 \times 10^8$ (s)
Roca Sedimentaria:	
Arcillas consolidadas	100 - 1000
Conglomerados	1000 - 10000
areniscas	$1 - 6.4 \times 10^5$
Calizas	$50 - 10^7$
Dolomitas	350 - 5000
Margas	3- 70
Lutita	1 - 100

Fuente: Applied Geophysics, W.M. Telforrd, L.P. Geldart, R.E. Sheriff.

2.3.2 Trabajos De Campo

En el área investigada se han realizado 04 sondeos eléctricos Verticales, con tendidos de líneas de emisión AB/2 hasta 300m.

Las coordenadas UTM (WGS 84) de los sondeos se presentan en el Cuadro N° 2.02.

Cuadro N° 2.02: Ubicación de los SEV

SEV	COORDENADAS UTM WGS 84	
	NORTE (m)	ESTE (m)
1	217217	8779740
2	217276	8779578
3	217398	8779708
4	217440	8779530

Fuente: Elaboración Propia

El equipo utilizado en la ejecución del SEV fue un Georesistivímetro conformado por dos multímetros digitales que funcionan como receptores del amperaje y voltaje. Un transmisor de corriente continua que tiene una potencia de salida de 200 watts y un voltaje de 600 voltios.

Como accesorios se utilizó 02 bobinas con cables AB de 500m de longitud cada uno, 02 bobinas con cables MN de 60m cada uno, un GPS, 10 electrodos acerados.

2.3.2 Trabajos De Gabinete

La información de los SEVs, han sido procesada e interpretada inicialmente mediante la comparación interactiva con curvas patrón de Ernesto Orellana y Harold M. Mooney y posteriormente mediante un software especializado de resistividad eléctrica: IPI 2WIN.

Los resultados de la interpretación de los SEVs se muestran en el cuadro de resultados que permitirán generar las secciones Geoeléctricas de la zona prospectada, a su vez, estos resultados fueron contrastados con la información geológica cuyo resultado reflejarán las características del lugar investigado, obteniéndose de esta manera el espesor y la resistividad de los horizontes que lo conforman y la profundidad a la que se encuentran.

2.3.3 Análisis De Resultados

El resultado del estudio se presenta en el Cuadro N° 2.03, en el cual se indican los espesores y las resistividades de los horizontes encontrados.

Cuadro N° 2.03: Resultados de la interpretación Cuantitativa de los SEV

SEV N°	UNIDADES	HORIZONTE GEOELÉCTRICO				
		1	2	3	4	5
1	R=Resistividad (Ohm.m)	22.1	299	57.8	317	
	h=Espesor (m)	0.49	18.7	27		
2	R=Resistividad (Ohm.m)	69.1	524	103	39.8	121
	h=Espesor (m)	1.78	11.8	11.2	51.2	
3	R=Resistividad (Ohm.m)	142	2458	280	40.4	256
	h=Espesor (m)	0.96	1.74	34.5	56.3	
4	R=Resistividad (Ohm.m)	156	349	239	33.6	356
	h=Espesor (m)	1.04	8.15	32.2	71.4	

Fuente: Elaboración Propia

El área de estudio está conformado por 04 horizontes, en los cuales el segundo y tercer horizonte está conformado por una secuencia de capas de clastos medios a finos que se encuentran en estado saturado y factible de ser explorada y explotada. El primer y cuarto horizonte se encuentra en estado no saturado.

El tipo de acuífero en el área de estudio es libre y su espesor saturado varía de 31.2m a 98.0m. El espesor total del terreno suelto varía de 46.2m a 113.0m.

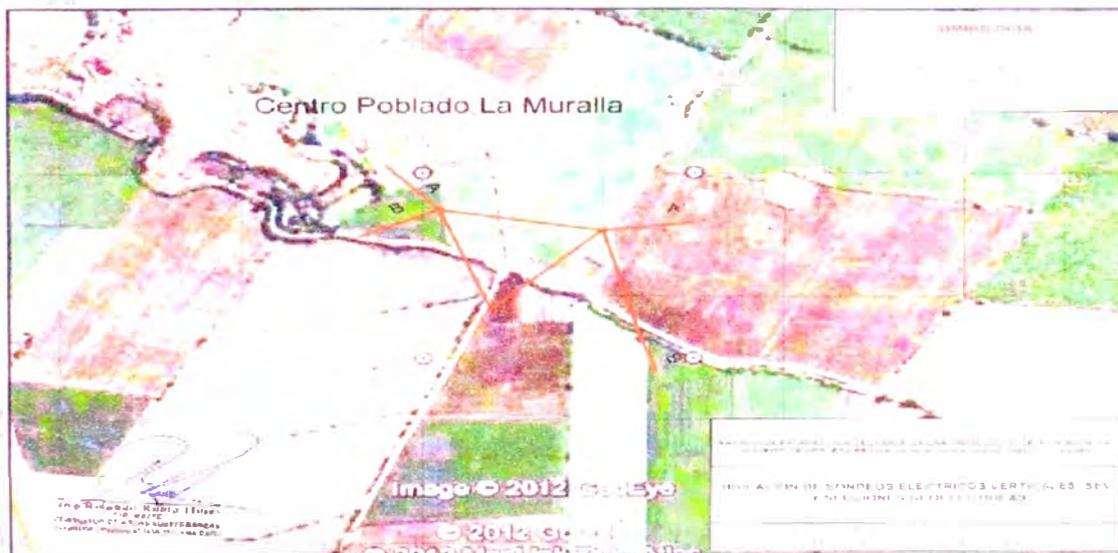


Figura N° 2.06: Puntos de ubicación de SEVs

Fuente: Estudio de prospección Geofísica – La Muralla

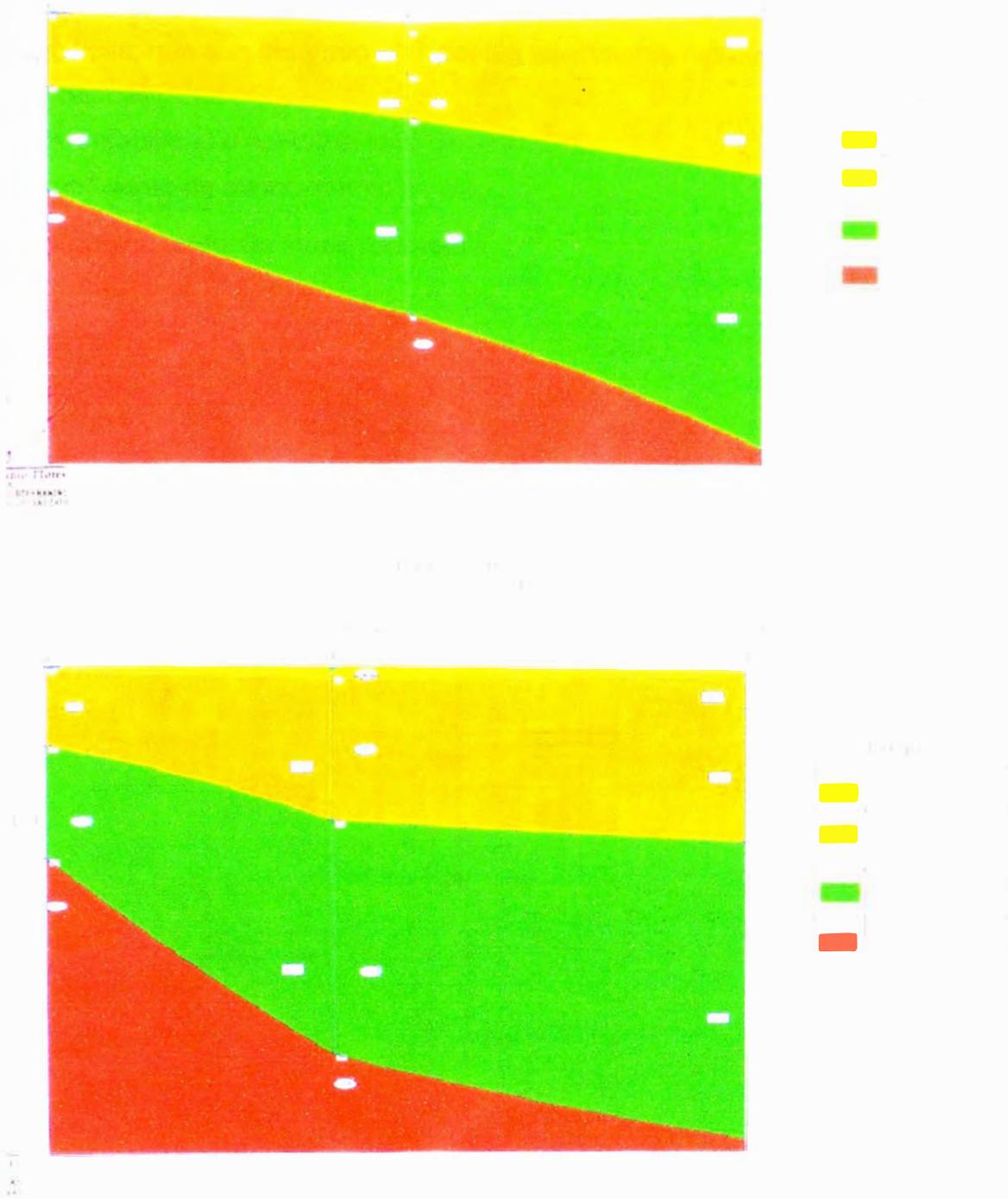


Figura N° 2.07: Secciones Geoeléctricas Verticales
Fuente: Estudio de prospección Geofísica – La Muralla

2.4. ESTUDIO DE PARAMETROS DE POZO EXISTENTE

Todo acuífero es evaluado por su capacidad de almacenamiento y la aptitud para transmitir agua, siendo por ello importante definir las características hidráulicas; que son determinadas por los parámetros hidráulicos siguientes:

- Transmisividad (T)
- Permeabilidad ó conductividad hidráulica (K)
- Coeficiente de almacenamiento (s)

2.4.1 Información De Pozo Existente

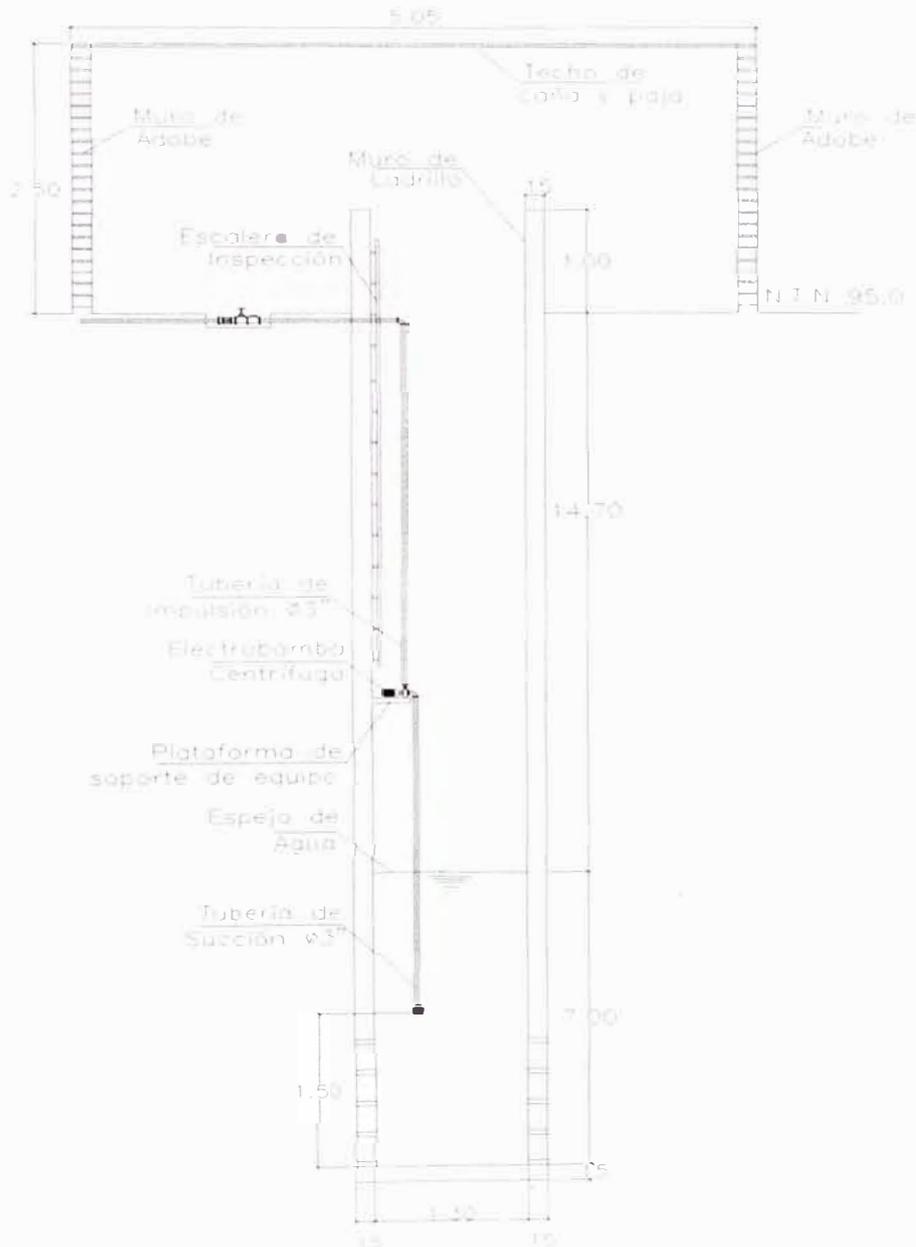


Figura N° 2.08: Esquema de Pozo Existente.

Fuente: Elaboración propia

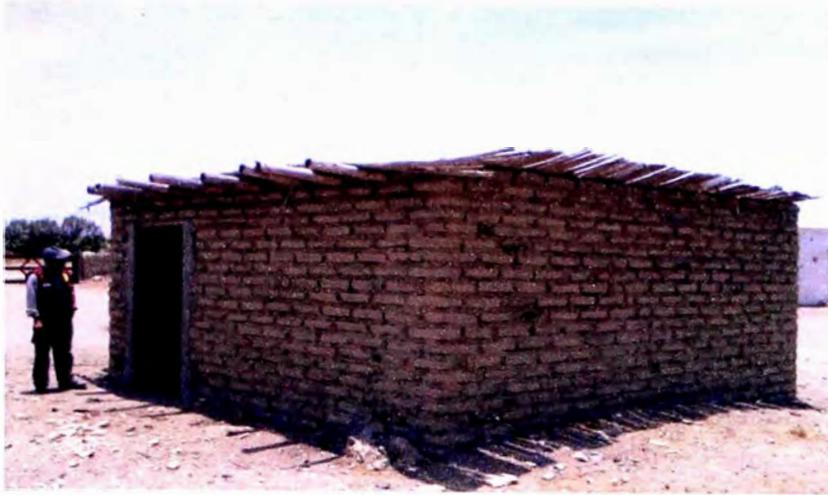


Foto 2.01: Caseta de Estación de Bombeo

Fuente: Elaboración propia

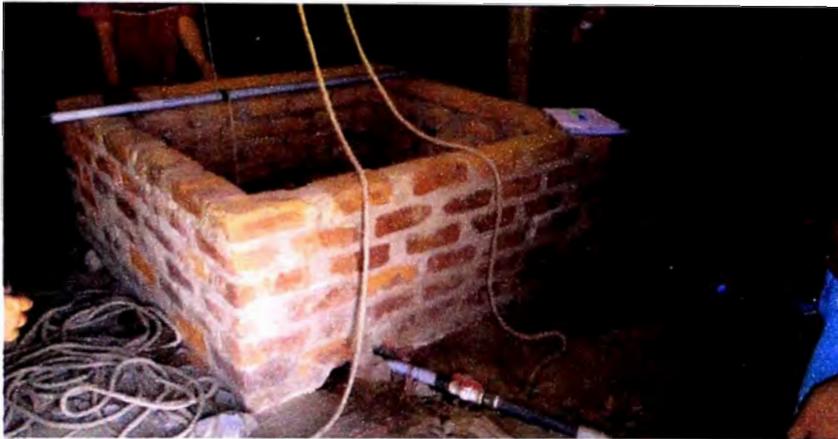


Foto 2.02: Parapeto de Pozo Existente.

Fuente: Elaboración propia



Foto 2.03: Pozo Existente.

Fuente: Elaboración propia

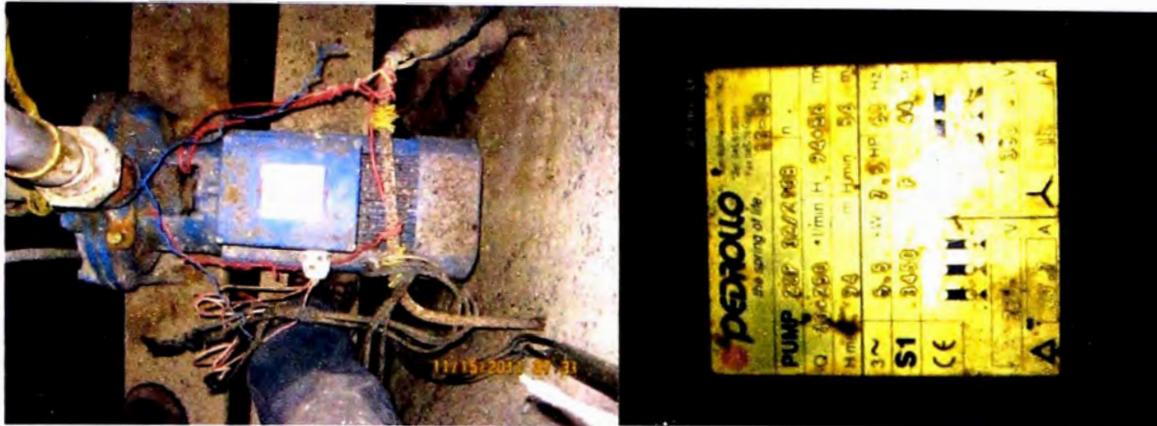


Foto 2.04: Electrobomba Pedrollo de 7.5HP.

Fuente: Elaboración propia

2.4.2 Información De Reservorio Apoyado Existente

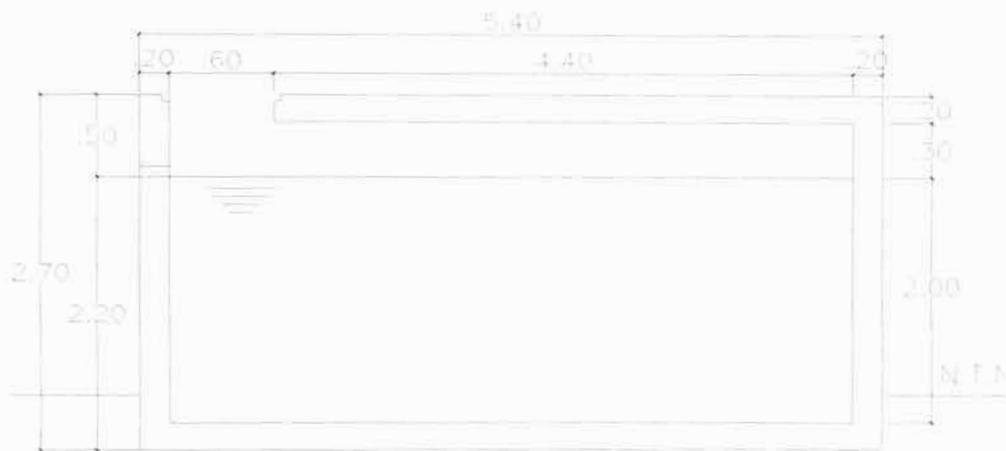


Figura N° 2.09: Reservorio Apoyado (medidas interiores: 5.0x6.0x2.3m)

Fuente: Elaboración propia



Foto 2.05: Reservorio Apoyado

Fuente: Elaboración propia

2.4.3 Prueba De Bombeo Y Recarga En Pozo Existente

Para obtener los parámetros de transmisibilidad del acuífero se realizó una prueba de bombeo y recarga en el pozo existente en el Centro Poblado “La Muralla”, obteniéndose la siguiente información.

Volumen Obtenido en Reservorio Apoyado.- Se realizó prueba de medición en reservorio de almacenamiento existente, midiendo la altura de llenado del reservorio a partir de un nivel existente de agua que en este caso fue de 1.20m.

Hora	Altura (m)	Δt (min.)	Δh (m)	$\Delta vol.$ (m3)	Δt Acum. (min.)	$\Delta vol.$ Acum.(m3)
07:48	0.80	00:02	0.010	0.30	00:02	0.300
07:50	0.79	00:03	0.010	0.30	00:05	0.600
07:53	0.78	00:05	0.030	0.90	00:10	1.500
07:58	0.75	00:05	0.040	1.20	00:15	2.700
08:03	0.71	00:05	0.020	0.60	00:20	3.300
08:08	0.69	00:02	0.020	0.60	00:22	3.900
08:10	0.67	00:02	0.010	0.30	00:24	4.200
08:12	0.66	00:02	0.015	0.45	00:26	4.650
08:14	0.65	00:01	0.005	0.15	00:27	4.800
08:15	0.64	00:02	0.010	0.30	00:29	5.100
08:17	0.63	00:04	0.030	0.90	00:33	6.000
08:21	0.60					
Δt total=		00:33	ΔV total=		6.00	

Nota:

Se extrajo **6.00 m³** de agua del pozo en **33 min** de operación de la electrobomba, estos valore serán proyectados a un tiempo de bombeo de **2 horas**.

Volumen extraído en 2 horas: **21.82** m³

Medidas interiores de reservorio apoyado

Largo=	6.00	m
Ancho=	5.00	m
Altura=	2.00	m
Capacidad de almacenamiento:	60	m ³
Caudal:	0.008	m ³ /s

Recuperación del Nivel de Agua en el Pozo.- La altura deprimida de agua en el pozo, luego de 02 horas de haber iniciado la prueba de bombeo fue de 1.18m inmediatamente después se realizó las mediciones de las alturas para registrar las alturas de recuperación en cada diferencial de tiempo.

FECHA: 15/11/2011	TIEMPO			Altura Recuperada (m)
	Inicio	Termino	Δt (min.)	
t_0	09:35		0	0
t_1	09:35	09:43	8	0.5
t_2	09:35	09:47	12	0.82
t_3	09:35	09:50	15	0.92
t_4	09:35	09:53	18	1.02
t_5	09:35	09:57	22	1.09
t_6	09:35	10:00	25	1.18

2.4.4 Parámetros Hidráulicos

Los parámetros hidráulicos mencionados, se tomarán del estudio de “**Inventario y Monitoreo de las Aguas Subterráneas en el Valle de Huaura**” realizado por **INRENA** en diciembre del año 2005, el cual en su **Capítulo 7: Hidraulica Subterránea**, menciona los valores siguientes para la **Zona I Huaura - Vegueta**:

- Transmisividad (T) : **0,41 a 2,29 x 10⁻² m³/s/m**
- Permeabilidad (K) : **2,75 a 15,36 x 10⁻⁴ m/s**
- Coeficiente de almacenamiento (s) : **1,15 %**

Los parámetros hidráulicos obtenidos indican que el acuífero en esta zona presenta de buena a aceptables condiciones hidráulicas y que corresponde a un acuífero libre.

2.5. ESTUDIO DE CALIDAD DE AGUA

2.5.1 El Agua

Composición de Aguas Naturales

Desde el punto de vista de Salud Pública, es importante determinar los elementos químicos que contiene un agua y que son dañinos para la salud de los consumidores, asimismo el estudio de la polución microbiana o examen bacteriológico, determina la calidad del agua.

Las aguas superficiales, al discurrir sobre la superficie del terreno sobre todo en la cercanía de los centros poblados, se contaminan con materias orgánicas, siendo necesario determinar el grado de contaminación.

Esto nos demuestra que el agua constituye uno de los más importantes vehículos en la transmisión de enfermedades dado su fácil contaminación y su necesario consumo.

El 97% del agua en el mundo se encuentra en los océanos 2.15 % solidificada en las casquetes polares, 0.3% se encuentra profundamente confinado en la tierra 0.4% distribuida en los ríos, lagos y manantiales y subsuelos.

2.5.2 Agua Para Consumo Humano

Es toda agua inocua para la salud que cumple los requisitos de calidad establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

Parámetros Microbiológicos y otros organismos.- Toda agua destinada para el consumo humano, debe estar exenta de:

1. Bacterias coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli*
2. Virus
3. Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos
4. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépedos, rotíferos y nemátodos en todos sus estadios evolutivos
5. Para el caso de Bacterias Heterotróficas menos de 500 UFC/ml a 35°C.

Parámetros de Calidad Organoléptica.- El noventa por ciento (90%) de las muestras tomadas en la red de distribución en cada monitoreo establecido en el plan de control, correspondientes a los parámetros químicos que afectan la calidad estética y organoléptica del agua para consumo humano, no deben exceder las concentraciones o valores señalados. Del diez por ciento (10%) restante, el proveedor evaluará las causas que originaron el incumplimiento y tomará medidas para cumplir con los valores establecidos.

Cuadro N° 2.04: Límites Máximos de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 ml a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 ml a 44.5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales	UFC/100 ml a 44.5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/ml a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helminthos (gusanos) y protozoos de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / ml	0
7. Organismos de vida libre como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos en estado sus etapas evolutivas	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias
(*) En caso de analizar por la técnica de (IMP) por tubos múltiples =< 1.6 /100 ml

Fuente: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, MINSA.

Cuadro N° 2.05: Límites Máximos de Parámetros de Calidad Organoléptica

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCM escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6.5 a 8.5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1.500
7. Sólidos totales disueltos	mg/L	1.000
8. Cloruros	mg Cl/L	250
9. Sulfatos	mg SO ₄ /L	250
10. Dureza total	mg CaCO ₃ /L	500
11. Amonio	mg N/L	1.5
12. Hierro	mg Fe/L	0.3
13. Manganeso	mg Mn/L	0.4
14. Aluminio	mg Al/L	0.2
15. Cobre	mg Cu/L	2.0
16. Zinc	mg Zn/L	3.0
17. Sodio	mg Na/L	200

UCM = Unidad de color verdadero
UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Fuente: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, MINSA.

Parámetros de Control Obligatorio (PCO).- Son parámetros de control obligatorio para todos los proveedores de agua, los siguientes:

1. Coliformes totales
2. Coliformes termotolerantes
3. Color
4. Turbiedad
5. Residual de desinfectante
6. PH.

En caso de resultar positiva la prueba de coliformes termotolerantes, el proveedor debe realizar el análisis de bacterias *Escherichia coli*, como prueba confirmativa de la contaminación fecal.

2.5.3 Contaminación Del Agua

A medida que el agua es requerida por el hombre, para satisfacer sus necesidades, domésticas, agrícolas, industriales, ella es interceptada en cualquiera de sus 3 estados y luego de ser utilizado es descargada siguiendo su curso.

Esta acción aparte de interrumpir el normal movimiento del agua contribuye a deteriorar su calidad al incorporarle sustancias extrañas utilizadas en los diferentes procesos para lo cual esté requerido.



Figura N° 2.10: Esquema de Contaminación de Agua Subterránea

Fuente: Internet

2.5.4 Contaminantes Más Comunes

Contaminantes Físico Químicos:

Plomo.- Es un veneno acumulativo, el plomo se halla presente en aguas contaminadas con relaves de minas, así como en aguas residuales provenientes de laboratorios e industrias, tuberías de plomo deterioran el agua en concentraciones dañan el organismo y producen envenenamiento llamado saturnismo.

Arsenio, Mercurio, Cianuro, Cadmio.- Son contaminantes tóxicos sumamente peligrosos, teniendo en su mayoría efectos mortales, cuando la concentración es mayor al estipulado en el reglamento oficial para aguas de consumo humano.

Fluor, Cloro, Bromo, Yodo.- Son agentes oxidantes, por su acción tóxica, son usados para eliminar la acción nociva de microorganismos presentes en el agua. En concentraciones mayores al reglamento oficial, intoxica a las personas.

Contaminante microbiológico:

1. Salmonella Típhi, bacilo productor de la fiebre tifoidea.
2. Serotipos de salmonella, productores de la salmonelosis.
3. Virus de hepatitis, origina la hepatitis infecciosa.
4. Bacilos disentéricos, shiguella Dysenteriae, shiguella flexner, shiguella boydii, shiguella sonnei que causan diferentes tipos de disenterías.
5. Schistosoma mansoni, Haematobium, japonicense, parásitos que son productores de la esquistosomiasis.
6. Guardia lamblia, Protozoario flagelado, produce la enfermedad giardiasis.

2.5.5 Principales Enfermedades Hídricas

Salmonellosis.- Es una enfermedad infecciosa aguda de inicio súbito con dolores abdominales, diarreica, náuseas, vómitos, y fiebre, su transmisión es la a través de alimentos y agua contaminada con heces de personas o animales.

- Reservorio: Animales domésticos y silvestres, también la persona enferma.

Hepatitis.- Es una enfermedad que se presenta con fiebre malestar general, anorexia, náuseas, malestar abdominal seguida a los pocos días de ictericia, la gravedad varía desde afecciones leves que duran de 1 a 2 semanas. Es una enfermedad grave e incapacitante que continua durante varios meses. La

transmisión puede ser directa o indirecta, por indigestión de agua contaminada u otros alimentos contaminados.

- Reservorios: Es el hombre

Disenterías.- Infección bacterianas agudas del intestino, caracterizada por diarreas, acompañado de fiebre y con frecuencia vómitos, cólicos y tenesmo, en los casos graves, las heces pueden contener sangre, moco y pus.

- La transmisión puede ser directa e indirectamente por ingestión de alimentos contaminantes o consumo de agua, leche, contaminados.

- Reservorios: Es el hombre, los animales domésticos puede albergar y diseminar el organismo casual.

Hidatidosis.- Esta enfermedad es causada por lo presencia de quistes voluminosos de una tenia, los síntomas dependen de la localización y el tamaño del quiste. Que constituye la fase larvaria de echinococcus, cuya forma adulta se encuentra como huésped de los perros.

- La transmisión es mediante ingestión de huevos infectantes que se encuentran en alimentos y en el agua contaminada con gérmenes patógenos.

- Reservorios: son carnívoros infectados con los vermes adultos, especialmente el perro, lobo y otros cánidos.

Giardiosis.- Infección del intestino delgado, producido por un protozooario, con frecuencia Asintomática, pero que está asociada con un gran variedad de diarreas, en las infecciones intensas puede haber cólicos abdominales y timpanismo, anemia, fatiga y pérdida de peso.

- La transmisión es a través de agua contaminada.

- Reservorio: es el hombre.

Esquitosomiasis.- Enfermedad producida por trematodos, en los cuales los gusanos adultos machos y hembras, viven en los venas del huésped.

- La transmisión se adquiere por contacto de aguas contaminadas con larvas o provenientes de los caracoles.

- Reservorio principal: es el hombre, perros, gatos, etc.

Fiebre Tifoidea.- Enfermedad infecciosa generalizada, que se caracteriza por fiebre continua, malestar general, anorexia, pulso lento, invasión de los tejidos

linfoideos, ulceración de las placas de Peyer, esplenomegalia, manchas rosadas en el tronco y estreñimiento más común que diarrea.

- La transmisión puede ser por contacto directo o indirecto con las heces fecales u orina de un paciente o un portador, el agua, los alimentos.
- Reservorio: es el hombre, paciente o portador.

2.5.6 Análisis De Resultados

Se tomaron 02 muestras de 1litro de agua cada una, la primera corresponde a la muestra tomada directamente del pozo y la segunda de una de las viviendas del Centro Poblado. Ambas se llevaron al laboratorio y se obtuvieron los siguientes valores:

Cuadro N°2.06: Resultados de Laboratorio

MUESTRA / ANALISIS	CLORURO S (PPM)	SULFATOS (PPM)	MATERIA ORGANICA (PPM)	ALCALINIDAD (PPM)	PH
MUESTRA N° 01	47	1768	1.79	36	7.69
MUESTRA N° 02	45	1894	1.76	38	7.54
VALORES ADMISIBLES	250	250	3.0	25	6.5-8.5

Fuente: Laboratorio Químico FIC.

Los resultados del análisis de laboratorio se encuentran adjuntos como Anexo al presente informe.

El agua de la fuente subterránea existente en el Centro Poblado La Muralla, se considera apta para el consumo humano, pero previamente será tratada con cloro antes de la entrada hacia el tanque elevado proyectado.

CAPITULO III

CAPITULO III: DISEÑO DE NUEVO POZO Y SISTEMA DE IMPULSION

3.1. DEMANDA REQUERIDA DE AGUA POTABLE

3.1.1 Calculo De La Población De Diseño

El cálculo de la población de diseño lo hacemos de acuerdo al método aritmético, usado para poblaciones rurales con áreas potenciales de crecimiento

$$P = P_o \times (1 + r \cdot t)$$

Donde:

P_o: Población actual (**Ver Anexo N° 01**)

r: Tasa de crecimiento (2.5% anual, según Ministerio de Salud; Coeficiente de Crecimiento Líneal por Departamento).

t: Periodo de diseño, 20 años.

$$P_o = P_{2011} = 454 \text{ hab}$$

$$r = 2.5\%$$

$$t = 20 \text{ años}$$

$$P_{2031} = \mathbf{681 \text{ hab.}}$$

3.1.2 Calculo Del Caudal Promedio

$$Q_p = P \times D / 86400$$

Donde:

Q_p: Caudal promedio en l/s

P: Población de diseño

D: Dotación l/hab/día, que de acuerdo de a la norma **OS.100**, Información Básica, se estima una dotación de 150 l/hab/día para climas templados a cálidos, adicionalmente se está considerando un consumo de 50 l/hab/día por una escuela primaria y centro de salud dentro del Centro Poblado La Muralla.

$$Q_p = P \times D / 86400$$

$$P = 681 \text{ hab}$$

$$D = 200 \text{ l/hab/día}$$

$$Q_p = \mathbf{1.58 \text{ l/s}}$$

3.1.3 Calculo Del Caudal Máximo Horario

Se define como la hora de máximo consumo, se relaciona con el caudal promedio mediante el factor $K_2 = 2.5$ y servirá para diseñar la red de distribución y la línea de aducción.

$$Q_{mh} = 2.5 \times Q_p$$

$$Q_{mh} = 2.5 \times 1.58$$

$$Q_{mh} = 3.95 \text{ l/s}$$

3.1.4 Calculo Del Caudal Máximo Diario

Se define como el día de máximo consumo de una serie de registros durante los 365 días del año.

$$Q_{md} = 1.3 \times Q_p$$

$$Q_{md} = 1.3 \times 1.58$$

$$Q_{md} = 2.05 \text{ l/s}$$

3.1.5 Calculo Del Caudal De Bombeo

Bombeo a un tanque de almacenamiento.- Cuando el sistema de abastecimiento de agua incluye reservorio de almacenamiento posterior a la estación de bombeo; la capacidad de la tubería de succión, equipo de bombeo y tubería de impulsión deben ser calculadas con base en el caudal máximo diario y el número de horas de bombeo.

$$Q_b = Q_{md} \cdot 24 / N$$

Donde:

Q_b = Caudal de bombeo, l/s.

Q_{md} = Caudal máximo diario, l/s.

N = Número de horas de bombeo. Se considera 5 horas de bombeo al día.

$$Q_b = 2.05 \times 24 / 5$$

$$Q_b = 9.84 \text{ l/s}$$

Bombeo directo a la red de distribución.- Cuando el bombeo se realiza directamente a la red de distribución, el caudal de bombeo será igual al caudal máximo horario. El sistema de bombeo debe ser regulado por un sistema automático de las presiones máximas y mínimas para evitar roturas de en la red y/o áreas de subpresión.

3.2. DISEÑO DE NUEVO SISTEMA DE IMPULSION Y SUS COMPONENTES

3.2.1 Selección De Diámetro De Tubería

Pérdidas de Carga por Accesorios:

Cuadro N°3.01: Valores de Pérdidas de Carga en Accesorios

ACCESORIO	CANTIDAD	k	k _{total}
Codo 90°	3	0.9	2.7
Valvula check	1	2.5	2.5
Valvula compuerta	1	0.2	0.2
Unión dresser	2	0.4	0.8
Manometro	2	2.5	5.0
Valvula de aire	1	0.25	0.25
		Suma=	11.45

Fuente: Elaboración Propia

Datos de Diseño:

Caudal medio diario:	Qmd=	2.05	l/s
	k=	1.3	
Número de horas de bombeo:	N=	5.0	horas
Caudal de bombeo:	Qb=	0.0098	m ³ /s
Coefficiente hazen y williams:	C=	130.0	acero
Longitud de tubería de impulsión	L=	225.0	m
Altura de aspiración:	hs=	1.7	m
Altura de descarga:	hd=	34.0	m
Longitud total de tubería:	Lt=	260.7	m
Eficiencia de la bomba:	nb=	78.0	%
Eficiencia del motor:	nm=	83.0	%
	nc=	64.7	%
Densidad del líquido:	ρ=	1000.0	kg/m ²
Modulo de elasticidad del agua:	ε=	2000000000	N/m ²
Modulo de elasticidad de tubería:	E=	210000000000	N/m ²
Periodo de diseño:	n=	20	años

Pérdida de Carga en Tubería:

Diametro de tubería:	D(pulg.)=	3.0	3.5	4.0
Espesor de tubería:	e (mm)=	5.49	5.74	6.02
Velocidad media de flujo:	V(m/s)=	2.16	1.60	1.21
Pendiente de la línea de energía:	S=	0.07	0.03	0.02
Perdida de carga por fricción:	Hf(m)=	15.68	7.62	3.87
Perdida de carga local:	Hf(m)=	2.72	1.50	0.86
Perdida de carga total:	Hf tot(m)=	18.40	9.12	4.73
Altura geométrica:	hg(m)=	35.70	35.70	35.70

Potencia de la Bomba:

Altura dinámica total:	HDT(m)=	56.10	46.82	42.43
Potencia de consumo:	Pc (HP) =	9.44	7.87	7.14
Potencia instalada:	Pi (HP) =	11.37	9.49	8.60

Carga de Sobrepresión por Golpe de Ariete:

Velocidad de propagación de onda:	a(m/s)=	1329.1	1320.7	1312.6
Tiempo crítico:	Tc(s)=	0.3	0.3	0.3
Carga por sobre presión:	ΔH_a (m)=	292.34	215.88	162.40
Sobrepresión por golpe de ariete:	Pmáx(m)=	382.51	279.42	213.43

Análisis de Sensibilidad Económica:

Costo de tubería:	C.T (\$/m)=	50.0	53.0	56.0
Costo total de tubería instalada:	C.T.T.I (\$)=	13,035.0	13,817.1	14,599.2
Costo total de equipo instalado:	C.T.E.I (\$)=	11,623.0	9,700.1	8,790.7
Costo anual de operación:	C.A.O (\$)=	1,858.0	1,550.6	1,405.2
Costo anual de mantenimiento:	C.A.M (\$)=	1,000.0	1,000.0	1,000.0
Valor presente de inversiones totales:	V.P.I.T (\$)=	24,658.0	23,517.2	23,389.9
Valor presente de reposiciones totales:	V.P.R.T (\$)=	41,365.6	39,451.8	39,238.3
Valor presente de explotación totales:	V.P.E.T (\$)=	21,347.5	19,051.5	17,965.7
Valor Presente del Costo Total:	V.P.C.T (\$)=	87,371.2	82,020.5	80,594.0

Escogemos el diámetro de tubería conveniente considerando todos sus aspectos tanto técnicos como económicos.

3.2.2 Calculo De La Curva Característica De La Red

Ecuación General de la Red:

$$H_{red} = H_g + P_s + K_{fricción} Q^{1.85} + K_{local} Q^2$$

L=	225.00	m	Longitud de tubería
Hg=	40.00	m	Carga estática o altura geométrica
Ps=	0.50	m	Carga o altura de reserva
D=	0.10	m	Diametro interior de la tubería
C=	130.00		Coficiente de rugosidad Hazen y Williams:
Σk=	11.45		Perdida de cargas local en accesorios

$$K_{fricción} = L / (0.2785.C.D^{2.63})^{1.85}$$

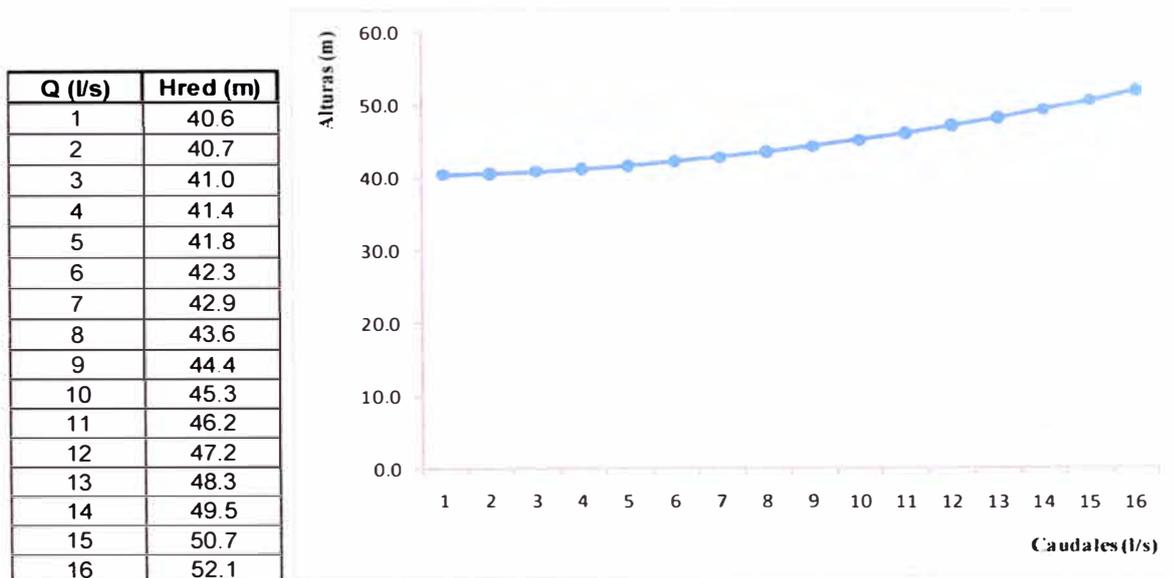
$$K_{fricción} = \mathbf{19593.70}$$

$$K_{local} = (16. \sum k) / 2g. \pi^2 D^4$$

$$K_{local} = \mathbf{8740.31}$$

Reemplazando valores en la ecuación general obtenemos:

$$H_{red} = 40.5 + 19593.70 Q^{1.85} + 8740.31 Q^2$$



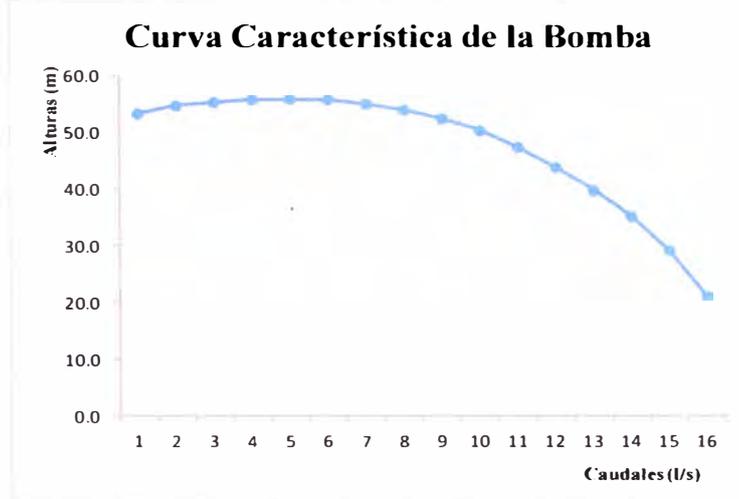
3.2.3 Cálculo De La Curva Característica De La Bomba

De acuerdo a los criterios de selección se ha visto conveniente el uso de un tipo de bomba centrífuga de eje horizontal de succión negativa, los cuales tienen la ventaja de poder ser instaladas en un lugar distinto de la fuente de abastecimiento y de fácil acceso. Por su facilidad de operación y mantenimiento es apropiado para el medio rural, obteniéndose bajo costo de operación y mantenimiento.

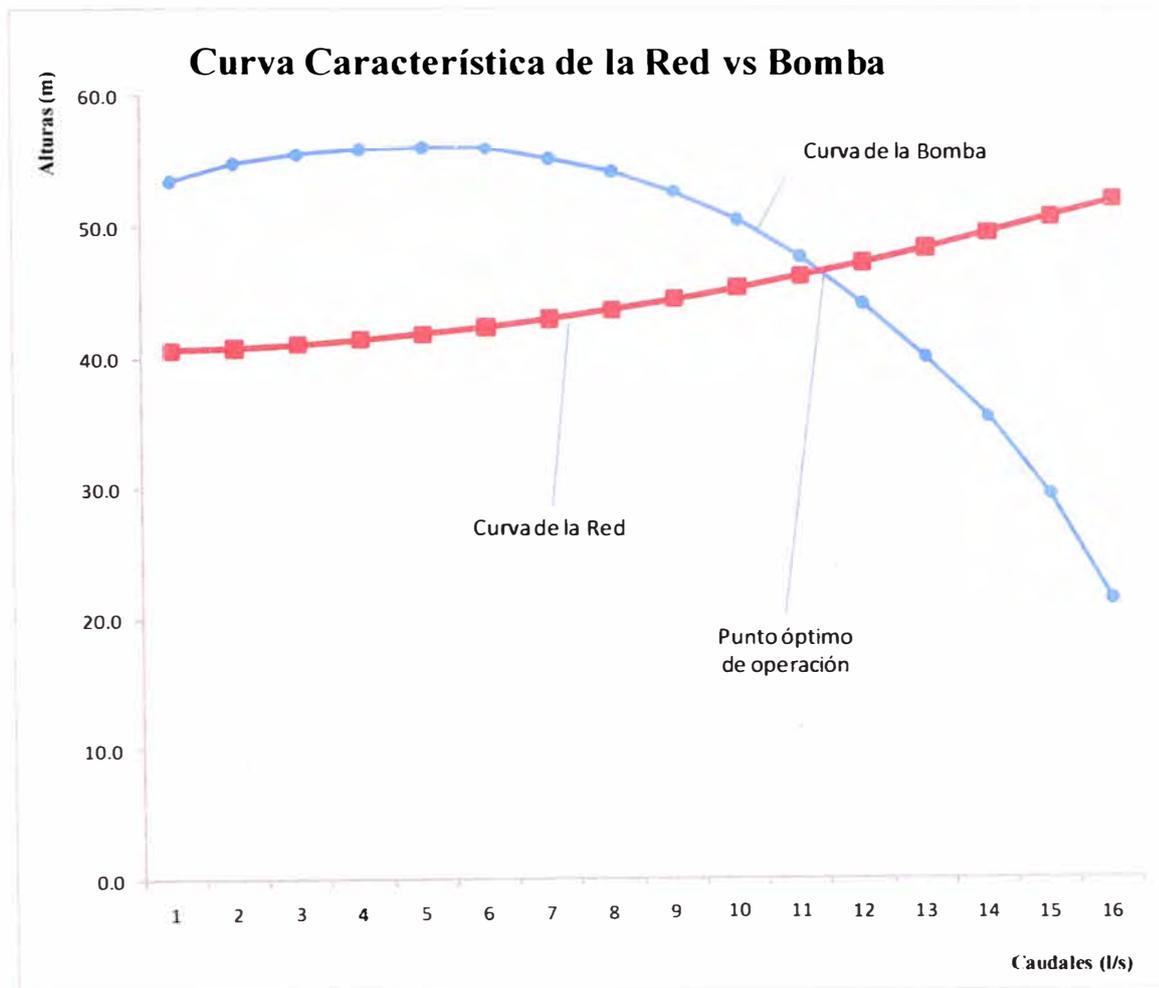
Para este caso se ha escogido la **Electrobomba Centrífuga Monoblock Tipo C 11.5HP**, de la Empresa **Hidrostral**, cuya información técnica se adjunta al presente informe.

BOMBA HIDROSTAL. CENTRIFUGA C1 1/2x2 1/2-11 5HP. n = 3500 RPM, $\eta = 63\%$

Q (l/s)	H (m)
1	53.4
2	54.8
3	55.5
4	55.9
5	56.0
6	55.9
7	55.2
8	54.1
9	52.6
10	50.5
11	47.6
12	44.1
13	40.1
14	35.5
15	29.6
16	21.5



3.2.4 Obtención Del Punto Óptimo De Operación



De la curva encontramos que el cruce de las dos curvas (Bomba y Red) ocurre en el punto **(11.3, 46.0)**. El cual es considerado como el punto óptimo de operación.

3.3. DISEÑO DE NUEVO POZO

Para el diseño del pozo se debe considerar los siguientes aspectos:

3.3.1 Localización Del Pozo

En la construcción de un pozo, es de fundamental importancia su ubicación en relación con posibles fuentes de contaminación. El sitio elegido debe estar en una elevación superior a la de cualquier fuente cercana de contaminación.

Además la distancia mínima con respecto a una posible fuente de contaminación subterránea será en función de las características de las formaciones geológicas. Esta distancia no será menor de 100 m cuando el terreno favorezca el proceso de filtración. En el caso de que las formaciones estén constituidas por grava, calizas, rocas fracturadas, esta distancia debe triplicarse.

En nuestro caso, la posible fuente de contaminación sería una vivienda que se encuentra a **106m** de la ubicación del pozo proyectado.

3.3.2 Excavación

La excavación de pozos a mano fue el único sistema de construcción existente en tiempos pasados, y aún lo es actualmente en lugares donde no ha llegado o no es posible la mecanización.

Los pozos son circulares, se construyen a pala o en algunos casos con equipo mecánico como cucharas del tipo almeja. Cuando los materiales son duros es preciso romper la roca previamente con martillo neumático y/o explosivos.

Para la excavación manual, el pozo debe estar sin agua, debiéndose emplear para ello una bomba de achique apoyada sobre el fondo o introducida en un socavón lateral, para así recoger mejor el agua.

En general los pozos excavados penetran poco bajo el nivel del agua dependiendo de la permeabilidad del terreno y del caudal obtenible con el sistema de achique disponible. La excavación de pozos es muy costosa actualmente, pero puede quedar justificada a veces en alguno de los siguientes casos:

- a) En rocas débilmente fisuradas, en las que al aumentar el diámetro se aumenta la probabilidad de cortar fisuras inclinadas.
- b) En acuíferos muy poco permeables en los que el bombeo va a ser intermitente.

- c) En acuíferos de muy poco espesor, en los que para conseguir una velocidad moderada de entrada del agua es necesario aumentar mucho el diámetro a fin de conseguir una suficiente superficie filtrante.
- d) Cuando en el interior del pozo debe instalarse maquinaria o han de realizarse trabajos que requieren la intervención humana, el diámetro del pozo ha de ser grande y la construcción se ha de realizar por excavación.



Figura N° 3.01: Excavación Pozo

Fuente: Internet



Figura N° 3.02: Excavación Manual de Pozo

Fuente: Internet

El terreno que se encuentra en la zona donde se proyecta el nuevo pozo es material granular en estado semicompacto, y según el estudio de sondaje eléctrico vertical realizado, se está considerando la profundidad mínima de 20m para obtener un buen espesor de agua en el pozo excavado.

3.3.3 Diámetro De Pozo

El diámetro mínimo es aquel que permita el trabajo de un operario en su fondo, o sea de alrededor de 1.5m, aunque a veces supera los 3 m.

En nuestro caso, tomando como referencia estas recomendaciones y la información de pozos existentes, se está considerando un diámetro de 1.5m.

3.3.4 Revestimiento Del Pozo

Los materiales más tradicionales son la piedra y el ladrillo, y recientemente piezas de hormigón prefabricadas que se van colocando a medida que progresa la excavación. La entrada del agua se realiza a través de aberturas en el revestimiento (ladrillos, hormigón con perforaciones, juntas abiertas entre los mismos).

Si el terreno es muy desmoronable se recurre a pozos hincados. Se construyen por medio de anillos de hinca y el revestimiento se va haciendo a medida que avanza la excavación. El descenso se consigue por el propio peso del anillo a medida que se va excavando.

El tipo de revestimiento considerado en el presente informe es de concreto.



Figura N° 3.03: Revestimiento de Pozos

Fuente: Internet

3.3.5 Limitaciones De Los Pozos Excavados

La excavación de pozos presenta limitaciones en cuanto a profundidad alcanzable. Normalmente no se desciende más allá de 20 ó 30 m, aunque no es infrecuente que en rocas poco permeables o con el nivel freático profundo se alcancen 50 ó 100 m.

Es preciso tener en cuenta que a partir de cierta profundidad bajo el nivel freático se puede producir sifonamiento del material no cohesivo de fondo, con peligro para el personal y la maquinaria que trabajan en el pozo.

De acuerdo a todas estas consideraciones de diseño de pozo y el estudio de Sondaje Eléctrico vertical, se ha desarrollado un plano de Sistema de Impulsión **PI-01**, que se encuentra adjunto en el presente documento.

3.4. DISEÑO DE ESTACION DE BOMBEO

Las estaciones de bombeo son un conjunto de estructuras civiles, equipos, tuberías y accesorios, que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la impulsan a un reservorio de almacenamiento o directamente a la red de distribución.

Para diseñar una estación de bombeo de agua potable para poblaciones rurales hasta 2000 habitantes, debemos conocer los siguientes aspectos:

- Fuente de abastecimiento de agua: superficial o subterránea
- Lugar a donde se impulsará el agua: reservorio de almacenamiento o la red de distribución.
- Consumo de agua potable de la población y sus variaciones.
- Características geológicas y tipo de suelo del área de emplazamiento de la cámara de bombeo.
- Nivel de conocimiento de la población que operara el sistema.

3.4.1 Elementos De La Estación De Bombeo

Los componentes básicos de una estación de bombeo de agua potable son los siguientes:

- Caseta de bombeo.
- Cisterna de bombeo.
- Equipo de bombeo.
- Grupo generador de energía y fuerza motriz.
- Tubería de succión.
- Tubería de impulsión.
- Válvulas de regulación y control.
- Interruptores de máximo y mínimo nivel.
- Tableros de protección y control eléctrico.
- Sistema de ventilación, natural o mediante equipos.
- Área para el personal de operación.
- Cerco de protección para la caseta de bombeo.

3.4.2 Ubicación De La Estación De Bombeo

La ubicación de la estación de bombeo debe ser seleccionada de tal manera que permita un funcionamiento seguro y continuo, para lo cual se tendrá en cuenta los siguientes factores:

Topografía.- La alternativa de un terreno con topografía “plana” será la opción que generará menores costos de adecuación del terreno (movimiento de tierra) para albergar a la edificación.

Estudio de Suelos.- Como en cualquier obra de Ingeniería Civil, las solicitudes asociadas al peso de bombas y motores es importante, por lo tanto, antes de seleccionar el Sitio para la Estación de Bombeo, contar la evaluación respectiva del suelo.

Protección contra inundaciones.- En algunos casos el sitio de emplazamiento para la estación podría estar en las márgenes de ríos o cercanos a las costas marítimas, por lo cual se debe considerar la necesidad de estructuras de protección para la instalación. Además de la protección contra inundaciones, se debe tener en cuenta la protección contra deslizamientos, huaycos y crecidas de ríos.

Disponibilidad de servicios.- La necesidad de contar, al menos, con el adecuado suministro de Energía Eléctrica para el funcionamiento de los Equipos de Bombeo, es uno de los principales factores en la Selección del Sitio para la Estación de Bombeo. Por lo tanto es importante que se cuente en las cercanías al sitio con líneas de transmisión de alta tensión desde las cuales, previa solicitud a la empresa de electricidad, se pueda abastecer la demanda eléctrica de los motores e instalaciones de la estación.

Vías de acceso.- Es deseable contar con vías de acceso hasta el sitio seleccionado, a fin de evitar el incremento de costos asociado a la construcción de carreteras de acceso para la Estación de Bombeo. Fácil acceso en las etapas de construcción, operación y mantenimiento.

Otros aspectos muy importantes son la protección de la Calidad del Agua de fuentes contaminantes y la eficiencia hidráulica del sistema de impulsión o distribución.

La estación de bombeo se encuentra en el mismo lugar del pozo proyectado.

3.4.3 Caseta De Bombeo

El dimensionamiento de la caseta de bombeo debe ser adecuado para albergar el total de los equipos necesarios para la elevación del agua. Cuando fuese necesario, la caseta albergará los dispositivos de maniobra y desinfección. Debe permitir facilidad de movimientos, mantenimiento, montaje, desmontaje, entrada y salida de los equipos.

El dimensionamiento de la caseta dependerá del tipo de bomba que se emplee. Los casos más comunes son:

- a) Cuando se emplean bombas estacionarias de eje horizontal y de eje vertical: estarán albergadas en la caseta de bombeo, junto con los motores, generadores, tableros, circuitos y válvulas de accionamiento necesarias.
- b) Cuando se empleen bombas sumergibles: la caseta de bombeo servirá para alojar los circuitos y tablero de control, eventualmente el generador y válvulas de accionamiento de la línea de impulsión.

Las dimensiones de la sala de bombas deben permitir igualmente facilidad de movimiento, mantenimiento, montaje, desmontaje, entrada y salida de los equipamientos y además abrigar, cuando fuere el caso, los dispositivos de servicio para maniobra y movilización de las unidades instaladas. Se debe considerar:

- a) El espacio libre para la circulación en torno a cada bomba, debe preverse de preferencia con un valor mayor a 1,50 m pero no menor a 1,0 m. En el caso de bombas de escurrimiento axial, la distancia mínima es de tres diámetros de la bomba.
- b) Todos los accesos a la sala de bombas deben situarse a un mínimo de 1,0 m por encima de nivel máximo del pozo de succión, si fuera el caso.
- c) Cuando la sobre elevación del piso de la sala de bombas fuera menor que 1,0 m con relación al nivel máximo de agua en el pozo de succión, el asentamiento de la misma debe ser hecho como para una instalación sujeta a inundación.

d) En el caso que el piso de la sala de bombas se localizase por debajo del nivel máximo de agua en el pozo de succión, deben ser previstas bombas de drenaje. La superficie de la sala de bombas deberá ser establecida tomando en cuenta el tamaño del pozo de succión, y las dimensiones complementarias deben ser estudiadas a fin de posibilitar una buena distribución, minimizando la construcción civil.

Considerando las recomendaciones, la caseta de bombeo tendrá un área de 5.0m de ancho, 5.0m de largo y 2.6m de altura libre.

CAPITULO IV

CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Con la ayuda de los estudios básicos de topografía se ha determinado la mejor ubicación de la nueva fuente de agua, con los estudios de calidad de agua se determinó si el agua es apta para consumo humano, con los estudios de mecánica de suelos se ha podido caracterizar el tipo de suelo preponderante en la zona por donde pasará la tubería de impulsión.

Es importante realizar el estudio de sondaje eléctrico vertical el cual ha permitido la ubicación y determinación de la profundidad del nivel freático de agua subterránea.

Se ha seleccionado la mejor opción de apertura de nuevo pozo, diseño del mismo y del sistema de impulsión teniendo en cuenta aspectos técnicos, económicos y de impacto social para que toda la población involucrada se vea beneficiada con este nuevo sistema.

Ha sido posible plantear una nueva fuente y la producción de agua de esta garantiza el abastecimiento continuo.

El agua de la fuente subterránea existente en el Centro Poblado La Muralla, se considera apta para el consumo humano, pero previamente será tratada con cloro antes de la entrada hacia el tanque elevado proyectado.

4.2. RECOMENDACIONES

Es necesario seleccionar con cuidado el lugar de emplazamiento del pozo, poniendo atención a la posible existencia de fosas sépticas, corrales, alcantarillados, desagües, etc.

Durante las operaciones de construcción, las propias manipulaciones inherentes a la misma pueden provocar contaminaciones. Y, evidentemente, durante el funcionamiento del pozo será necesario también adoptar medidas de protección.

La ubicación del nuevo pozo, requiere mantener protección y seguridad tanto interna como externa para que esta nueva infraestructura tenga las garantías de no ser contaminada ni afectada por sustancias de su equipamiento.

Es importante el tratamiento con cloro al agua que se extraerá del pozo proyectado, eso con el objetivo de darle la potabilidad necesaria para el consumo humano final.

BIBLIOGRAFIA

Azevedo Netto y Acosta; **Manual de Hidráulica**; Editorial Harla S.A.; Sao Paulo, 1975.

Custodio Gimena Emilio / Manuel Ramón Llamas Madurga, **Hidrología Subterránea**; Editorial Omega; Barcelona 1976.

Dirección General de Salud Ambiental - Ministerio de Salud; **Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano**; Lima – Perú, 2011.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; **Reglamento Nacional de Edificaciones**; Lima – Perú, Setiembre 2008.

Ministerio de Salud, Dirección General de Salud Ambiental; **Reglamento de la calidad del Agua para Consumo Humano**; Lima – Perú, Febrero 2011.

Robert L. Mott; **Mecánica de Fluidos, Sexta Edición**; Editorial Prentice Hall Hispanoamérica S.A.; México 2006.

Juan G. Saldarriaga V.; **Hidráulica de Tuberías**, Editora Emma Ariza H.; Colombia 2001.

ANEXOS

ESTUDIO DE ANALISIS DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

LABORATORIO QUIMICO FIC

El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra

**SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VEGUETA
"CURSO DE TITULACION GRUPO 6"**

REGISTRO: LQ 11-546

PROYECTO: "SANEAMIENTO AGUA Y DESAGUE"

UBICACION: CENTRO POBLADO LA MURALLA-VEGUETA-HUAURA

TIPO DE MUESTRA: Agua

Fuente: Agua de Tanque Reservoirio de distribución

Ubicación: G 6 Tanque

Hora: 5.00p.m.

Fecha:29-10-11

FECHA DEL INFORME: 15 DE NOVIEMBRE DEL 2 011

ANALISIS DE :	CLORUROS NTP: 339.177- 2002 ppm	SULFATOS NTP: 339.178- 2002 ppm	MATERIA ORGANICA NTP:339.072 1982 ppm	ALCALINIDAD NaHCO ₃ NTP: 334.051 ppm	pH NTP: 339.073. 1982
Agua Fuente: Agua de Tanque Reservoirio de distribución Ubicación 6 Tanque Hora: 5.00p.m. Fecha:29-10-11	47	1 768	1.79	36	7,60

CARMEN M.REYES CUBAS
ING.ANALISTA DEL LABORATORIO
Lab. Químico de la FIC-UNI

ROSA ALTAMIRANO MEDINA
ING. JEFE DEL LABORATORIO
Lab. Químico de la FIC-UNI

El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

LABORATORIO QUIMICO FIC

**SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VEGUETA
"CURSO DE TITULACION GRUPO 6"**

REGISTRO: LQ 11-545

PROYECTO: "SANEAMIENTO AGUA Y DESAGUE"

UBICACION: CENTRO POBLADO LA MURALLA-VEGUETA-HUAURA

TIPO DE MUESTRA: Agua

Fuente: Agua de Vivienda

Ubicación: G 6 Vivienda

Hora: 5.00p.m.

Fecha:29-10-11

FECHA DEL INFORME: 15 DE NOVIEMBRE DEL 2 011

ANALISIS DE :	CLORUROS NTP: 339.177-2002 ppm	SULFATOS NTP: 339.178-2002 ppm	MATERIA ORGANICA NTP:339.072 1982 ppm	ALCALINIDAD NaHCO ₃ NTP: 334.051 ppm	pH NTP : 339. 073. 198 2
Agua Fuente: Agua de Vivienda Ubicación: G 6 Vivienda Hora: 5.00p.m. Fecha:29-10-11	45	1 894	1.76	38	7,54

CARMEN M.REYES CUBAS
ING.ANALISTA DEL LABORATORIO
Lab. Químico de la FIC-UNI

ROSA ALTAMIRANO MEDINA
ING. JEFE DEL LABORATORIO
Lab. Químico de la FIC-UNI

ESPECIFICACIONES TECNICAS ELECTROBOMBA CENTRIFUGA HIDROSTAL



C1 1/2x2-5.7T

ELECTROBOMBA CENTRIFUGA MONOBLOCK SERIES B y C

DESCRIPCION GENERAL

Equipo de bombeo compacto, de alta eficiencia y robusto. Un mínimo de componentes garantiza un servicio eficiente y libre de mantenimiento. Diseñado para trabajo pesado.

DETALLES CONSTRUCTIVOS

Motor Monofásico: Abierto para suministro monofásico de 220 / 110 V, 60 Hz, 3450 RPM. Eje de acero inoxidable AISI 420. Rodamientos sellados y prelubricados. Con protector térmico contra sobrecargas.

Motor Trifásico: Abierto para suministro trifásico de 220 / 440 V, 60 Hz, 3450 RPM; hasta 3.4 HP. A partir de 5.7 HP los motores son cerrados según norma IEC, para suministro trifásico de 220 / 380 / 440 V, 60 Hz, 3450 RPM y eje en acero AISI 1045. Rodamientos sellados y prelubricados. No requiere mantenimiento, Aislamiento Clase B.

Caja: Fabricada en hierro fundido gris. Probadamente hidrostáticamente.

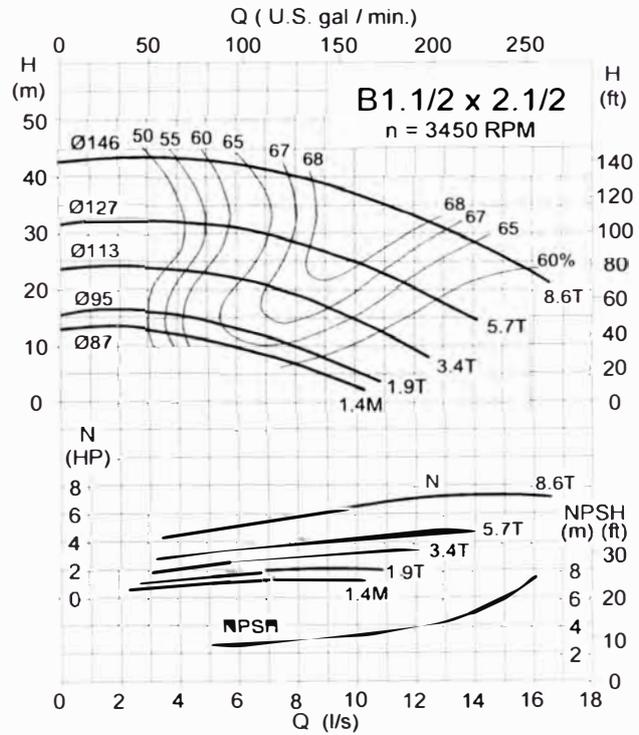
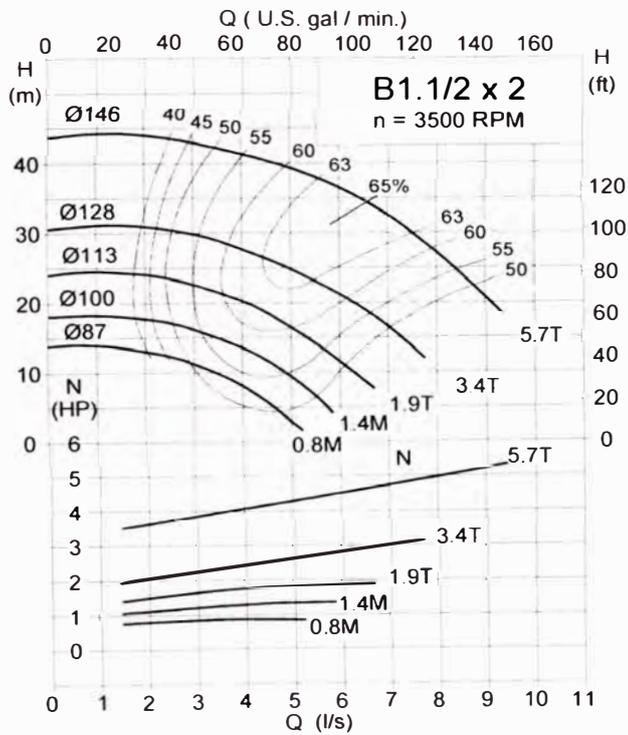
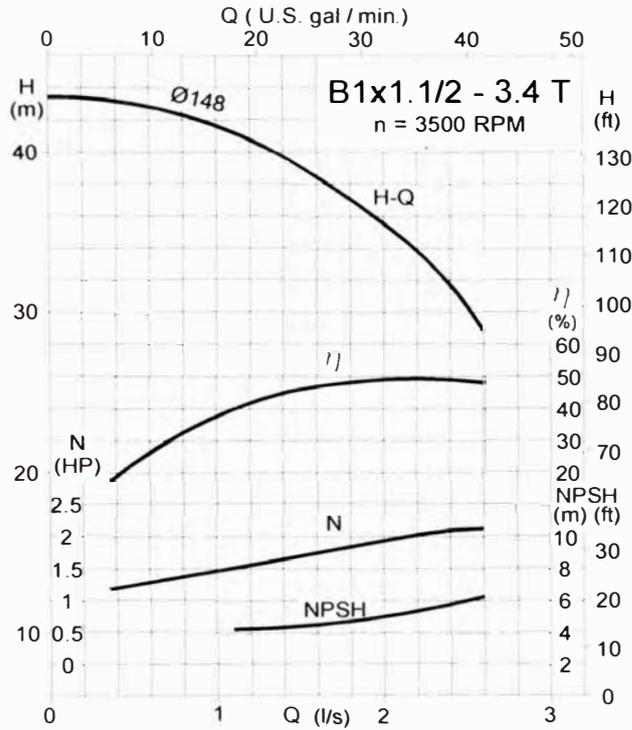
Impulsor: Tipo centrífugo. Fabricado en hierro fundido gris, con alta resistencia a la corrosión y al desgaste. Balanceado estática y dinámicamente para evitar vibraciones. Está montado directamente sobre el eje del motor, asegurando un perfecto alineamiento.

Sello mecánico: Marca John Crane, Tipo 6 para ejes de $\varnothing 3/8"$ y Tipo 21 para los ejes de $\varnothing 1.1/8"$. Construido con elementos de acero y buna, caras de cerámica y carbón. Permite operaciones en condiciones severas de hasta 90°C y 75 PSI. No requiere ajuste ni mantenimiento.

APLICACIONES

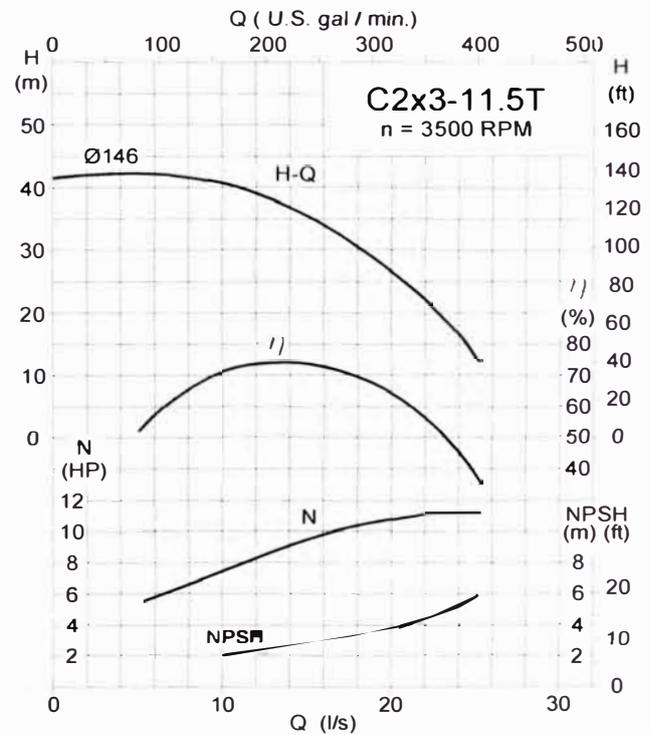
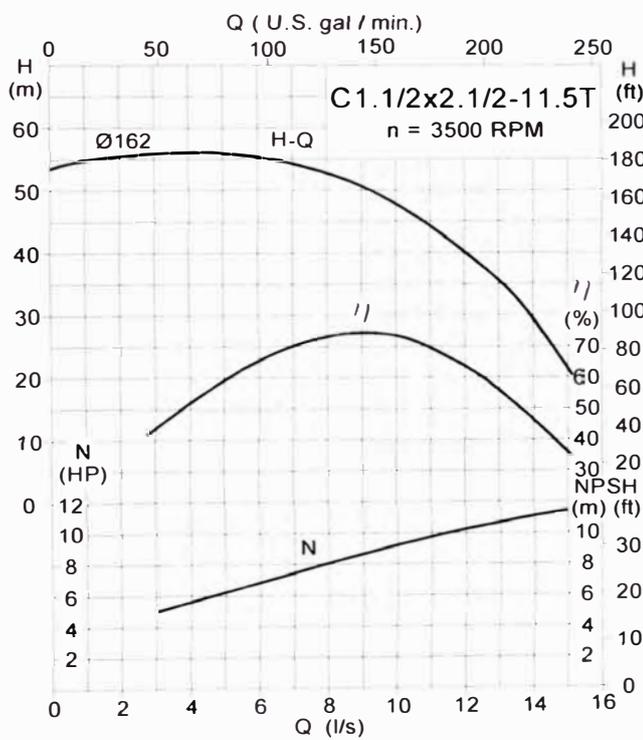
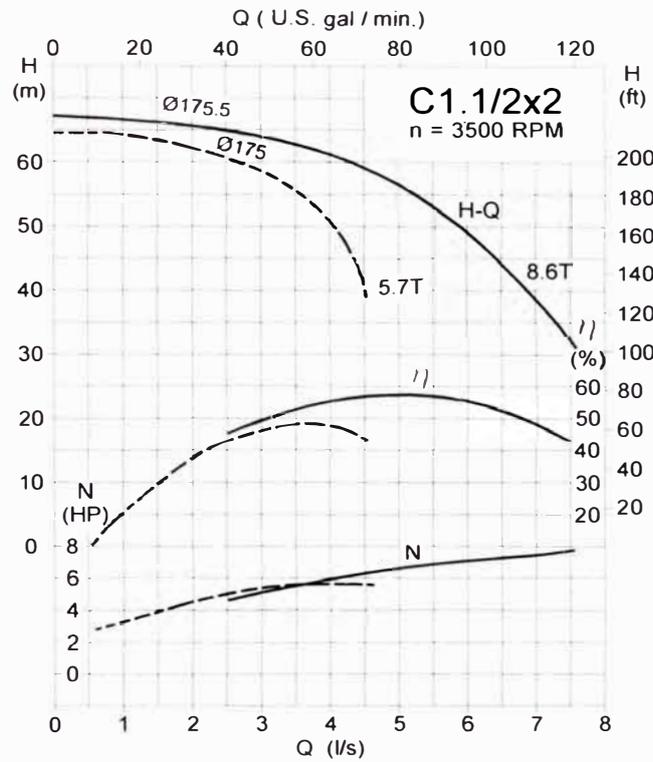
Suministro de agua potable en edificios de gran altura, recirculación de líquidos, riego tecnificado, equipos hidroneumáticos, industrias y minería.

CURVAS DE OPERACION A 60 Hz



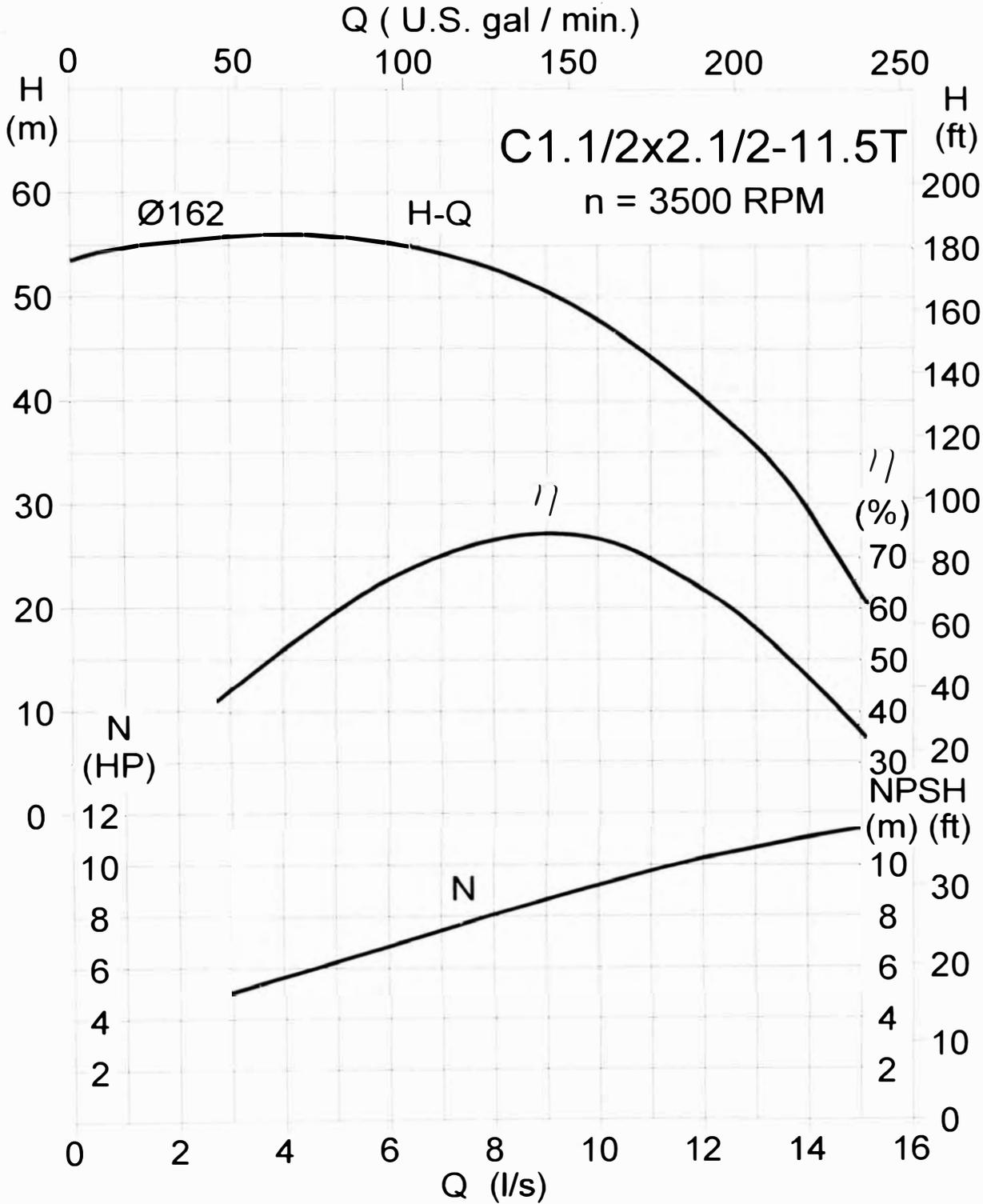
CURVAS EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACION (AGUA LIMPIA)

CURVAS DE OPERACION A 60 Hz



CURVAS EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACION (AGUA LIMPIA)

CURVAS DE OPERACION A 60 Hz



CURVAS EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACION (AGUA LIMPIA A 20°C) DE ACUERDO A NORMA ISO 9906 GRADO 2.

CATASTRO LA MURALLA

CATASTRO REFERENCIAL

Centro Poblado "La Muralla"

Fecha de realización:
NOVIEMBRE DEL 2011

Item	Codigo	# Pisos	# Habitantes	Propietario	Observación	Centro Poblado
1	V1	1.00	1	Roman Heredia	Vivienda Familiar	La Muralla
2	V2	1.00	4	Marcelina Criollo Trujillo	Vivienda Familiar, 1 Lote	La Muralla
3	V3	1.00				La Muralla
4	V4	1.00	6	Priscila Vega	Vivienda Familiar, 1 Lote	La Muralla
5	V5	1.00				La Muralla
6	V6	1.00	3	Sonia Oviedo Silva	Vivienda Familiar, 1 Lote	La Muralla
7	V7	1.00				La Muralla
8	V8	1.00	8	Aurelia Espinoza	Vivienda/T. Soldadura	La Muralla
9	V9	1.00	1	Pablo Morales	Vivienda Familiar	La Muralla
10	V10	1.00	4	Aquila Silva	Vivienda Familiar	La Muralla
11	V11	1.00	7	Francisco Silva	Vivienda Familiar, 1 Lote	La Muralla
12	V12	1.00				La Muralla
13	V13	1.00	5	Carmen Criollo Obregon	Vivienda Familiar	La Muralla
14	V14	1.00			Comedor Popular	La Muralla
15	V15	1.00	4	Julio Obregon Calero	Vivienda Familiar	La Muralla
16	V16	1.00			Deshabitado	La Muralla
17	V17	1.00			Deshabitado	La Muralla
18	V18	1.00			Deshabitado	La Muralla
19	V19	1.00			Deshabitado	La Muralla
20	V20	1.00			Deshabitado	La Muralla
21	V21	1.00	6	Renan valverde Garcia	Vivienda Familiar	La Muralla
22	V'1	1.00	5	Francisco Solano	Vivienda Familiar	La Muralla
23	V'2	1.00			Terreno de cultivo	La Muralla
24	V'3	1.00	5	Pablo Huayanay	Vivienda Familiar	La Muralla
25	V'4	1.00	8	Damian Huerta	Vivienda Familiar	La Muralla
26	V'5	1.00	4	Carmen Sanchez	Vivienda Familiar	La Muralla
27	V'6	1.00	2	Pedro Bazán	Vivienda Familiar	La Muralla
28	V'7	1.00	7	Alejandro Trujillo Ortiz	Vivienda Familiar	La Muralla
29	V'8	1.00	3	Tomas Yupa	Vivienda Familiar	La Muralla
30	V'9	1.00	5	Juana Diaz	Vivienda Familiar	La Muralla
31	V'10	1.00	5	Eusebio Rojas	Vivienda Familiar	La Muralla
32	V'11	1.00	6	Dedicacion Malvaceda	Tienda	La Muralla
33	V'12	1.00	4	Gumercinda	Vivienda Familiar	La Muralla
34	V'13	1.00	4	Juan Jose Malvaceda	Vivienda Familiar	La Muralla
35	V'14	1.00	4	Juana Malvaceda	Vivienda Familiar	La Muralla
36	V'15	1.00	7	Alejandro Silva Ramos	Vivienda Familiar	La Muralla
37	D1	1.00	5	Verónica Flores	Vivienda Familiar	La Muralla
38	D2	1.00	4	Alberto Trejos	Vivienda familiar	La Muralla
39	D3	1.00	4	Domitila Trujillo Espinoza	Vivienda familiar	La Muralla
40	D4	1.00	6	Camilo Castillejo	Vivienda Familiar	La Muralla
41	D5	1.00	3	Miguel castillejo Cruz	Vivienda Familiar	La Muralla
42	D6	1.00			Almacen	La Muralla
43	D7	1.00	10	Lorenzo Castillejo	Vivienda Familiar	La Muralla
44	D8	1.00	5	Carmen Trujillo Trujillo	Vivienda Familiar	La Muralla
45	D9	1.00			Templo religioso	La Muralla
46	D10	1.00	2		Vivienda Familiar	La Muralla
47	D11	1.00	1	Ignacio Castillejo	Vivienda Familiar	La Muralla
48	D12	1.00	6	David Miguel Castillejo	Vivienda Familiar	La Muralla
49	D13	1.00			Deshabitado	La Muralla
50	D14	1.00	6	Norma Aquino	Vivienda Familiar	La Muralla
51	D15	1.00	8	Jeronimo Aquino Flores	Vivienda Familiar	La Muralla
52	D16	1.00	6	Roel Obregon Flores	Vivienda Familiar	La Muralla
53	D17	1.00	5	Efrain Espinoza	Vivienda Familiar	La Muralla
54	D18	1.00	5	Miguel Damas	Vivienda Familiar	La Muralla
55	D19	1.00	7	Rogelio Olortegui	Vivienda Familiar	La Muralla

56	D20	1.00	4	Florencia Peña	Vivienda Familiar	La Muralla
57	D21	1.00	5		Vivienda Familiar	La Muralla
58	D22	1.00			Deshabitado	La Muralla
59	D23	1.00			Deshabitado	La Muralla
60	D24	1.00	4	Victor Peña Nieto	Vivienda Familiar	La Muralla
61	D25	1.00	5	Saturnino Criollo	Vivienda Familiar	La Muralla
62	D26	1.00	3		Vivienda Familiar	La Muralla
63	D27	1.00			Deshabitado	La Muralla
64	D28	1.00	4	Teodoro Aguayo Hidalgo	Vivienda Familiar	La Muralla
65	D29	1.00			Vivienda Familiar	La Muralla
66	D30	1.00	3		Vivienda esteras(parte alta cerro)	La Muralla
67	D31	1.00	5		Vivienda esteras(parte alta cerro)	La Muralla
68	D32	1.00	6		Vivienda esteras(parte alta cerro)	La Muralla
69	D33	1.00	2		Vivienda esteras(parte alta cerro)	La Muralla
70	D34	1.00	4		Vivienda esteras(parte alta cerro)	La Muralla
71	D35	1.00	5		Vivienda esteras(parte alta cerro)	La Muralla
72	D36	1.00	3		Vivienda esteras(parte alta cerro)	La Muralla
73	D37	1.00	4		Vivienda esteras(parte alta cerro)	La Muralla
74	D38	1.00	4		Vivienda esteras(parte alta cerro)	La Muralla
75	C1	1.00	4	Angela Rojas	Vivienda /T. Soldadura	La Muralla
76	C2	2.00	4	Roberto Santos Rojas	Vivienda/Tienda	La Muralla
77	P1	1.00			Posta medica	La Muralla
78	E1	1.00			Centro Pronoi	La Muralla
79	C3	1.00	4	Cespedes Rey	Vivienda Familiar	La Muralla
80	C4	1.00	7	Seferino Ortega Ramos	Vivienda Familiar	La Muralla
81	C5	1.00				La Muralla
82	C6	1.00			Cochera	La Muralla
83	C7	1.00				La Muralla
84	C8	1.00	3		Vivienda Familiar	La Muralla
85	C9	1.00	7	Santiago Romero Pinto	Vivienda Familiar	La Muralla
86	C10	1.00	3	Nancy Flores	Vivienda Familiar	La Muralla
87	C11	1.00	9	Claudia Tarazona	Vivienda Familiar, 1 lote	La Muralla
88	C12	1.00				La Muralla
89	C13	1.00	2	Doris Vasquez	Vivienda Familiar	La Muralla
90	C14	1.00	6	Didi Tarazona Rojas	Vivienda Familiar	La Muralla
91	C15	1.00	5	Amador Ortega	Vivienda Familiar	La Muralla
92	C16	1.00	4	José Hidalgo	Vivienda Familiar	La Muralla
93	C'1	1.00	5	Victor Tarazona	Vivienda Familiar	La Muralla
94	C'2	1.00	7	Victor Chavez	Vivienda Familiar	La Muralla
95	C'3	1.00	4		Vivienda Familiar	La Muralla
96	C'4	2.00	5	Ortega Ramos	Vivienda Familiar	La Muralla
97	C'5	1.00	8	Rodolfo Albino	Vivienda Familiar	La Muralla
98	C'6	1.00	2	Keila Cupa	Vivienda Familiar	La Muralla
99	C'7	1.00	6	Flora Yupa	Vivienda Familiar	La Muralla
100	C'8	1.00	5	Santiago Silva	Vivienda Familiar	La Muralla
101	C'9	1.00	2	Raida Huallanay	Vivienda Familiar	La Muralla
102	C'10	1.00	6	Santiago Ramirez	Vivienda Familiar	La Muralla
103	C'11	1.00	4	Consuelo Suloaga	Vivienda Familiar	La Muralla
104	C'12	1.00	1	Melanio Ortega	Vivienda Familiar	La Muralla
105	C'13	1.00	4	Alejandro Hidalgo Castillo	Vivienda Familiar	La Muralla
106	C'14	1.00	4	Romulo Hidalgo	Vivienda Familiar	La Muralla
107	C'15	1.00	5	Vicente Cicha	Vivienda Familiar	La Muralla
108	C'16	1.00			Deshabitado	La Muralla
109	C'17	1.00	6	Gregorio Ramirez	Vivienda Familiar	La Muralla
110	C'18	1.00	4	Rene Silva	Vivienda Familiar	La Muralla
111	C'19	1.00	5		Vivienda Familiar	La Muralla
112	C'20	1.00	3	Isaac Trujillo	Vivienda Familiar	La Muralla
113	A1	1.00	3		Vivienda Fam./Terreno de cultivo	Mazo
114	A2	1.00	5	Gilberto Perez	Vivienda Familiar	Mazo
115	A3	1.00	2	Uldarico Ortiz	Vivienda Familiar	Mazo
116	A4	1.00			Deshabitado	Mazo
117	A5	1.00			Deshabitado	Mazo
118	A6	1.00	1	Federico Herrera Brilloso	Vivienda/Terreno Cultivo	Mazo
119	A7	1.00				

120	A8	1.00	6	Cirilo Brilloso Cespedes	Vivienda Familiar	Mazo
121	A9	1.00			Deshabitado	Mazo
122	A10	1.00	3	Nancy Garro Obregon	Vivienda Familiar	Mazo
123	A11	1.00	1	Alberto Espinoza	Vivienda Familiar	Mazo
124	A12	1.00	3		Vivienda Familiar	Mazo
125	A13	1.00	7	Felicitas Fernandez	Vivienda Familiar	Mazo
126	A14	1.00	6	Delio Cabello	Vivienda Familiar	Mazo
127	A15	1.00	4	Zacarias Melgarejo	Vivienda Familiar	Mazo
128	A16	1.00	4	Roque Justino Collantes	Vivienda Familiar	Mazo
129	A17	1.00	3		Vivienda Familiar/Tienda	Mazo

CUADRO RESUMEN

Total Habitantes	454
Viviendas 1 nivel	127
Viviendas > 1 nivel	2
Viviendas Habitadas	118
Viviendas Deshabitadas	13
Total Viviendas	129

ESTUDIO DE PROSPECCION GEOFISICA SONDAJE ELECTRICO VERTICAL

ESTUDIO DE PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN UN PARTE DEL SECTOR LA MURALLA-DISTRITO DE VEGUETA-PROVINCIA DE HUAURA - DEPARTAMENTO DE LIMA



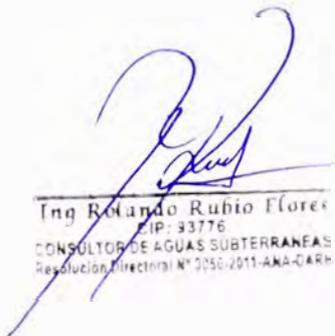
ING. ROLANDO RUBIO FLORES
CONSULTOR AGUAS SUBTERRÁNEA
R.D N°0050-20111-ANA-DARH

www.estudioshirmoceanicos.com, rolanrubio@hotmail.com, aguas_subterraneeas@hotmail.com
CEL 996130354-RPM#981079-RPC949169524

Lima, Abril del 2012

CONTENIDO

- 1.0 INTRODUCCIÓN
- 2.0 UBICACIÓN Y ACCESO
- 3.0 OBJETIVOS
- 4.0 ACTIVIDADES REALIZADAS
- 5.0 PROSPECCIÓN GEOFÍSICA
 - 5.1 Introducción
 - 5.2 Objetivos
 - 5.3 Características del sondeo eléctrico vertical -SEV
 - 5.4 Volumen de trabajo y equipo utilizado
 - 5.5 Trabajo de gabinete
- 6.0 Resultados
 - 6.1 Secciones geoelectricas
 - 6.1.1 Sección geoelectrica longitudinal A - A'
 - 6.1.2 Sección geoelectrica longitudinal B - B'
- 7.0 CONCLUSIONES



Ing Rolando Rubio Flores
CIP: 33776
CONSULTOR DE AGUAS SUBTERRANEAS
Resolución Directoral N° 0250-2011-ANA-CARR

ANEXOS

RELACIÓN DE FIGURAS

- 01 Sección geoelectrica logitudinal A – A'
- 02 Sección geoelectrica logitudinal B – B'

RELACIÓN DE CUADROS

- 01 Resistividades del agua y rocas
- 02 Ubicación de los SEVs en coordenadas UTM - WGS 84
- 03 Resultados de la interpretación cuantitativa de los SEVs

RELACIÓN DE MAPAS

- 01 Geológico
- 02 Ubicación de Sondeos Eléctricos Verticales – SEVs y secciones geoelectricas.
- 03 Resistividad del horizonte permeable.
- 04 Espesores de horizonte permeable.
- 05 Espesores totales de los depósitos inconsolidados.



Ing. Rolando Rubio Flores
CIP: 9376
CONSULTOR DE AGUAS SUBTERRANEAS
Resolución Directoral N° 0060 2011-ANA-CARH

1.0 INTRODUCCIÓN

Con la finalidad de poder explotar agua subterránea, para abastecer al Centro Poblado Menor La Muralla, se ha elaborado el presente estudio de prospección geofísica, para determinar las características del subsuelo en la zona mencionada, requiere conocer las condiciones geoeléctricas-hidrogeológicas del subsuelo en el sector antes mencionado.

2.0 UBICACIÓN Y ACCESO

El área a estudiarse está ubicada en el sector La Muralla, Ver Mapa N° 1

Políticamente pertenece al distrito de Vegueta, provincia de Huaura y departamento de Lima.

Geográficamente el área a investigarse, está comprendido entre las coordenadas UTM (WGS – 84) siguientes:

Norte: 8'779,500 m - 8'779,750 m
Este : 217,200 m - 217,500 m

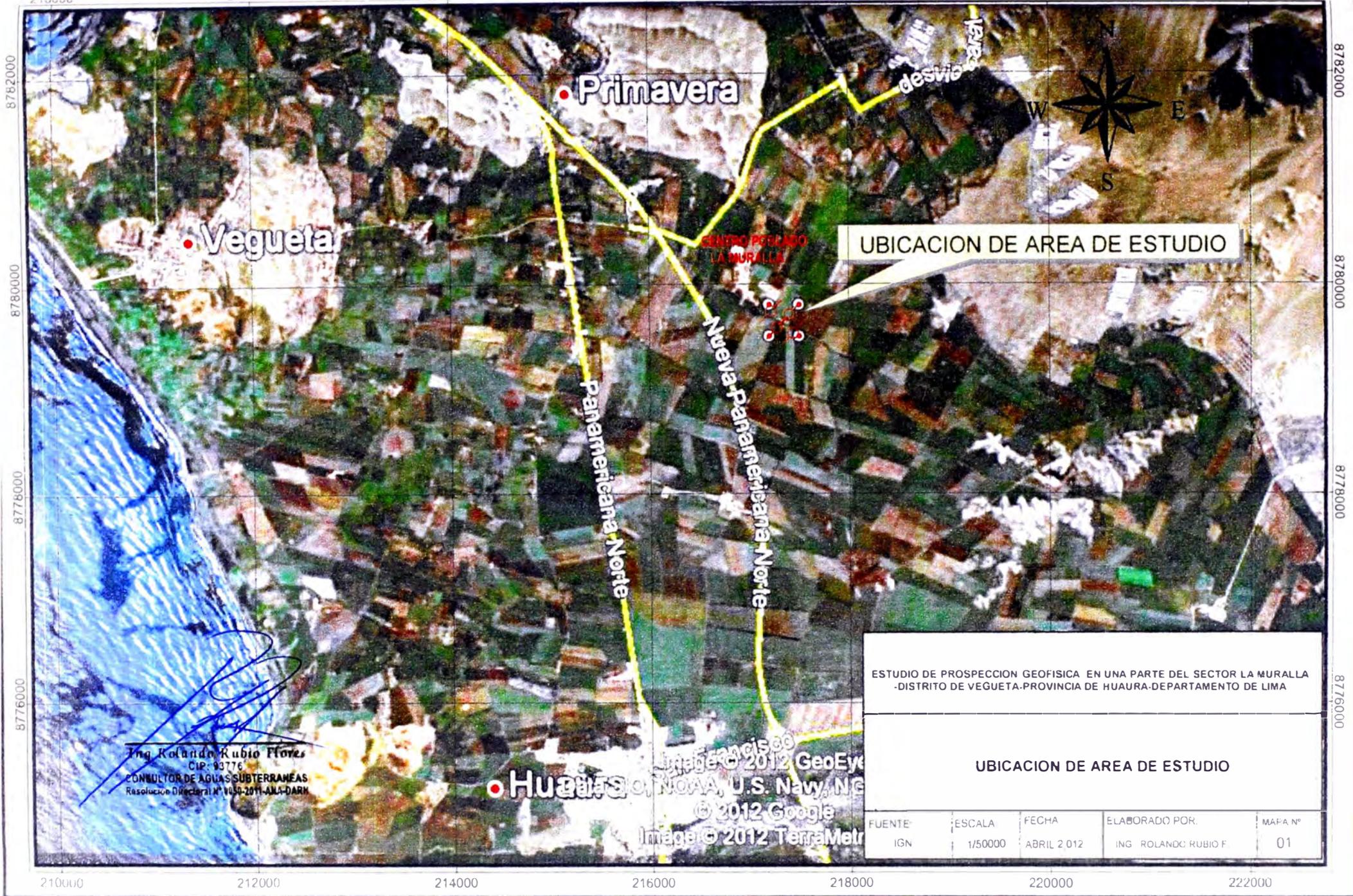
El acceso al área de estudio, se realiza partiendo del distrito de Huaura por la panamericana Norte hasta una distancia de 5Km, donde se encuentra el camino carrozable que va en dirección al centro poblado La Muralla hasta una distancia de 2Km.

3.0. OBJETIVOS

- Evaluar las condiciones geoeléctricas de los depósitos cuaternarios sueltos que conforman el subsuelo.
- Determinar el espesor y características geoeléctricas de cada uno de los horizontes que conforman el subsuelo.
- Diferenciar las capas u horizontes de subsuelo según su granulometría, para lo cual utiliza las relaciones aplicables de éstos con la resistividad eléctrica.



Ing Rolando Rubio Flores
CIP: 33770
CONSULTOR DE AGUAS SUBTERRÁNEAS,
Resolución Directoral N° 0050/2011-ANA-DARH



Ing. Rolando Rubio Flores
 CIP: 93776
 CONSULTOR DE AGUAS SUBTERRANEAS
 Resolución Directoral N° 1030-2011-AMA-DARH

Imágenes © 2012 GeoEye
 NOAA, U.S. Navy, NGA
 © 2012 Google
 Image © 2012 TerraMetrics

ESTUDIO DE PROSPECCION GEOFISICA EN UNA PARTE DEL SECTOR LA MURALLA
 -DISTRITO DE VEGUETA-PROVINCIA DE HUAURA-DEPARTAMENTO DE LIMA

UBICACION DE AREA DE ESTUDIO

FUENTE	ESCALA	FECHA	ELABORADO POR.	MAFA N°
IGN	1/50000	ABRIL 2 012	ING. ROLANDO RUBIO F.	01

4.0. ACTIVIDADES REALIZADAS

Para obtener los objetivos planteados en el ítem anterior se ha realizado lo siguiente:

- Prospección geofísica, mediante la ejecución de sondeos eléctricos verticales-SEV.

5.0 PROSPECCIÓN GEOFÍSICA

5.1 Introducción

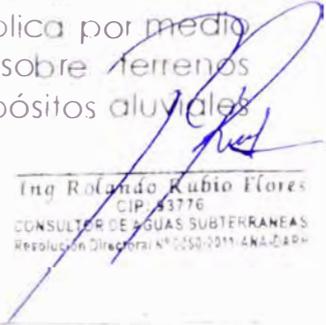
La Prospección Geofísica es una de las principales actividades que se realiza en todo estudio hidrogeológico, cuyo resultado permitirá obtener en forma indirecta las condiciones geoeléctricas del subsuelo en el área investigada.

Existen dos maneras de investigar el subsuelo sin tener que proyectar observaciones geológicas de superficie: pozos y geofísica.

Los pozos constituyen medios unidimensionales de evaluación directa mientras que las medidas geofísicas son indirectas y tridimensionales, ya que los campos de energía utilizados se distribuyen en todas direcciones a partir de los puntos de aplicación.

El método geofísico utilizado en el presente trabajo fue el eléctrico a través de sondeos eléctricos verticales-SEV, cuyo resultado permitirá determinar en forma indirecta a partir de la superficie del terreno, la distribución de las distintas capas u horizontes geoeléctricos que conforman el subsuelo en dirección vertical.

El método de Resistividad Eléctrica es de uso general, ya que se fundamenta en mediciones dependientes de los cambios en el contenido de humedad. Se aplica por medio de sondeos eléctricos Verticales- SEV y sobre terrenos esencialmente estratificados, que son los depósitos aluviales del área de estudio.


Ing Rolando Rubio Flores
CIP: 53776
CONSULTOR DE AGUAS SUBTERRÁNEAS
Resolución Directoral N° 0050-2011-ANA-DARH

5.2 Objetivos

La prospección eléctrica tiene los siguientes objetivos:

- Evaluar las condiciones geoeléctricas de los depósitos cuaternarios que conforman el subsuelo.
- Determinar el espesor y características geoeléctricas de cada uno de los horizontes que conforman el subsuelo.
- Evaluar en una primera aproximación, la calidad del agua en relación a su grado de mineralización o salinidad.
- Diferenciar las capas u horizontes de subsuelo según su granulometría, para lo cual utiliza las relaciones aplicables de éstos con la resistividad eléctrica.

5.3 Características del sondeo eléctrico vertical –SEV

Un sondeo eléctrico vertical-SEV, consiste en introducir corriente continua al terreno mediante un par de electrodos llamados de emisión o de corriente A y B, cuya respuesta o sea la diferencia de potencial producido por el campo eléctrico se mide en otro par de electrodos denominados de recepción o de potencial M y N.

Es posible calcular la resistividad del medio según:

$$\rho = K \cdot \Delta V / I$$

Donde:

ρ = Resistividad del medio, en Ohm-m.

ΔV = Diferencia de potencial, en mV, medida en los electrodos M y N.

I = Intensidad de corriente en mA, medida en los electrodos A y B.

K = Constante geométrica que depende de la distribución de los electrodos, m.

En los sondeos con configuración electrónica Schlumberger, que es el que se utilizó en el presente trabajo, los electrodos están alineados y conservan simetría con respecto al punto central o punto SEV, debiendo cumplirse que el MN sea menor que 1/3 AB.

Ing Rolando Rubio Flores
CIP: 93776
CONSULTOR DE AGUAS SUBTERRANEAS
Resolución Directoral N° 1360-2011-AN/DAR

Al aumentar la distancia entre los electrodos de emisión de corriente, aumenta su profundidad de penetración y también va cambiando las resistividades aparentes.

Estos valores son ploteados inicialmente en papel bilogarítmico obteniéndose como resultado una curva, a partir de la cual, mediante diversas técnicas, es posible determinar las resistividades verdaderas y los espesores que las diferentes capas bajo el punto de investigación. De esta manera, se llega a conocer el corte geoelectrico del subsuelo.

En el SEV con configuración Schlumberger, los electrodos M y N permanecen fijos mientras A y B se aleja, hasta que el valor de la diferencia potencial (ΔV) sea tan pequeño que obligue a aumentar el MN.

Estos saltos se corrigen para la interpretación, así como también, a veces hay necesidad de suavizar la curva de resistividades aparentes obtenida en campo.

El método ha sido ideado para estructuras constituidas por capas homogéneas paralelas con extensión lateral muy grande, lo cual no se cumple en la realidad, presentándose adelgazamientos o desapariciones de las capas, así como también se presenta variaciones laterales de resistividad.

Por ello y debido a otras limitaciones del método los resultados obtenidos presentan un margen de error que podría llegar normalmente más menos $\pm 10\%$ del valor determinado en la interpretación.

Si la estructura es compleja este error aumenta y podría ser tan grande que se aleja mucho de lo real. Por ello, es necesario que los resultados obtenidos sean correlacionados con las investigaciones geológicas y datos de perforaciones establecer con mayor precisión la estructura del subsuelo en el área de estudio.

Algunas circunstancias desfavorables para la aplicación de los SEV son las irregularidades del relieve tanto superficial como del subsuelo, la presencia de una capa superficial de muy alta resistividad que dificulta la penetración de la corriente eléctrica, el relativo pequeño espesor de las capas de profundidad y, las heterogeneidades laterales.

Ing Rolando Rubio Flores
CIP 93776
CONSULTOR EN AGUAS SUBTERRANEAS
INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

El Cuadro N° 01 muestra las resistividades eléctricas de algunos medios.

CUADRO N° 01
RESISTIVIDADES DEL AGUA Y ROCAS

Tipo de agua y roca	Resistividad (Ohm-m)
Agua del mar	0,2
Agua de acuíferos aluviales	10 - 30
Agua de fuentes	50-100
Arenas y gravas secas	1.000 - 10.000
Arenas y gravas con agua dulce	50 - 500
Arenas y gravas con agua salada	0,5 - 5
Arcillas	2 - 20
Margas	20 -100
Calizas	300 - 10,000
Areniscas arcillosas	50 - 300
Areniscas cuarcíticas	300 - 10,000
Cineritas, tobas volcánicas	50 - 300
Lavas	300 - 10,000
Esquitos grafitosos	0,5 - 5
Esquitos arcillosos o alterados	100 - 300
Esquitos sanos	300 - 3,000
Gneis, granito alterados	100 - 1,000
Gneis, granitos sanos	1,000 - 10,000

*Parasnis D.S 1970: Principios de Geofísica Aplicada

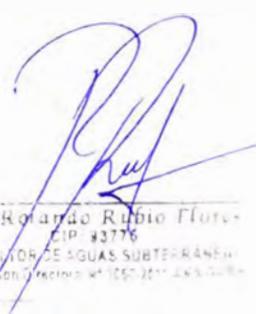
5.4 Volumen de trabajo y equipo utilizado

En el área investigada se han realizado cuatro (04) Sondeos Eléctricos Verticales - SEV, con tendidos de líneas de emisión AB/2 hasta de 300.00 m.

Las coordenadas UTM (WGS 84) de los sondeos SEVs se muestran en el Cuadro N° 02.

CUADRO N° 02
Ubicación de los SEV en coordenadas UTM -WGS 84

SEV	Coordenadas UTM GWS 84	
	Norte (m)	Sur (m)
1	217217	8779740
2	217276	8779578
3	217398	8779708
5	217440	8779530


Ing. Rolando Rubio Flores
CIP: 43776
INGENIERO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS
Código Profesional: 1057-2011-443-0000

El Mapa N° 02 muestra la ubicación de los SEV y las secciones geoeléctricas.

Equipo utilizado

En la ejecución de los SEVs se utilizó un georesistivímetro conformado por dos multímetros digitales que funcionan como receptores del amperaje y voltaje. Un transmisor de corriente continua que tiene una potencia de salida de 200 watts y un voltaje hasta de 600 voltios.

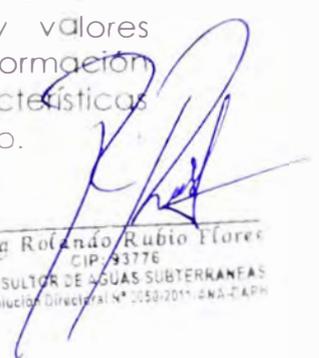
Como accesorios se utilizó 2 bobinas con cables AB de 500.00 m de longitud cada uno, 2 bobinas con cables MN de 60.00 m cada uno, un GPS, 10 electrodos acerados y 4 radios.

5.5 Trabajo de gabinete

La información de los sondeos eléctricos verticales-SEV obtenida en campo, ha sido procesada e interpretada inicialmente mediante la comparación interactiva con curvas Patrón de Ernesto Orellana y Harold M. Mooney y posteriormente, mediante un software especializado de resistividad eléctrica: IPI 2WIN.

La información de los SEV obtenidos en campo ha sido procesada e interpretada cuantitativa y cualitativamente con el fin de distinguir los parámetros en forma bidimensional: el espesor y la resistividad de los horizontes que lo conforman y, la profundidad en que yacen.

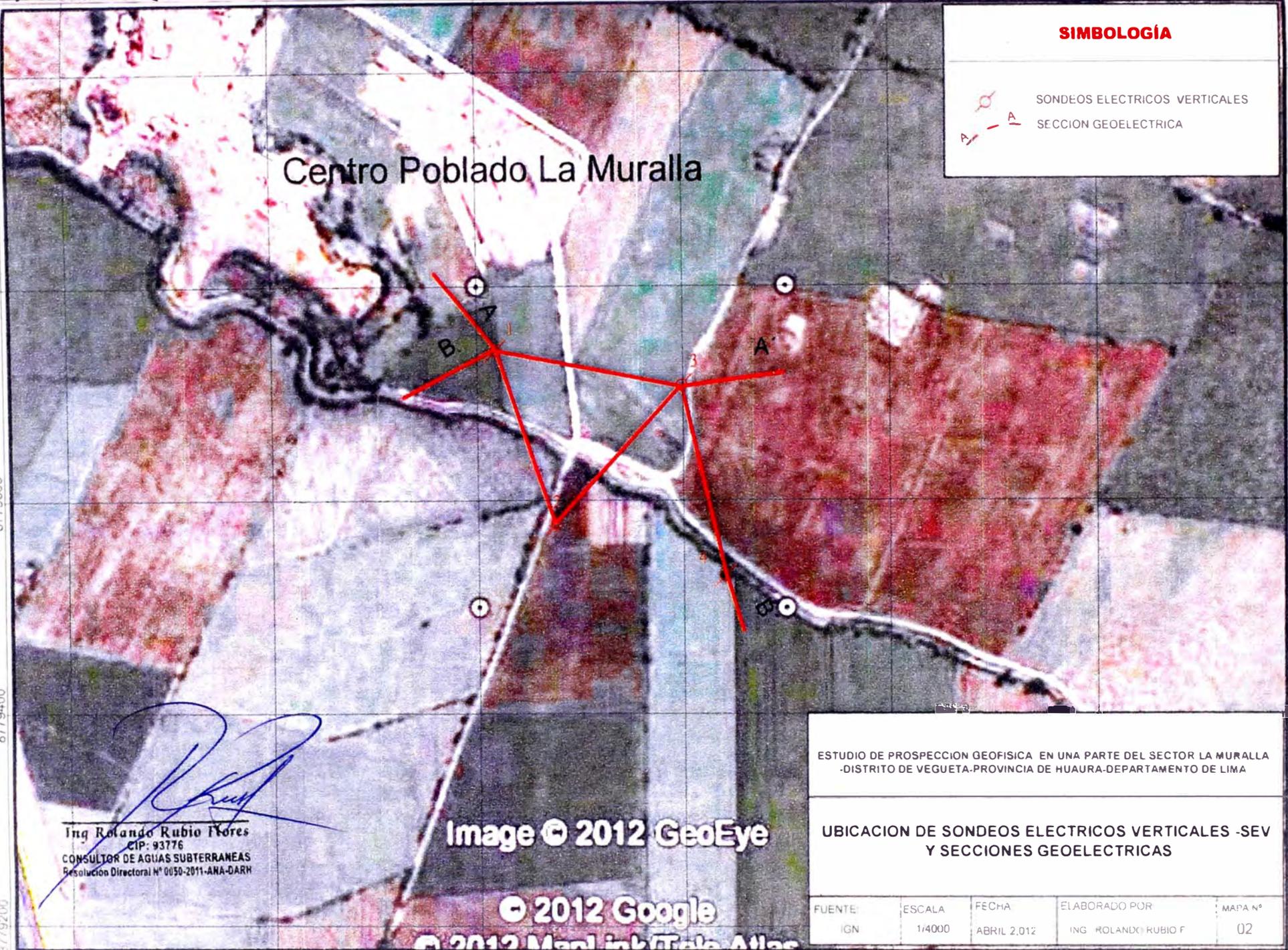
Los resultados de la interpretación de los SEV se muestran en el cuadro de resultados que permitirán generar las secciones geoeléctricas de la zona prospectada, a su vez, estos cálculos y valores obtenidos fueron contrastados con la información geológica cuyo resultado reflejarán las características geológicas y estructurales del lugar investigado.


Ing Rolando Rubio Flores
CIP 93776
CONSULTOR DE AGUAS SUBTERRANEAS
Resolución Directoral N° 0050/2011-ANA-ETAP

SIMBOLOGÍA

-  SONDEOS ELECTRICOS VERTICALES
-  SECCION GEOELECTRICA

Centro Poblado La Muralla



[Handwritten Signature]
Ing Rolando Rubio Flores
 CIP: 93776
 CONSULTOR DE AGUAS SUBTERRANEAS
 Resolución Directoral N° 0050-2011-ANA-DARH

Image © 2012 GeoEye

© 2012 Google

ESTUDIO DE PROSPECCION GEOFISICA EN UNA PARTE DEL SECTOR LA MURALLA
 -DISTRITO DE VEGUETA-PROVINCIA DE HUAURA-DEPARTAMENTO DE LIMA

UBICACION DE SONDEOS ELECTRICOS VERTICALES -SEV
 Y SECCIONES GEOELECTRICAS

FUENTE:	ESCALA	FECHA	ELABORADO POR	MAPA N°
IGN	1/4000	ABRIL 2.012	ING. ROLANDO RUBIO F	02

8780000
8779800
8779600
8779400
8779200

8780000
8779800
8779600
8779400
8779200

216800 217000 217200 217400 217600 217800

6.0 RESULTADOS

Toda la información de campo fue procesada, interpretada y posteriormente analizada. El resultado se presenta en el Cuadro N° 03 que muestra los valores de las resistividades y espesores verdaderos de las diferentes capas que conforman los depósitos sueltos e inconsolidados en el área de estudio.

Las curvas de campo y su interpretación se muestran en el Anexo.

**CUADRO N° 03
RESULTADOS DE LA INTERPRETACIÓN CUANTITATIVA DE LOS SONDEOS ELÉCTRICOS
VERTICALES- SEV- SECTOR LA MURALLA**

SEV N°	UNIDADES	HORIZONTE GEOELÉCTRICO							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	R=Resistividad (Ohm.m)	22.1	299	57.8	317				
	h=Espesor (m)	0.49	18.7	27					
2	R=Resistividad (Ohm.m)	69.1	524	103	39.8	121			
	h=Espesor (m)	1.78	11.8	11.2	51.2				
3	R=Resistividad (Ohm.m)	142	2458	280	40.4	256			
	h=Espesor (m)	0.96	1.74	34.5	56.3				
4	R=Resistividad (Ohm.m)	156	349	239	33.6	356			
	h=Espesor (m)	1.04	8.15	32.2	71.4				

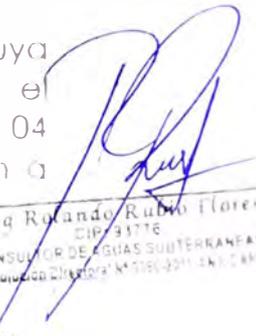
Las curvas de campo y su interpretación se muestran en el Anexo.

6.1 Secciones geoelectricas

Con los resultados de la interpretación de los sondeos eléctricos verticales-SEV, se ha elaborado dos (02) secciones geoelectricas, cuyo análisis permitirá inferir y conocer las características y condiciones geoelectricas de los diferentes horizontes que conforman el subsuelo en el área investigada.

6.1.1 Sección geoelectrica longitudinal A-A'. Ver Fig. N° 01.

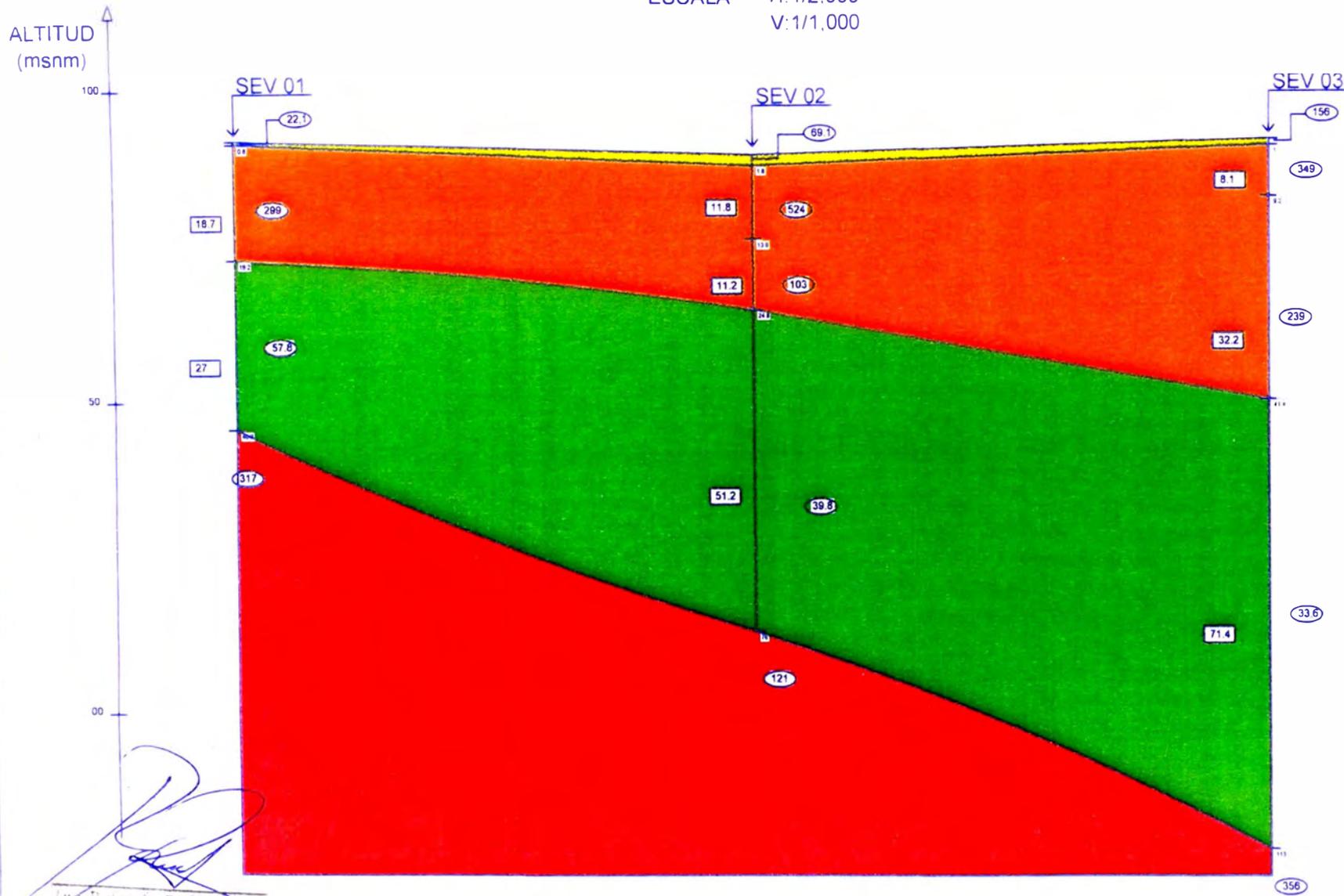
En su elaboración se utilizó 3 sondeos, cuya correlación permitió inferir que el subsuelo en el sector investigado está conformado por 04 horizontes o capas eléctricas, que se describen a continuación:


 Ing Rolando Rubio Flores
 CIP 93176
 CONSULTOR DE AGUAS SUBTERRÁNEAS
 REGISTRO PROFESIONAL N° 1181-2011-INT-CR-01

SECCION GEOELECTRICA LONGITUDINAL A-A'

FIGURA N° 1

ESCALA H:1/2.000
V:1/1.000



LEYENDA	
	HORIZONTE DE ESPESOR REDUCIDO CON PESIMAS CONDICIONES GEOELECTRICAS SECO
	HORIZONTE CON RESISTIVIDADES ALTAS (239-524 ohmm) QUE REPRESENTA A CAPAS DE CLASTOS MEDIOS - GRUESOS CON INCLUSIONES DE FINOS PERMEABLES PROBABLEMENTE SATURADO CON SUS TRAMO MEDIO INFERIOR
	HORIZONTE CON ACEPTABLES CONDICIONES GEOELECTRICAS CON RESISTIVIDADES MEDIAS A BAJAS (33.6 - 57.8 ohmm) PERMEABLE. SATURADO
	HORIZONTE DE ALTOS VALORES DE RESISTIVIDAD REPRESENTA AL MACIZO ROCOSO

Primer horizonte

Ubicado en la parte superior del corte vertical del subsuelo, y presenta espesores entre 1.00 Y 1.80 m. con resistividades que varían entre 32.1 y 156 Ohm.m pero en estado no saturado. Presenta pésimas condiciones geoelectricas.

Segundo horizonte

Subyace al anterior horizonte y está conformado por varias capas cuyo espesor fluctua de 18.70 y 40.30 m.

Horizonte cuyas resistividades altas fluctúan varían entre 239 y 524 Ohm.m (puntualmente 105 Ohm.m), valores que representa a unasecuencia de capas conformado mayormente por clastos gruesos conclusiones de medio-finos, permeable y probablemente saturado en su tramo medio a inferior. En su conjuntp presenta de malas a regulares condiciones geoelectricas.

Tercer horizonte

Horizonte de aceptables condiciones geoelectricas, con resistividades que varían entre 33.6 y 57.8 Ohm.m, vaores que representan a clastos medios a finos, permeable y en estado saturado. Presenta un espesor de 27.00 a 71.90 m.

Cuarto horizonte

Es el más profundo y se ubica a partir de los 46.20 m y 113.00 m de profundidad y por sus resistividades altas representa al macizo rocoso, impermeable. Tiene pésimas condiciones geoelectricas.

6.1.2 Sección geoelectrica longitudinal B-B'. Ver Fig. N° 02.

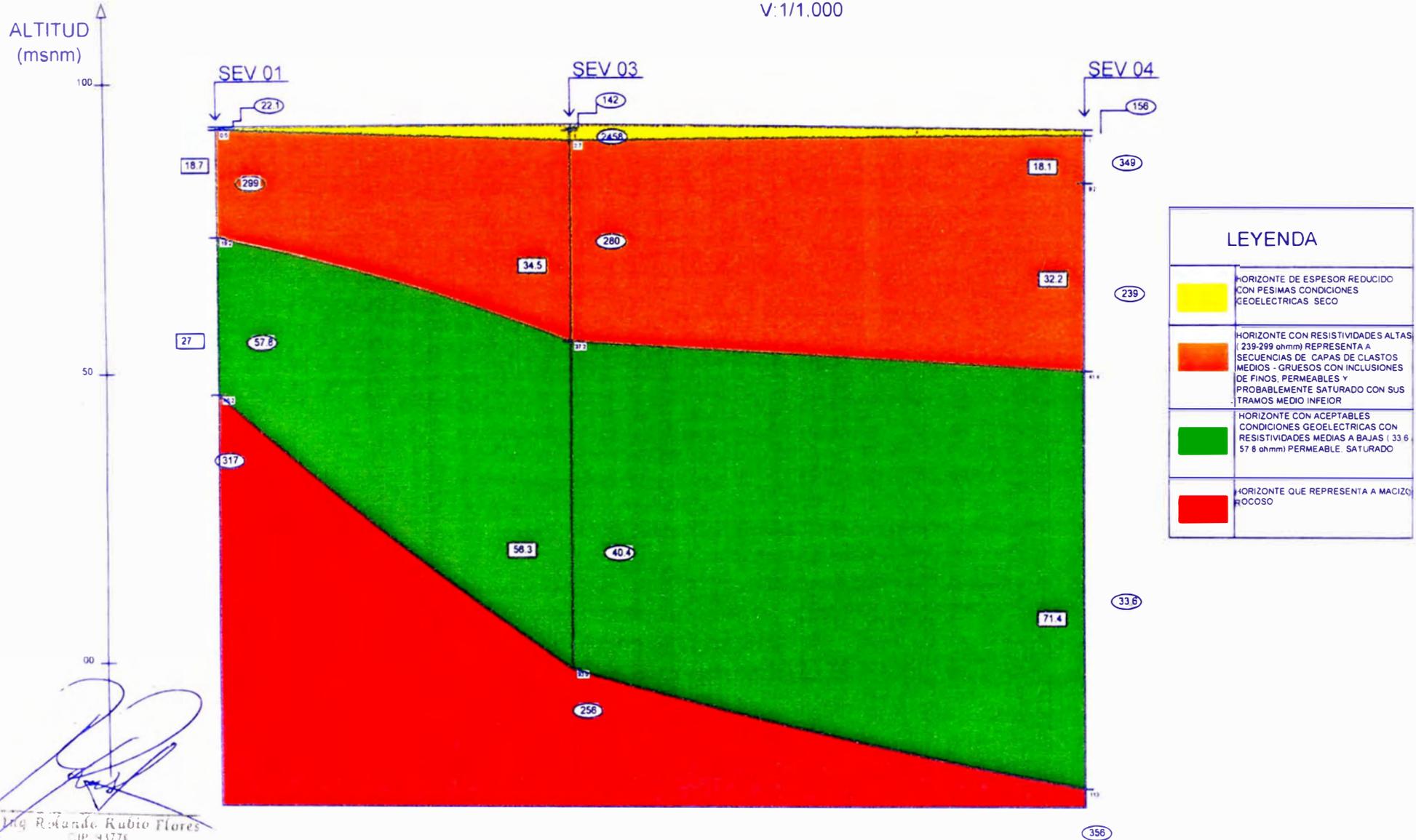
La correlación de 03 sondeos electricos verticales SEV, permitió inferir que el subsuelo en el sector investigado está conformado por 04 horizontes o capas eléctricas, que se describen a continuación:

Ing Rolando Rubio Flores
CIP 43776
CONSULTOR DE AGUAS SUBTERRANEAS
Resolución DIRECTOR N° 0350-2011-ANA-CRPP

SECCION GEOELECTRICA LONGITUDINAL B-B'

ESCALA H:1/2.000
V:1/1.000

FIGURA N° 2



LEYENDA	
	HORIZONTE DE ESPESOR REDUCIDO CON PESIMAS CONDICIONES GEOELECTRICAS SECO
	HORIZONTE CON RESISTIVIDADES ALTAS (239-299 ohmm) REPRESENTA A SECUENCIAS DE CAPAS DE CLASTOS MEDIOS - GRUESOS CON INCLUSIONES DE FINOS, PERMEABLES Y PROBABLEMENTE SATURADO CON SUS TRAMOS MEDIO INFEIOR
	HORIZONTE CON ACEPTABLES CONDICIONES GEOELECTRICAS CON RESISTIVIDADES MEDIAS A BAJAS (33.6 - 57.8 ohmm) PERMEABLE. SATURADO
	HORIZONTE QUE REPRESENTA A MACIZO ROCOSO

[Signature]
 Ing. Rolando Rubio Flores
 CIP. 93376
 CONSULTOR DE AGUAS SUBTERRANEAS
 Inscripción Profesional N° 1058-2011-ANA-ARF

Primer horizonte

Ubicado en la parte superior del corte vertical del subsuelo, y presenta espesores entre 0.50 y 2.70 m. con resistividades que varían entre 22.1 y 156 Ohm.m (puntualmente 1458 Ohm.m) pero en estado no saturado. Presenta pésimas condiciones geoeléctricas.

Segundo horizonte

Subyace al anterior horizonte y está conformado por varias capas cuyo espesor fluctúa de 10.70 y 40.30 m.

Horizonte cuyas resistividades altas fluctúan varían entre 239 y 299 Ohm.m, valores que representa a una secuencia de capas conformado mayormente por clastos gruesos con inclusiones de clastos medio-finos, permeable y probablemente saturado en su tramo medio a inferior. En su conjunto presenta de malas a regulares condiciones geoeléctricas.

Tercer horizonte

Horizonte de aceptables condiciones geoeléctricas, con resistividades que varían entre 33.6 y 57.8 Ohm.m, valores que representan a clastos medios a finos, permeable y en estado saturado. Presenta un espesor de 27.00 a 71.90 m.

Cuarto horizonte

Es el más profundo y se ubica a partir de los 46.20 m y 113.00 m de profundidad y por sus resistividades altas representa la macizo rocoso, impermeable. Tiene pésimas condiciones

Ing. Rolando Rubio Flores
CIP: 9377C
CONSULTOR EN AGUAS SUBTERRANEAS
República Dominicana * 951 011 441 0295

7.0 CONCLUSIONES

- La interpretación y el análisis de los cuatro (04) sondeos eléctricos verticales - SEV, permite concluir en lo siguiente:

El relleno cuaternario suelto en el área de estudio está conformado por 4 horizontes geoelectricos, de los cuales el segundo (tramedo medio a inferior) y el tercero conformado por una secuencia de capas de clastos medios a finos se encuentran en estado saturado y factible de ser explorada y explotada.

El primero, y el cuarto horizonte, se encuentran en estado no saturado y en consecuencia tienen pésimas condiciones geoelectricas.

- El espesor total del relleno suelto de edad cuaternaria varía de 46.20 m y 113.00 m .
- El tipo de acuífero en el área de estudio es superficial libre y de acuerdo a la geofísica su espesor saturado varía entre 31.20 a 98.00 m
- En el área de estudio la ejecución de los sondeos eléctricos verticales -SEV y su posterior interpretación y análisis, ha permitido conocer las resistividades de los diferentes horizontes que conforman el subsuelo y en especial el horizonte permeable saturado, cuyas resistividades eléctricas varían entre 33.6 Ohm.m (SEV 4) a 57.8 Ohm.m (SEV 1), valores que corresponderían a capas de clastos mayormente medios con inclusiones de capas de clastos finos, permeables y en estado saturado
- El sector que involucra los puntos SEV 03 y 04 en ese orden, son factibles de ser explorados y explotados mediante una obra de captación o pozo profundo.

8.0 RECOMENDACIONES

- En el área seleccionada que corresponde a los SEV 3 y 4 en ese orden, se recomienda la perforación de un pozo profundo de 75.00 a 80.00 m.

- Asimismo, si se trataría de hacer un pozo a tajo abierto se recomienda ejecutar en el SEV N° 1.



Ing Rolando Rubio Flores
DIP 93776
CONSULTOR DE AGUAS SUBTERRANEAS
Resolución Directoral N° 0050-2011-ANA-DGRH

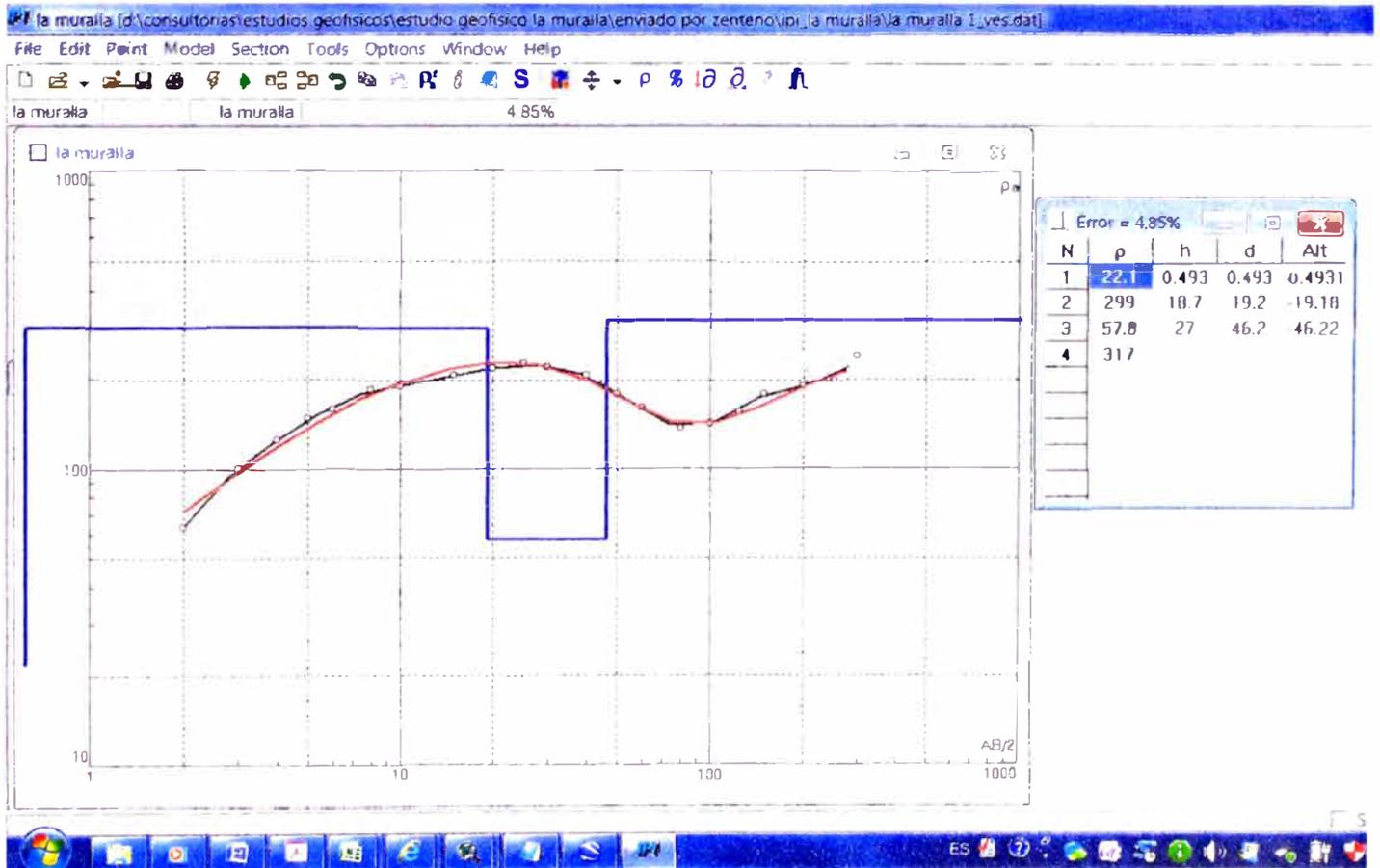
ANEXOS



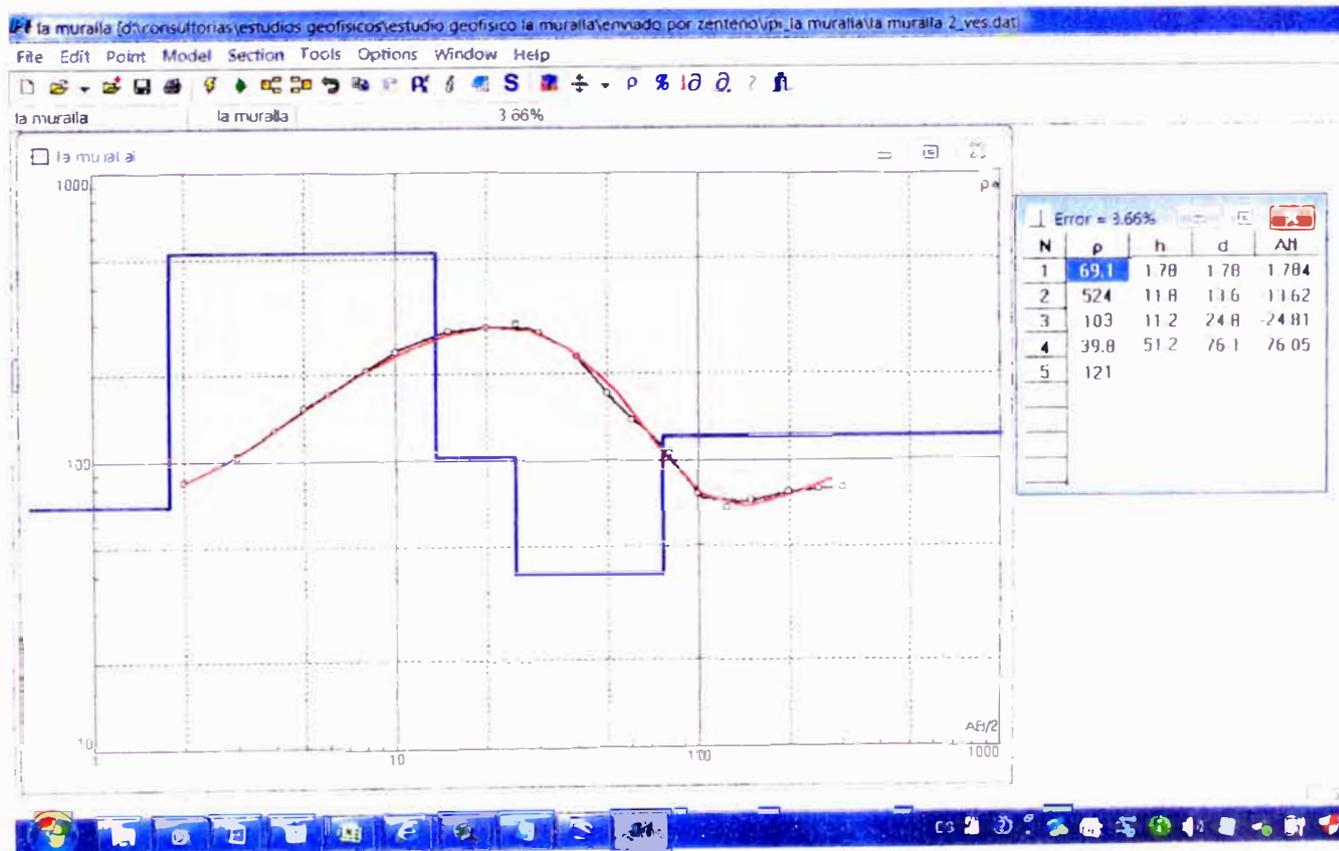
Ing. Rolando Rubio Flores
#3776
CONSULTOR AGUAS SUBTERRÁNEAS
Calle 10 de Agosto No. 2011 4to. Av.

GRAFICOS DE SONDEOS ELECTRICOS VERTICALES – SEV

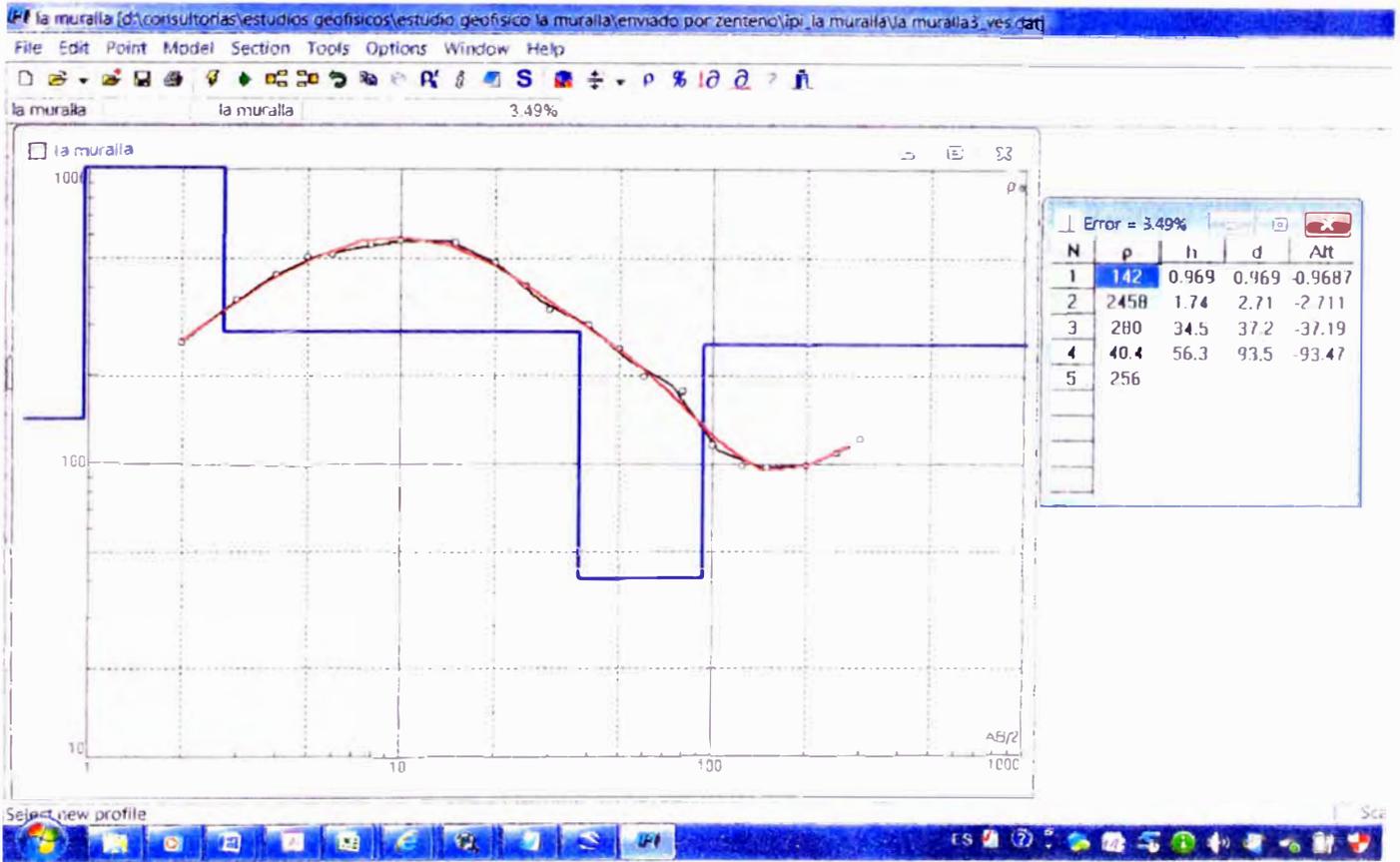
SONDEO ELECTRICO VERTICAL N° 01



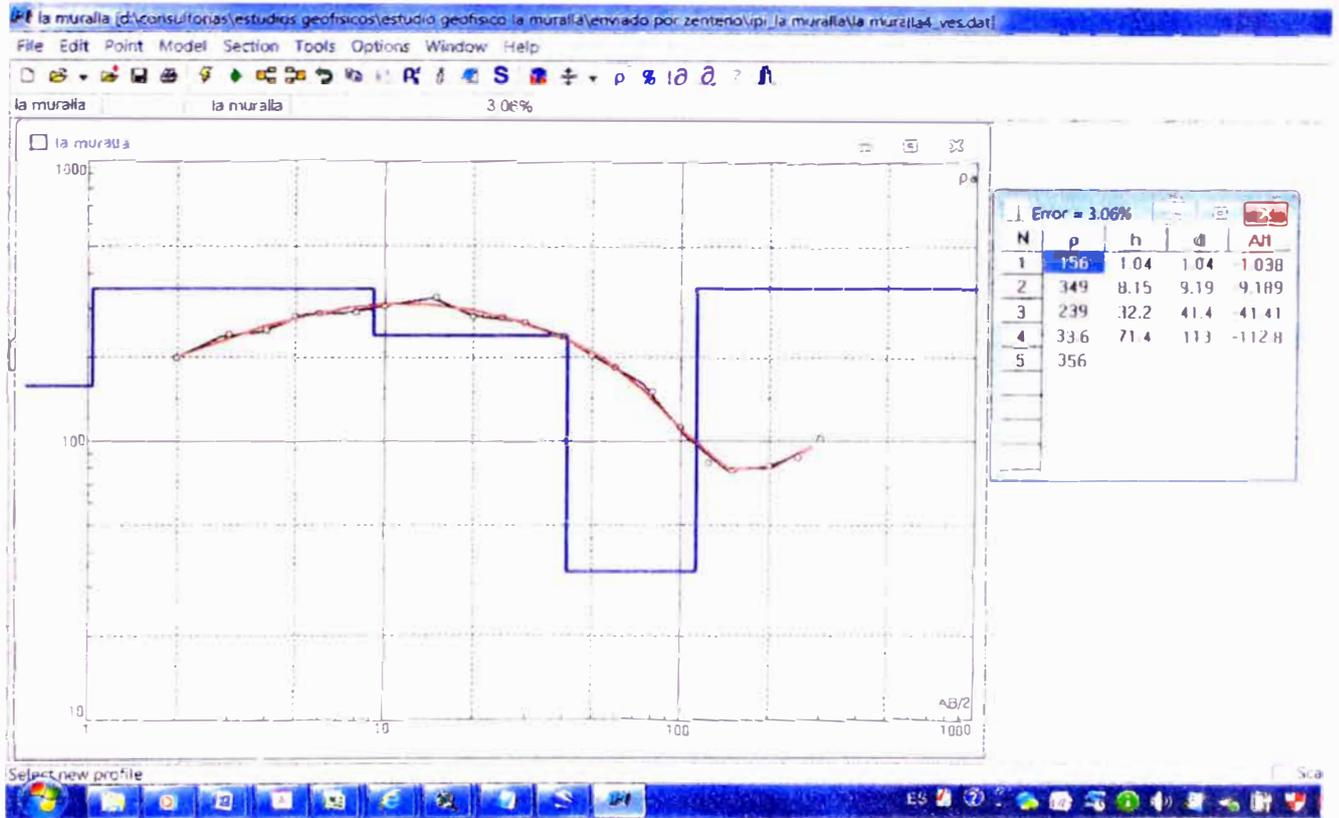
SONDEO ELECTRICO VERTICAL N° 02



SONDEO ELECTRICO VERTICAL N° 03



SONDEO ELECTRICO VERTICAL N° 04



Vistas Fotograficas

VISTA FOTOGRAFICA DE EJECUCION DE SEV N° 1



VISTA FOTOGRAFICA DE EJECUCION DE SEV N° 3



VISTA FOTOGRAFICA DE EJECUCION DE SEV 4



Ing Rolando Rubio Flores
C.R. 33776

PLANOS



LEYENDA

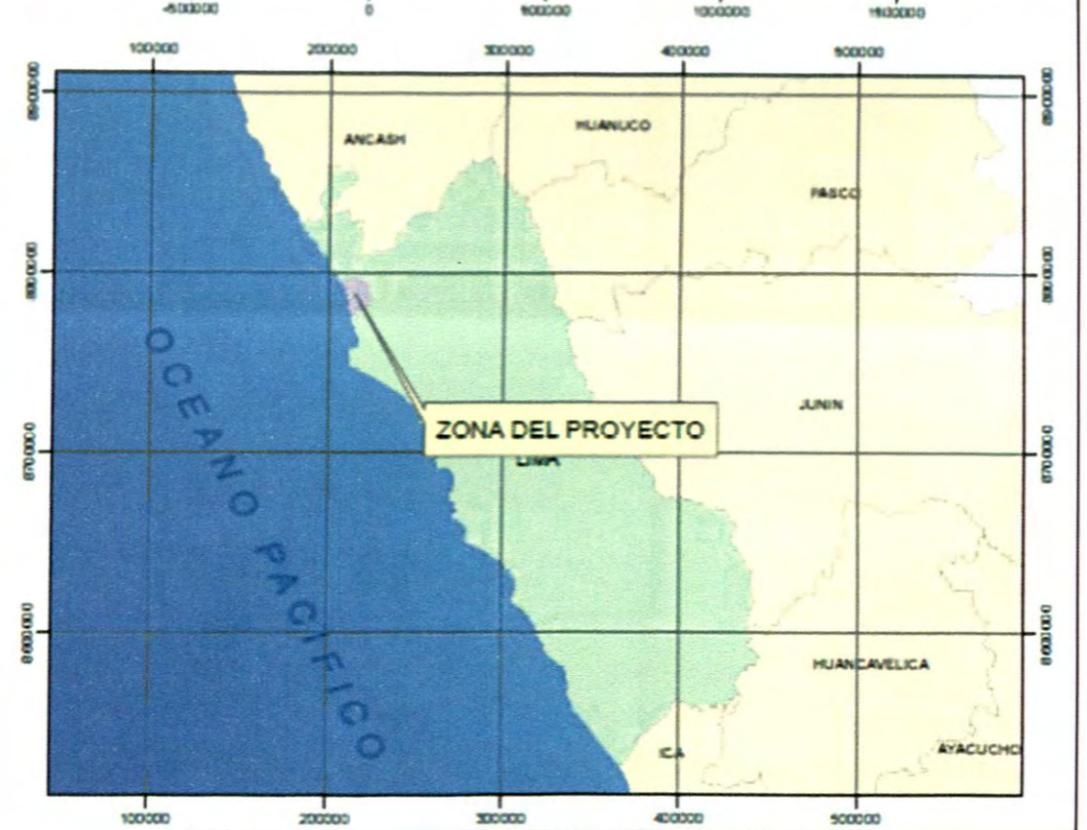
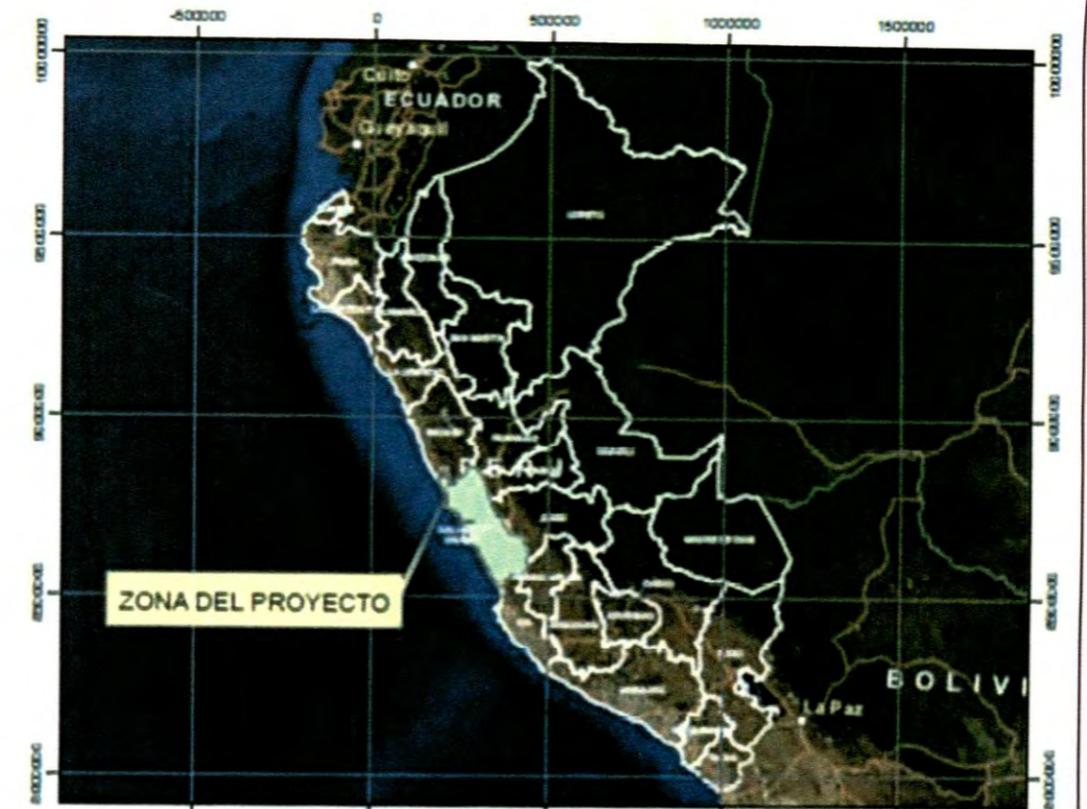
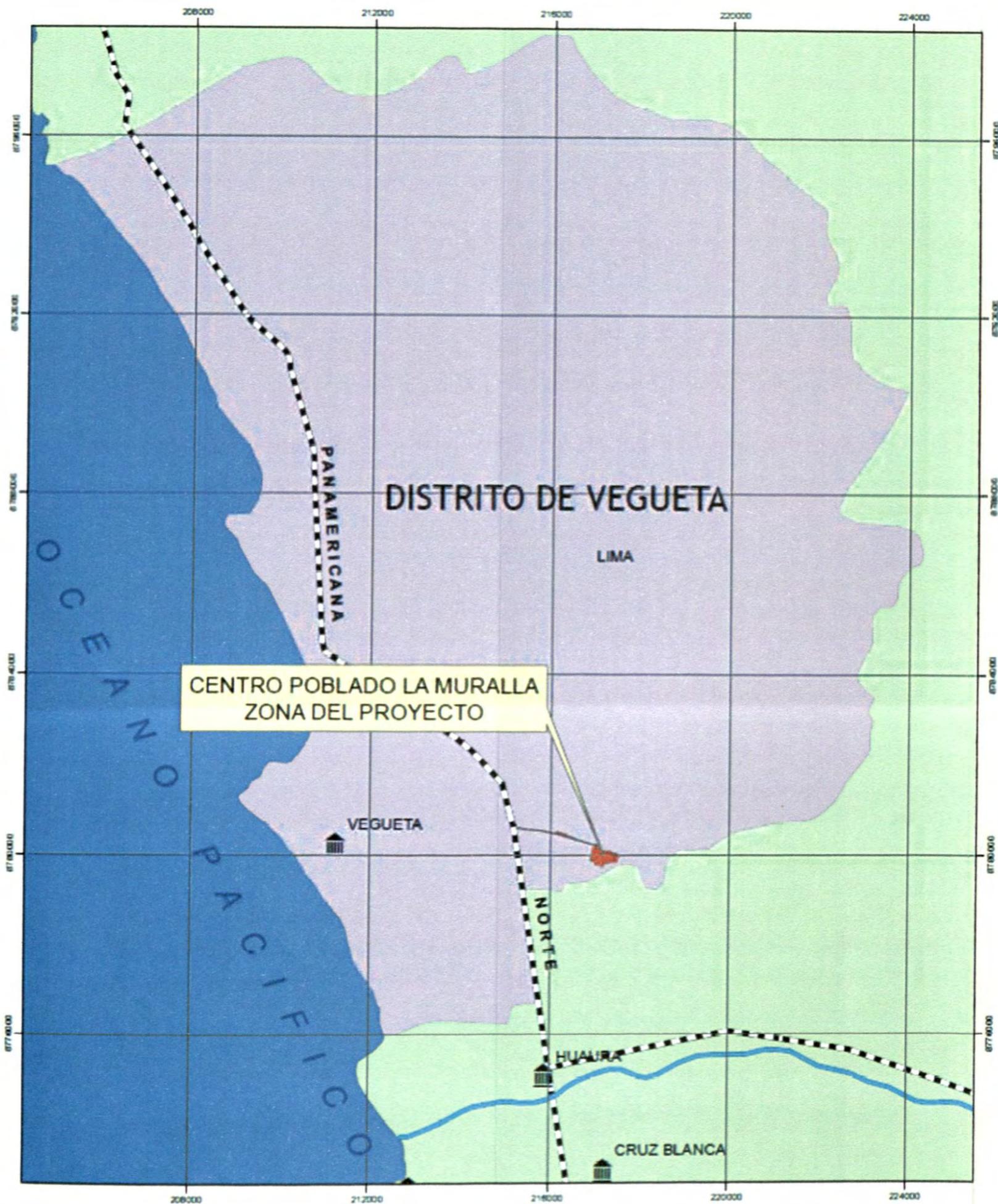
EDAD	UNIDADES LITESTRATIGRAFICAS	ROCAS INTRUSIVAS
CUATERNARIO	Depósitos Aluviales	Q-al
	Depósitos Marinos	Q-m
	Depósitos Eólicos	Q-e1
		Q-e2
TERCIARIO	Volcánico Calpuj	KI-vc
	Superior	
CRETACEO	DISCORDANCIA	
	Fm. Casma	KI-c
		KI-B Intrusivos Mpsobolales
		KI-dib Diorita
		KI-g Gabro

SIMBOLOGIA

- Rumbo y buzamiento de estratos
- Rumbo y buzamiento de foliación
- Rumbo y buzamiento vertical
- Contacto observado
- Contacto cubierto
- Contacto probable
- Inclinación de contacto intrusivo
(La punta de la flecha indica la dirección de buzamiento)
- Contacto intrusivo vertical
- Contacto intrusivo horizontal
- Edad relativa de cuerpos intrusivos
- Contacto intrusivo gradacional
- Contacto intrusivo gradacional cubierto
- Zona de bordura laminada
- Dique
- Zona xenolítica
- Escarpa de terraza
- Escarpa de terraza cubierta
- Falla
- Falla probable
- Salinas
- Alineamiento de dunas
- Localidad fosilífera
- Mina activa
- Evaporadores de sal
- Línea de perfil

Figura N° 2.02: Mapa Geológico del Cuadrángulo de Huacho.

Fuente: INGEMMET – Hoja N° 23-h



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

INFORME DE SUFICIENCIA

DISEÑO DE NUEVO POZO Y SISTEMA DE IMPULSIÓN PARA EL
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE AL CENTRO POBLADO "LA MURALLA"

PLANO:	PLANO DE UBICACION			
ESCALA:	REGION: LIMA	PROVINCIA: HUAURA	DISTRITO: VEGUETA	PLANO: U-01
FECHA: ABRIL 2012	ELABORADO: BACH. LOPEZ VEGA CARLOS	REVISADO: ING. EDUARDO HUARI CAMA	APROBADO: ING. EDUARDO HUARI CAMA	01 de 04



NOTAS :
 1.- SISTEMA DE COORDENADAS UTM WGS 84
 2.- COTAS REFERIDAS A NIVEL MEDIO DEL MAR
PLANOS BASE:
 ESTUDIO DE TOPOGRAFIA AUTOPISTA
 ANCON - HUACHO - PATIVILCA
 TRAMO HUACHO - PATIVILCA
 910488-50-INF-02-001-REV 0
 VOLUMEN 2 DE 2

LEYENDA

- BENCH MARK
- BUZÓN DE DESAGÜE EXISTENTE
- POSTE DE ALUMBRADO PUBLICO
- VIA PANAMERICANA
- ALCANTARILLA
- PUENTE
- TUBERIA DE AGUA EXISTENTE
- CAMINO
- CANAL
- CURVAS DE NIVEL
- LOTES HABITADOS

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL				
INFORME DE SUFICIENCIA DISEÑO DE NUEVO POZO Y SISTEMA DE IMPULSIÓN PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE AL CENTRO POBLADO LA MURALLA				
PLANO: PLANO TOPOGRAFICO				
ESCALA: 1:500	REGION: LIMA	PROVINCIA: HUAURA	DISTRITO: VEGUETA	PLANO: PT-01
FECHA: ABRIL 2012	ELABORADO: BACH. LOPEZ VEGA CARLOS	REVISADO: ING. EDUARDO HUARI CAMA	APROBADO: ING. EDUARDO HUARI CAMA	02 de 04



LEYENDA

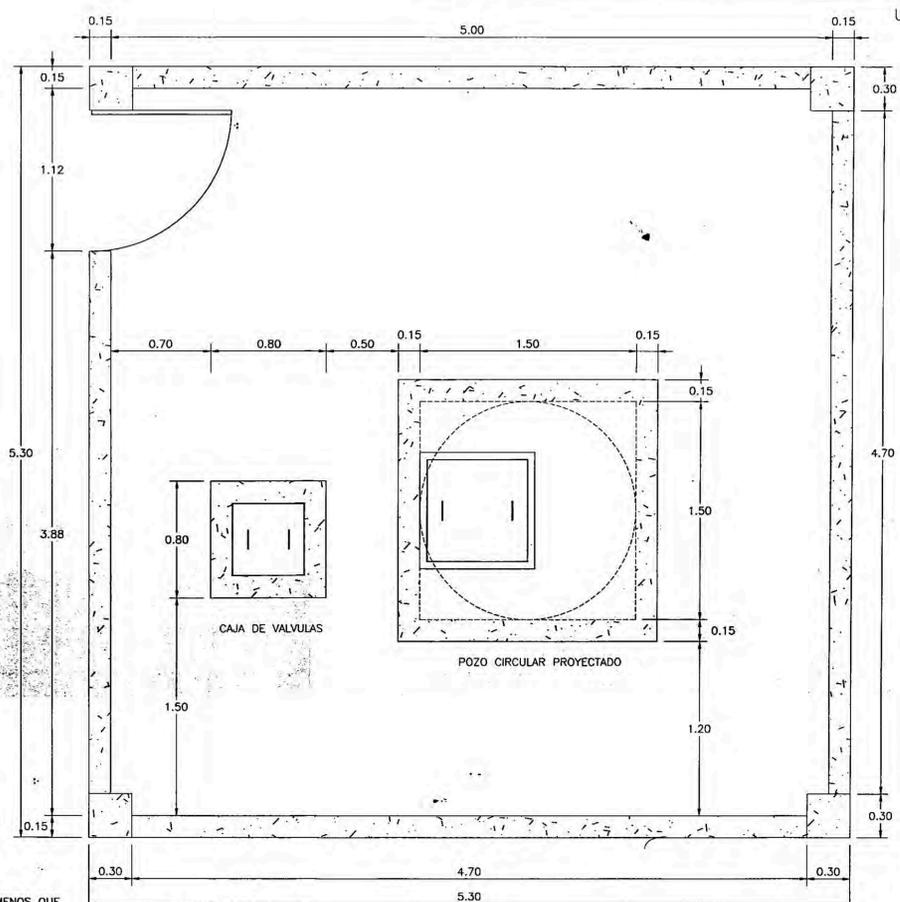
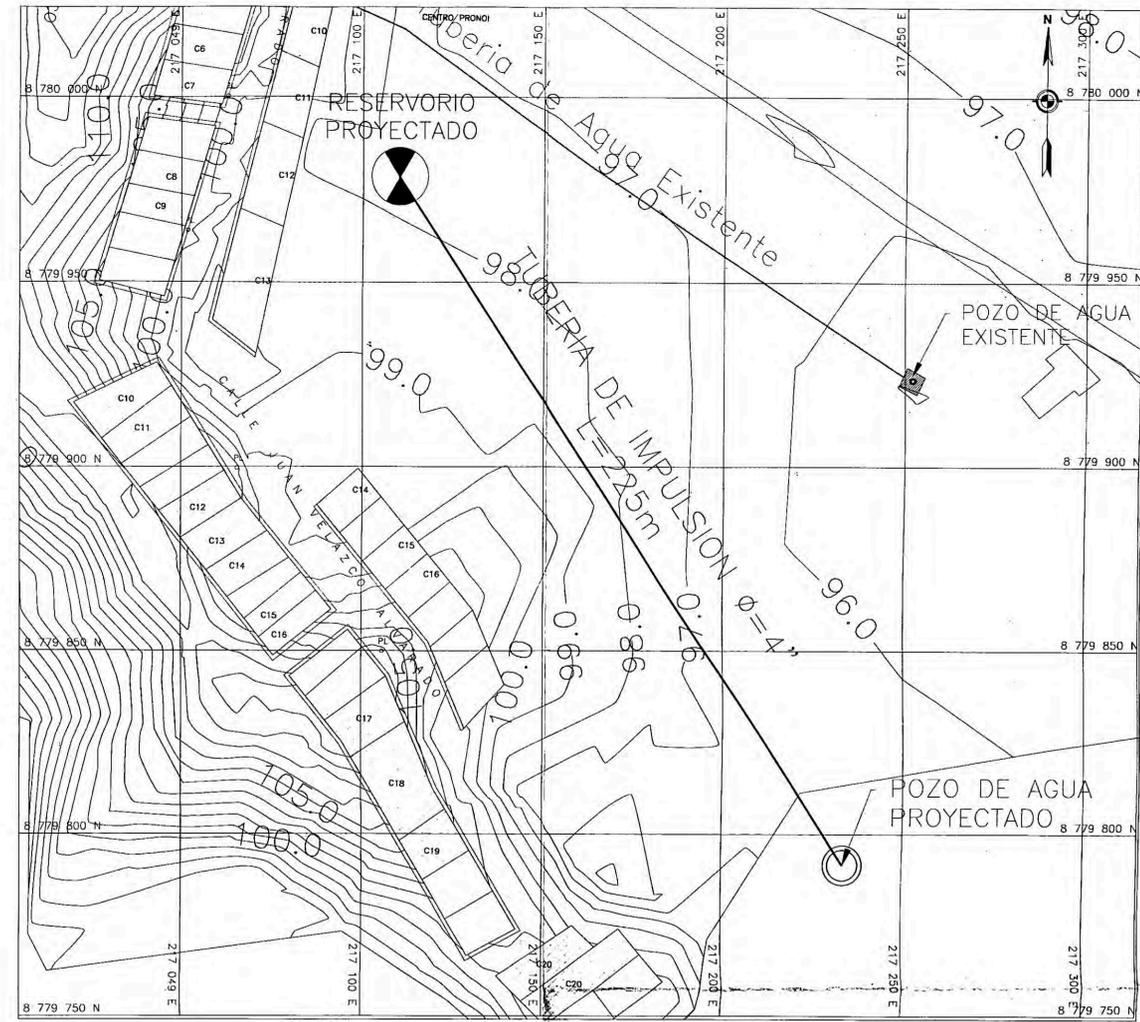
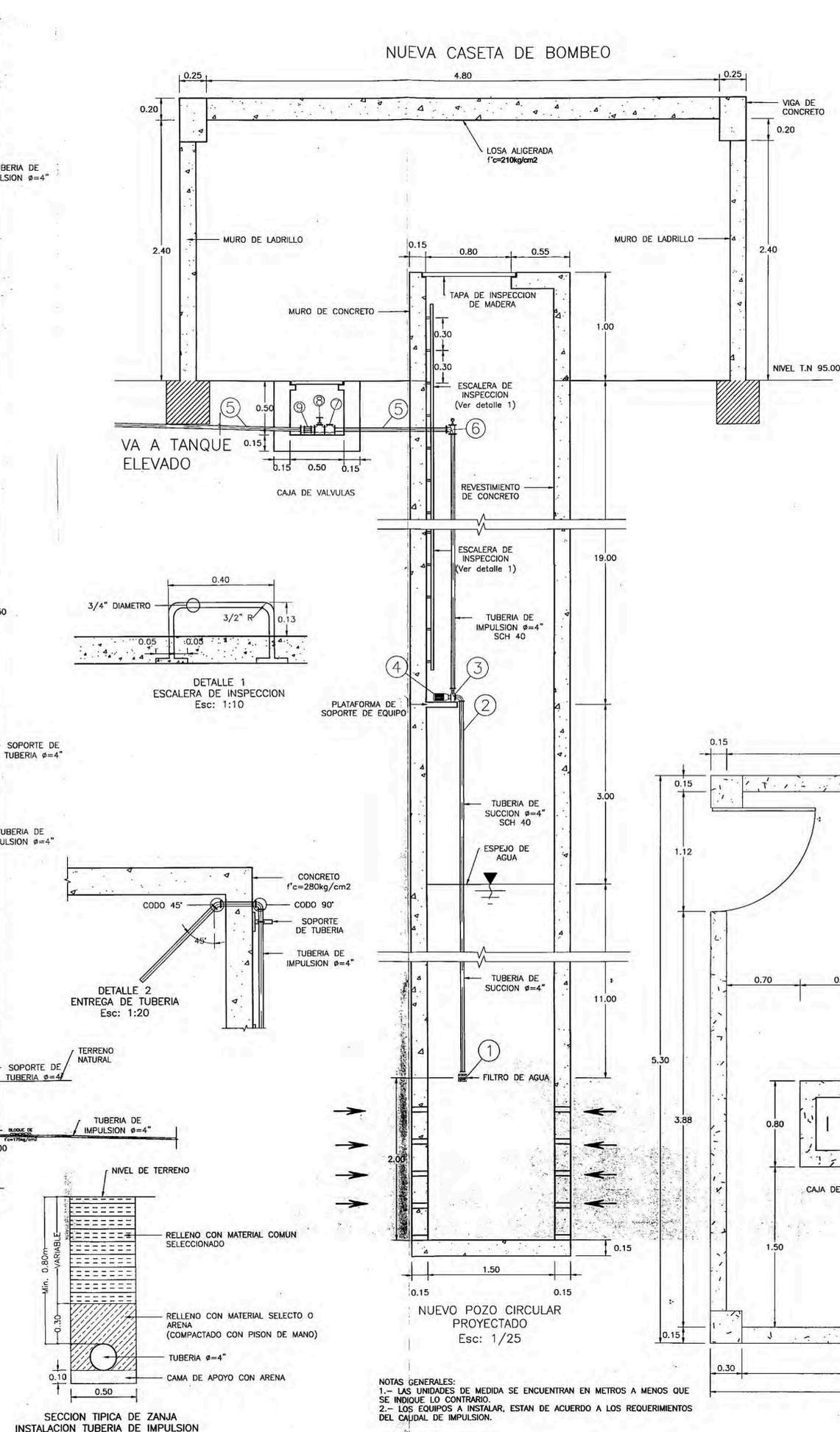
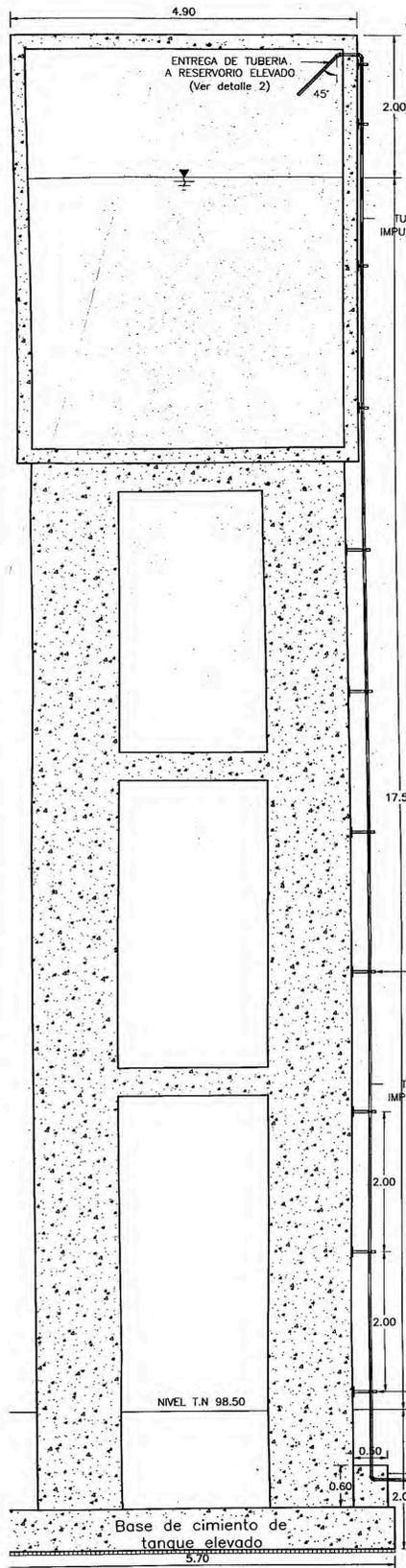
- CALICATAS
- BUZÓN DE DESAGÜE EXISTENTE
- POSTE DE ALUMBRADO PÚBLICO
- VIA PANAMERICANA
- ALCANTARILLA
- PUENTE
- TUBERIA DE AGUA EXISTENTE
- TUBERIA PVC ø=200mm UF
- CAMINO
- CANAL
- CURVAS DE NIVEL
- LOTES

CALICATA	E	N
C-1	217034.166	8780240.346
C-2	217110.319	8779978.513
C-3	216944.195	8780073.229
C-4	216580.505	8780340.822

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
INFORME DE SUFICIENCIA
DISEÑO DE NUEVO POZO Y SISTEMA DE IMPULSIÓN PARA EL
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE AL CENTRO POBLADO LA MURALLA

PLANO: **PLANO DE UBICACION DE CALICATAS**

ESCALA: 1/1250	REGION: LIMA	PROVINCIA: HUAURA	DISTRITO: VEGUETA	PLANO: PC-01
FECHA: ABRIL 2012	ELABORADO: BACH. LOPEZ VEGA CARLOS	REVISADO: ING. EDUARDO HUARI CAMA	APROBADO: ING. EDUARDO HUARI CAMA	03 de 04



UBICACION DE TUBERIA DE IMPULSION Esc: 1/1000

COORDENADAS UTM (WGS 84) DE POZO PROYECTADO	
NORTE	ESTE
8779792	217234

LEYENDA	
PL	POSTE DE ALUMBRADO PUBLICO
---	TUBERIA ø=4" SCH40
---	CAMINO
---	CANAL
---	CURVAS DE NIVEL
---	LOTES

- ⑤ ADAPTADOR AUTOPORTANTE
- ⑦ VALVULA DE CHECK DE LA BOLA
- ⑦ VALVULA DE COMPUERTA
- ⑥ MANOMETRO
- ⑤ TUBERIA DE IMPULSION
- ④ MOTOR 11.5HP
- ③ ELECTROBOMBA HIDROSTAL
- ② TUBERIA DE SUCCION
- ① CANASTILLA DE SUCCION



NOTAS GENERALES:
 1.- LAS UNIDADES DE MEDIDA SE ENCUENTRAN EN METROS A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.
 2.- LOS EQUIPOS A INSTALAR, ESTAN DE ACUERDO A LOS REQUERIMIENTOS DEL CAJAL DE IMPULSION.

VISTA DE PLANTA DE CASETA DE BOMBEO Esc: 1/25

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 INFORME DE SUFICIENCIA
 DISEÑO DE NUEVO POZO Y SISTEMA DE IMPULSION PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE AL CENTRO POBLADO LA MURALLA

PLANO:
 ESCALA: 1:1000 REGION: LIMA PROVINCIA: HUAURA DISTRITO: VEGUETA PLANO: PI-01
 FECHA: ABRIL 2012 ELABORADO: BACH. LOPEZ VEGA CARLOS REVISADO: ING. EDUARDO HUARI CAMA APROBADO: ING. EDUARDO HUARI CAMA 04 de 04