

EVALUACIÓN DE LA POTENCIA INSTALADA DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO EN EL ACUÍFERO DE LA ZONA DEL VALLE DE SICARIGUA MUNICIPIO TORRES / ESTADO LARA

AUTOR: ALIRIO SEGUNDO LÓPEZ

TUTOR: HERVÉ JÉGAT

aslopez@ucla.edu.ve

RESUMEN

El presente estudio tiene como propósito evaluar la potencia instalada de los equipos de bombeo ubicados en el acuífero del Valle de Sicarigua, municipio Torres del estado Lara. El mismo está apoyado en la modalidad de investigación descriptiva y de campo lo que permitió levantar la información requerida para la elaboración del inventario de 159 pozos en total, la cual se sometió a un proceso de depuración lo que permitió generar valiosa y novedosa información concerniente a la eficiencia del pozo, la potencia teórica, la potencia requerida por la bomba y el motor, la potencia última a instalar en "HP" y ser comparada con la potencia instalada en el sitio, para detectar las áreas de baja y alta potencia de los equipos de bombeo. La realización de la conversión de ésta en "HP" a "KVA" para la determinación definitiva de las respectivas capacidades de los transformadores y por último la determinación del consumo de energía eléctrica en bolívares de cada uno de los pozos. Además ésta investigación se apoyó para su desarrollo en una metodología empleada en el estudio CIDIAT-APROSELA, (2000) y en el mismo se concluye que la estimación de la potencia última a instalar es aceptable y aplicable.

Descriptores: Acuíferos, Caudal de bombeo, Eficiencia de Pozos, Equipos de Bombeo, Potencia última a Instalar, Potencia instalada en sitio, Consumo de energía eléctrica.

Cálculo del abatimiento teórico del pozo

Para la determinación del abatimiento teórico en el caso de flujo no permanente, se puede aplicar satisfactoriamente la ecuación de aproximación de Jacob. (Ecuación 1).

$S_{teórico} = S_{acuifero}$ (Ec. Jacob, para valores de t muy grande)

$$S_{teórico} = \frac{Q}{4\pi T} * \ln\left(\frac{2.25 * T * t}{r^2 * S}\right) \quad 1-1$$

Capacidad Específica

Otra herramienta para la obtención de información acerca de la eficiencia del pozo es la capacidad específica (Q/s) de un pozo, es el gasto dividido por el abatimiento, el mismo es indicativo del rendimiento característico que presenta la matriz sólida del acuífero en estudio. También puede ser usado para medir la eficiencia de un pozo. Debido a que la capacidad específica, en la mayoría de los pozos decrece con el tiempo desde el comienzo del bombeo, es necesario indicar en que momento fue medido, después de iniciado el mismo. La unidad usual de capacidad

específica es en litros por segundos por metro de abatimiento. La capacidad específica o caudal específico de una captación es el cociente del caudal por el descenso; las unidades son normalmente litro/segundo y por metro. Este valor caracteriza la permeabilidad del espesor de capa acuífera captada.

Si se desea determinar el abatimiento en el pozo de bombeo, para un caudal de bombeo conocido ($Q = l/s$ por metro de abatimiento).

$$CE = \frac{Q}{s_{teórico}} \quad 2$$

$$s_{teórico} = \frac{Q}{CE} \quad 2-1$$

Eficiencia de un pozo

Se entiende por eficiencia (ϵ) de un pozo el valor obtenido de la división del abatimiento teórico por el abatimiento real, siendo el abatimiento teórico ($S_{teórico}$) el que se tendría en la pared del pozo de acuerdo con los valores de Transmisividad y Coeficiente de almacenamiento del acuífero y suponiendo que no existe turbulencia y el abatimiento real (S_{real}), el observado en el mismo; estos valores deben referirse a un mismo tiempo. La eficiencia

decrece ligeramente con el tiempo de bombeo y de ahí que sea preciso referir la eficiencia a una duración determinada. (Ecuación 1-1)
 Para el cálculo de eficiencias es aconsejable determinar el abatimiento teórico a partir de valores de T y S referido al área de estudio.
 Es importante considerar dos aspectos en el diseño de un pozo primero la máxima eficiencia y segundo minimizar las pérdidas; lo cual amerita que la eficiencia sea un dato de gran valor en la construcción de un pozo y permite compararlo con otros de la misma formación; en acuíferos confinados poco permeables, la eficiencia suele ser alta ya que la mayor pérdida de carga es imputable en la formación. Por el contrario, en acuíferos muy permeables, la eficiencia puede ser baja si el mismo no ha sido construido muy cuidadosamente o no ha sido bien desarrollado. (Figura 1)
 La comprobación sistemática de la eficiencia de un pozo puede mostrar efectos de incrustación y corrosión, señalando la necesidad de un mantenimiento preventivo o correctivo. Además de los errores constructivos y de diseño hay otros factores que contribuyen a disminuir la eficiencia original del pozo: obstrucción mecánica de la rejilla y del filtro de grava, incrustaciones químicas y demás obstrucciones de bacterias.

Los constructores de pozos entregan lo que se denomina la curva de agotamiento del pozo, relación que existe entre el caudal y la profundidad a la cual se puede extraer. Pero ninguno entrega información respecto de cual fue la eficiencia constructiva que se alcanza, la misma es afectada por dos factores:

1. Pérdidas de carga en el acuífero; las mismas son debida al roce del paso del agua y no se puede modificar. (Ecuación 1)
2. Pérdidas de carga en el pozo, las mismas son debidas al pozo y se originan en la rejilla o ranurado. (Ecuación 3)

$$S_{real} = S_{acuifero} + S_{penetración-parcial} + S_{rejilla} + S_{bomba} \quad 3$$

$$S_{Real} = N_D - N_E \quad 3 - 1$$

$$\varepsilon = \frac{S_{teórico}}{S_{real}} \quad 4$$

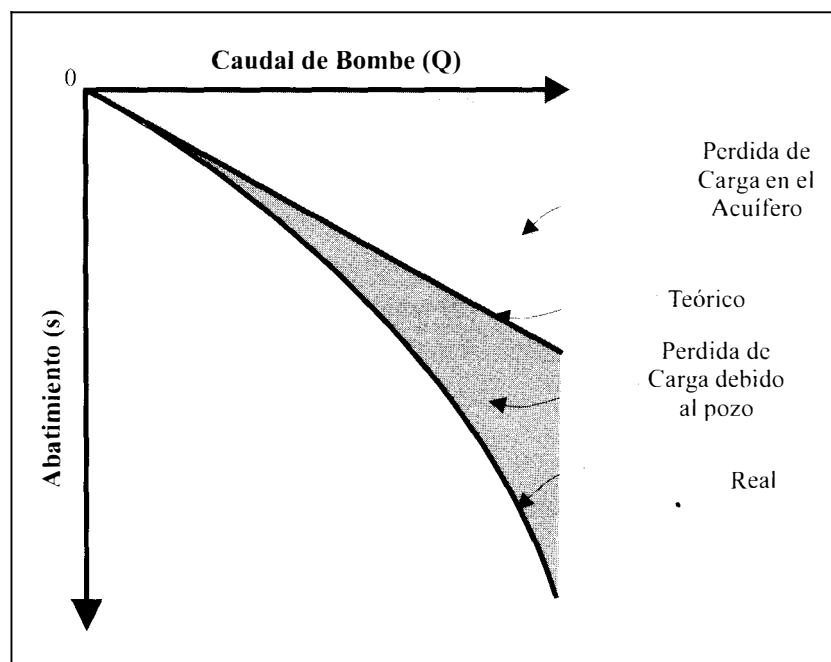


Figura 1. Gráfica Eficiencia del Pozo. Fuente: Elaborado por el autor

Extracción de Agua en Pozos Profundos

La extracción de agua en pozos profundos, se realiza a través de una conducción sencilla y práctica, como es la colocación de una tubería con rejillas o ranuras ubicados en la captación del agua, con ciertas características como es el diámetro, la longitud, el tipo de material entre otros. El motor de la bomba es accionada por energía eléctrica para realizar la conducción del agua desde el subsuelo hasta la

superficie del terreno, por tal razón la necesidad de determinar la potencia instalada requerida, en cada uno de los equipos de bombeo instalados en el área de estudio. La conducción se efectúa a través de una tubería desde la captación del agua hasta la descarga, es necesario determinar las pérdidas por fricción en metros, las mismas se estimarán con el uso de la ecuación de Hazen y William. (Ecuación 5).

$$H_f = 10.649 \times \left(\frac{Q}{C_{HW}} \right)^{1.85} \times \frac{L_{Total}}{D^{4.87}} \quad 5$$

H_f	Pérdidas por fricción	(m)
Q	Caudal	(l/s)
C_{HW}	Coefficiente Rugosidad	
L_{Total}	Longitud total	(m)
D	Diámetro	(m)

Según estudio realizado por el CIDIAT - APROSELA (2000) la longitud total de la tubería será el nivel dinámico (ND), adicionalmente el incremento del 25 por ciento del mismo obedecido a la penetración existente de la tubería más allá del nivel antes mencionado y las pérdidas de carga en el sistema de bombeo, por último la estimación de una carga a la salida del pozo de 10 metros, referido al sistema de bombeo de cada uno de los pozos. (Ecuación 5-1)

$$L_{Total} = L + 25\% L + 10,00 \quad 5 - 1$$

Potencia de la Bomba en caballos de fuerza (hp)

La potencia se define como la rapidez con que se realiza un trabajo; en mecánica de los fluidos, se puede considerar que la potencia es la rapidez con que la energía está siendo transferida al flujo. La unidad de potencia en el Sistema Internacional (SI) es el valor de Watts que es equivalente a 1.0 Newton x metro/segundo (N.m/s).

La eficiencia se utiliza para denotar el cociente de la potencia transmitida por la bomba al fluido entre la potencia suministrada por la bomba. Debido a las pérdidas de energía ocasionadas por la fricción mecánica en los componentes de la bomba, la fricción del fluido en la misma y a la excesiva turbulencia del fluido que se forma en ella, no toda la potencia suministrada a la bomba es transmitida al fluido, por lo tanto (?) representa la eficiencia mecánica.

El valor de la eficiencia mecánica de las bombas depende no solamente de su diseño, sino también de las condiciones en las cuales está funcionando, particularmente, de la elevación total y del caudal. Para las bombas que se utilizan en sistemas hidráulicos, el intervalo de eficiencias va desde 70 hasta 90 por ciento. Para bombas centrífugas utilizadas principalmente para transferir líquidos o hacerlos circular, el intervalo de eficiencias está comprendido entre 50 y 85 por ciento. A continuación se detallan las ecuaciones a usar para la estimación de la potencia teórica de la bomba (hp), potencia real de la bomba (hp).

$HB = (\Delta H + H_f)$	6	dónde:	
$Pot_{Teórica} = W \times HB$	7	Q :	Caudal m^3/s
$Pot_{Teórica} = \gamma_{FLUIDO} \times Q \times HB$	7 - a	HB :	Altura de bombeo m
$Pot_{Teórica (HP)} = \frac{\gamma_{FLUIDO} \times Q \times HB}{76}$	7 - b	η :	Eficiencia de la bomba (70%)
$Pot_{Real (HP)} = \frac{\gamma_{FLUIDO} \times Q \times HB}{76 \times \eta}$	7 - c	W :	Rapidez del flujo de peso N/s
		$Pot_{(HP)}$:	Potencia de la bomba hp

γ_{FLUIDO} = Peso específico del agua $Kg.(f)/m^3$

$1 hp = 0.7457 Kw.$

La potencia requerida para el motor (hp), se hará un incremento del 20 por ciento por razones de seguridad con respecto a la potencia real de la bomba (hp) por ser de tipo eléctrico. (Ecuación 7d)

$$\text{Potencia Requerida (Motor)}_{hp} = 120\% * \text{Potencia Real (Bomba)}_{hp} \quad (7d)$$

Descripción de la metodología a usar

Potencia a instalar

$$\begin{aligned} \text{Potencia Requerida Motor (hp)} &= 120\% \times \text{Potencia Real Bomba (hp)} & (7d-1) \\ \text{Pot. Req. Motor (Kw)} &= \text{Pot. Req. Motor(HP)} \times 0.746 \text{ (Kw/hp)} & (7d-2) \\ \text{Potencia Requerida Motor (KVA)} &= \text{Pot. Req. Motor (Kw)/FP} & (7d-3) \\ \text{Potencia última a instalar (KVA)} &= 120\% \times \text{Pot. Requerida Motor (KVA)} & (7d-4) \end{aligned}$$

Pot. Req. Motor

FP

Potencia Requerida Motor

Factor de potencia

$$1hp = 0,746 \text{ Kw.}$$

$$KVA = \frac{\text{Pot. Req. Motor (KVA)}}{F.P}$$

8

E.P	Factor de Potencia (80 – 85)% dependiendo de la construcción del motor.
K	Kilo
V	Vatio
A	Amperios
Kw	Kilovatios

Siempre cuando se instala un equipo de transformación de energía, Enelbar por normas contempla el requerimiento de un 20 por ciento de holgura (arranque de los equipos y la protección de la red eléctrica), la cual determinará la potencia última a instalar.

Transformadores

Son máquinas estáticas, conformada por un entre hierro y dos arrollamientos de cobre uno primario (alta tensión) y otro secundario (baja tensión); lo cual sirve para transformar la tensión y corriente a valores deseados.

Existen diversos tipos de transformadores, entre los más comunes se tiene los de elevadores, medición, reductores y entre otros. Este último puede ser trifásico y monofásico; en el país se usa transformadores monofásicos y se acoplan en conjunto de tres para formar el equipo trifásico.

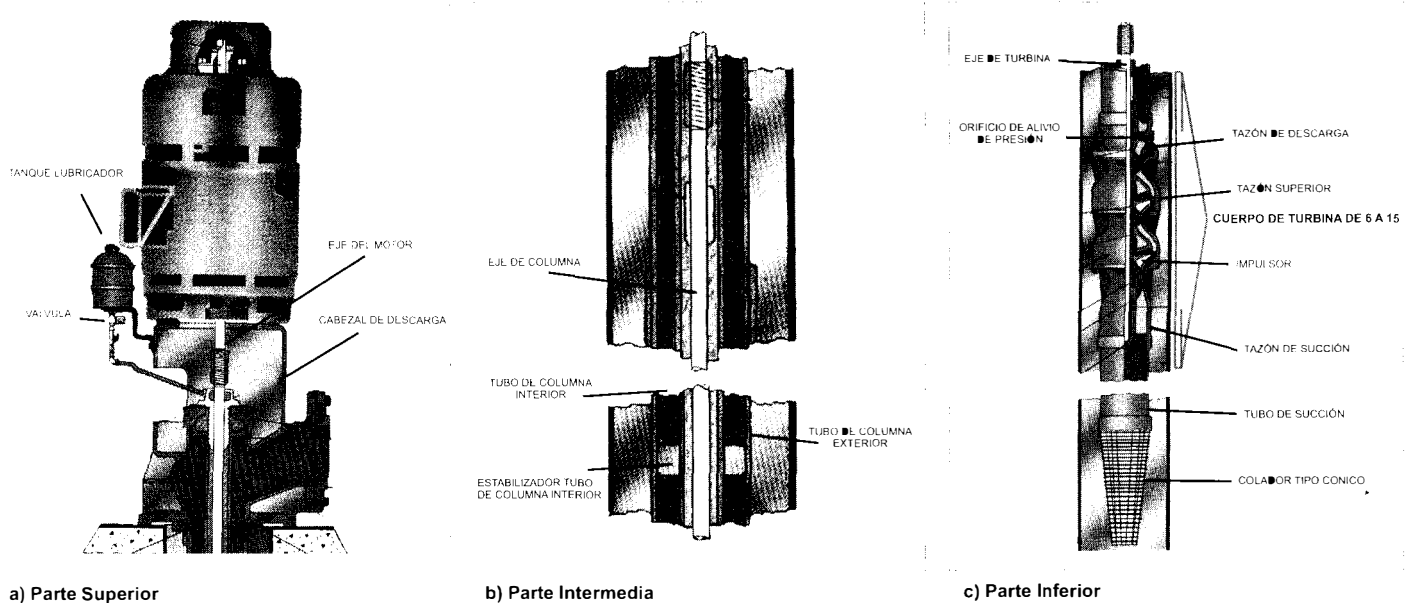
Es importante el conocimiento de los valores nominales de tensión y corriente de cualquier equipo eléctrico (transformadores, motor, etc.) están referidos a los del fabricante, valores ideales para que el equipo funcione al 100 por ciento. Cualquier motor (equipo de bombeo) para el arranque siempre tiene un consumo de 5 a 6 veces la corriente nominal, por tal razón se hará el incremento del 15 al 20 por ciento. Para el diseño, se requerirá de un banco de transformadores que de la potencia requerida en (KVA).

Características de los Transformadores

- 1.- Transformadores Monofásicos
- 2.- Enfriamiento en aceite
- 3.- Capacidades de (10, 15, 25, 37.5, 50, 75, 100) KVA

Bombas Centrifugas Verticales

También se les denomina turbo bombas o bombas de tipo pozo profundo: en realidad son bombas centrifugas cuyo eje es vertical y sobre el cual se apoya un determinado número de impulsores en serie que elevan el agua por etapas a fin de satisfacer las condiciones de carga; las mismas deben ubicarse directamente sobre el punto de captación; éstas se construyen de diámetros pequeños, a fin de ser introducidas en las perforaciones de pozos profundos. (Figura 2)



a) Parte Superior

b) Parte Intermedia

c) Parte Inferior

Figura 2. Diseño bomba centrífuga, eje vertical, Fuente: Rediseñado por el autor

Determinación Consumo de Energía Eléctrica

Desde el punto de vista agrícola y económico, la zafra de la caña de azúcar, tiene un ciclo de riego de 10 meses al año lo que equivale 7200 horas de trabajo, la misma afectada por un 75 por ciento de trabajo, dando un valor de tiempo efectivo de trabajo igual 5400 horas de trabajo, el precio total de consumo de energía eléctrica en cada uno de los pozos se obtiene del producto de la Potencia Requerida del Motor (Kilovatios/Hora), el tiempo efectivo de trabajo y por el precio unitario Bolívars/(Kilovatios/Hora).

$$TE = TF \times \Phi \quad \text{Horas} \quad \mathbf{9}$$

$$CM = TE \times Pot(Kw) \quad \frac{Kw}{Hora} \quad \mathbf{10}$$

$$PT = PU \times CM \quad \text{Bs. / (Kw / Hora)} \quad \mathbf{11}$$

TF Tiempo de funcionamiento del motor durante el año en horas

Φ Eficiencia de trabajo (75 %)

TE Trabajo efectivo en horas

CM Consumo de Energía Eléctrica del Motor _ Equipo de bombeo

PU Precio Unitario, según tarifa Enelbar (18 de Octubre del 2002)

PT Precio Total en bolívars

Población y Muestra

La población a objeto de estudio la constituyó un número de 159 pozos en total, información que permite la elaboración del inventario de pozos pertenecientes al acuífero de la zona del Valle de Sicarigua, ubicado en el municipio Torres del estado Lara.

Para la realización de esta investigación se realizó una muestra de tipo intencional de 78 pozos, por la cual se concentra en la determinación de la potencia última a instalar de los equipos de bombeo en cada uno de los pozos y se comparó la potencia instalada en el sitio en "HP", "KVA" y el consumo de energía eléctrica anual en "Kwatts", "Bs.", ubicado en el acuífero de la zona del Valle de Sicarigua, municipio Torres del estado Lara.

Recopilación de información red de pozos

Uno de los aspectos más importantes y útiles del trabajo, es la recopilación de la información actual en la red de pozos perteneciente al acuífero que se encuentra ubicado en la zona del Valle de Sicarigua, municipio Torres del estado Lara.

Del total de pozos 159 en el área de estudio, todos han sido objeto de alguna medición, en cierto momento. Sin embargo no todos estos han sido medidos simultáneamente y continuamente. Cabe destacar que este procedimiento se contó con un GPS para la obtención de las coordenadas (x, y), la cota de terreno; además verificar en algunos de ellos la potencia instalada en los equipos e indicar si el motor es eléctrico o de gasoil. De igual forma se hicieron aforos, aplicando el método volumétrico y las mediciones de los niveles estático, dinámico respectivamente a través de las sondas eléctricas. Además la verificación real del uso del agua para fines de riego, el registro de la perforación, este último dato tan importante ha sido imposible su obtención.

El resto de la información de los pozos, referido a su producción, los niveles por una parte la suministraron directamente los propietarios en visitas realizadas en campo y por la otra fue complementada por los archivos que tiene el Central Azucarero La Pastora C.A., todo el compendio de la información obtenida en cada uno de los pozos fue descargada en una tabla, la misma permitió el inventario de pozos en el área de estudio.

Aprovechando la matriz de información generada por el inventario de pozos en el cual se incluyen las respectivas coordenadas (x, y), permitió la elaboración de una tabla en Excel.

Previamente delimitada el área de estudio, se digitalizó a través del programa Autocad 2004, luego por el programa Surfer 8; lo que facilitó la lectura del archivo en Excel y plotear en la misma todos los pozos. (Figura 3)

Vaciado de la información red de pozos en planos

A través del programa Autocad 2004 bajo WINDOWS XP, se digitalizó para la elaboración de los planos 1 (Coeficiente de Almacenamiento) y 2 (isolíneas de la Transmisividad), según estudio realizado por González (1980); con la obtención del inventario de pozos en el área de estudio, se procedió a darle cuerpo al estudio, como es la ubicación de los 159 pozos a través de sus coordenadas (x, y) en los planos antes mencionados, así se determinó los parámetros T, S de cada uno de los pozos.

Determinado los valores de la Transmisividad y el Coeficiente de Almacenamiento, se estimó el tiempo de bombeo (t) igual a 90 días, radio del pozo igual a 20 centímetros, se procedió a efectuar los cálculos del Radio de Influencia (R) de cada uno de los pozos.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Los planos de Coeficiente de Almacenamiento y el de isolíneas de Transmisividad perteneciente al Valle de Sicarigua González, V. (1980), se digitalizaron a través del programa de Autocad 2004 y exportados al programa Surfer 8 para su respectiva digitalización.

Una vez recopilada la información de los pozos en el área de estudio y su respectivo proceso en cada uno de ellos; se procedió a la ubicación a través de sus coordenadas (x, y); lo que significa que tienen una posición geográfica definida dentro del Valle de Sicarigua y en la región del estado Lara, gracias a una matriz de información generada por un archivo Excel y el área de estudio digitalizado por un archivo del programa Surfer 8, son fusionados en un archivo tipo GRD.

Además, aprovechando la información anterior con relación a la ubicación de los pozos, se superponen sobre los planos existentes el primero de Coeficiente de Almacenamiento (S) y el segundo isolíneas de Transmisividad (T) para la obtención de los valores T y S de cada uno de los pozos, descargados posteriormente en el inventario de pozos.

En otro orden de ideas, al 49.06 por ciento del total de los pozos se le determinó el consumo de energía eléctrica en bolívares por zafra en cada uno de los equipos de bombeo instalados en el área de estudio.

Teniendo una información detallada de los pozos, referida a la potencia última a instalar (kwatts) por un lado, más la duración de la zafra de

la caña de azúcar igual a 10 meses de riego permanente y éste convertido en tiempo de efectivo de trabajo, lo cual permite la estimación real del consumo de energía eléctrica del motor (kwatts-horas) y, del conocimiento de la tarifa eléctrica (Bs/ kwatts-horas) impuesta por la empresa eléctrica de la región, permitiendo la obtención del consumo de energía eléctrica en bolívares por zafra en cada uno de los pozos. (Figura 4)

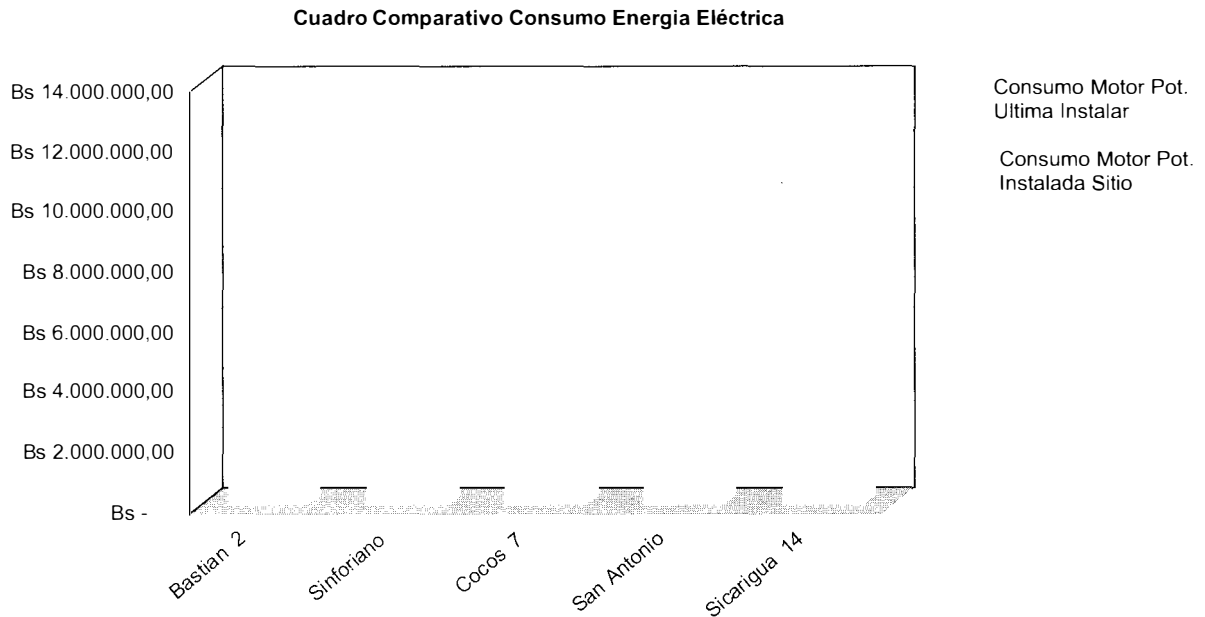


Figura 4. Cuadro comparativo consumo de energía eléctrica. Fuente: Asistente gráfico Excel

Teniendo ahora una información más depurada, referido al consumo de energía eléctrica en bolívares por zafra de cada uno de los pozos perteneciente al área de estudio, de igual modo por analogía se efectuó el análisis para la potencia última instalada en el sitio permitiendo la elaboración de un cuadro comparativo. (Figura 5)

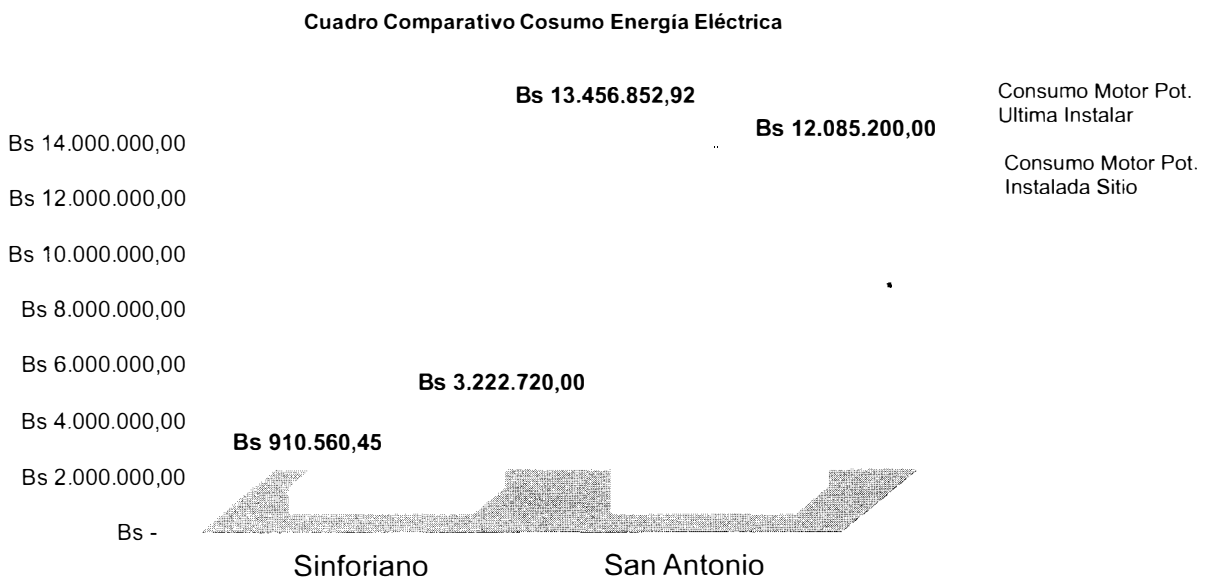


Figura 5. Cuadro comparativo consumo de energía eléctrica. Fuente: Asistente gráfico Excel

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

A partir de la información recopilada, analizada y de los productos del presente estudio, se puede concluir sobre aspectos que se presentan a continuación.

1. El inventario de pozos, producto del presente estudio, es una herramienta valiosa para integrar la información de los pozos y establecer comparación de la evolución histórica de los niveles en los respectivos pozos ubicados en el Valle de Sicarigua.
2. Así mismo permite cuantificar la producción de agua extraída para riego y evaluar los costos asociados a la potencia instalada durante la zafra.
3. De igual forma la obtención de los valores de la transmisividad y el coeficiente de almacenamiento del agua perteneciente al acuífero ubicado en el Valle de Sicarigua por González, V. (1980), satisface las expectativas algunas no; han transcurrido veintiséis años y no se han actualizado dichos parámetros y las mediciones en algunos de los pozos se tienen encasilladas o realizan las lecturas de los niveles y no realizan la medición de la descarga.

A partir de los mismos se efectuó la evaluación de los abatimientos teóricos, reales y la eficiencia en cada uno de los pozos, el valor que arroja la misma es un indicador del estado en que se encuentra el pozo para la explotación del agua; se diseñó una tabla eficiencia de pozos para evaluar su condición, en virtud de lo que se tiene de eficiencia de pozos en cuanto su valor es poco. (Tabla 1)

Estado de Eficiencia
Tabla 1

Nº Pozos	Rango (%)	Condición
5	> 80	----
1	70-80	Aceptable
4	60-70	Moderado-Buena
7	50-60	Buena
8	40-50	Moderado - Regular
5	30-40	Regular
5	20-30	Moderado - Pobre
14	10-20	Pobre

Fuente: Elaborado por el autor

4. La información recaudada en forma directa en la mayoría de los pozos, la evaluación efectuada arrojó resultados consonos a la realidad, por citar alguno de ellos el pozo N° 70 "Sinforiano" la eficiencia y la potencia última a instalar; mientras que el resto de la misma fue recopilada con gran recelo o de reportes archivados.
5. Con la realización de este estudio, es aconsejable la aplicación de la metodología CIDIAT-APROSELA (2000) para la estimación de la potencia última a instalar, la misma sencilla solo requiere de la medición del caudal de bombeo, los niveles estático y dinámico, diámetro y tipo de tubería, y hacer el análisis hidráulico bajo Windows Xp en una de hoja de cálculo Microsoft Excel.
6. La representación gráfica, obtenida del programa Surfer 8, a través de las iso-áreas permitir visualizar a lo largo y ancho del valle la distribución espacial de los valores obtenidos en cada uno de los pozos, la eficiencia (figura 6), la potencia instalada en sitio (figura 7), la potencia última a instalar (figura 8), la potencia instalada en zonas bajas y altas (figura 9) y la capacidad específica teórica y real (figura 10,11).
7. Determinada la Potencia última a instalar, es importante la comparación de la estimación del consumo de energía eléctrica en bolívares de los equipos de bombeo instalados en el área de estudio. La cuantificación permite a los usuarios tomar decisiones importantes con relación de reducir o expandir las áreas de riego, por otra parte desincorporar los equipos existentes y ser sustituido por otros equipos de bajo o alto costos.

RECOMENDACIONES

De toda la información procesada, analizada y de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede recomendar sobre aspectos que se presentan a continuación.

1. Es necesario dar continuidad al cálculo de la eficiencia del pozo, para ello es bueno recopilar la siguiente data: fecha de construcción, el caudal de bombeo y la eficiencia inicial, la litología, características del equipo de bombeo instalado.

2. Usar otras herramientas para la estimación del abatimiento teórico, uso de las tablas de la función de pozo $W(u)$, el programa de aguas subterráneas GWW los resultados obtenidos son exactos a la metodología aplicada a través de la ecuación de Theis.
3. Es imperante seguir desarrollando la estimación de la potencia última a instalar en los equipos de bombeo con otras herramientas, el uso del Nomograma "Potencia de motor necesaria para el bombeo de agua", así mismo la implementación de los modelos hidráulicos (Epanet) los resultados obtenidos en ambos son similares.
4. Con la realización del inventario de pozos, la necesidad de ser incorporados las nuevas perforaciones con todos los registros antes mencionados.
5. Con la información obtenida referida a la potencia última a instalar, la empresa azucarera Central La Pastora, CA como rectora en el área de estudio hablar con los usuarios en aconsejar en buena medida la necesidad de cambiar el equipo de bombeo debido que la capacidad instalada no se está usando el 100 por ciento lo cual influye notoriamente actualizar la demanda (Potencia instalada) contratada con la empresa eléctrica de la región.

REFERENCIAS

- Arias, F. (1993).** El Proyecto de Investigación. Caracas Venezuela pp. 47, 47, 49 y 50.
- Arocha, S. (1983).** Abastecimientos de Agua. Pp. 255-256 Ediciones Vega, S.r.l., Caracas Venezuela.
- Bordelean y otros (1987).** Modelos de Investigación para el Desarrollo de Recursos Humanos. México, Editorial Trillas.
- Carrero, L. y Mújica, R. (1976).** Regulación del Uso de Aguas Subterráneas a un caso particular "La Regulación del Uso de Aguas Subterráneas y Superficiales en el Valle de Quibor del Estado Lara".
- Gutiérrez, Cerda (1991).** Los Elementos de la Investigación como Reconocerlos, Diseñarlos y Construirlos. Bogotá, Colombia, Editorial El Buho.
- Colmenárez L. (2002).** Modelación de La Recarga Artificial del Acuífero del valle de Sicarigua. Ingeniería Civil UCLA. Barquisimeto-Venezuela
- Custodio, E. y M. Llamas (1994).** Gestión y protección de acuíferos. En temas actuales de la Hidrología Subterránea. Pp. 225-244. Bocinegra, E.; Rapaccini, A. (Editores). Mar de Plata: Consejo federal de inversiones. (FUDECO)
- Duque, R. y Barrios A. (1988).** Modelo de simulación hidrológica a escala mensual. CIDIAT ULA, Mérida Venezuela.
- Enelbar, CA - Región Carora (1995).** Inspección equipos de bombeo Sicarigua, municipio Torres, Lara - Venezuela.
- Enelven, CA (1970).** Manual de normas para líneas rurales. Venezuela.
- Fernández, L. (1999).** Notas Sobre Obras Hidráulicas Embalses y Canales. Facultad de Ingeniería, Escuela de Civil- ULA, Mérida Venezuela.
- FUDECO (1991).** Proyecto Reconversión de la Economía del estado Lara "Posibilidades y Limitaciones para la exportación", Caracterización del área Agrícola Sicarigua - Bucares. Barquisimeto Estado Lara- Venezuela.
- González V. (1980).** Estimación y explotación del recurso hídrico subterránea del Distrito Torres del Estado Lara. CIDIAT - ULA, Mérida Estado Mérida. Venezuela.
- Hernández Sampieri y otros (1998).** Metodología de la Investigación. México, Mc Graw Hill.
- Hurtado de Barreras, J (1998).** Metodología de la Investigación Holística. Caracas, Sypal y Fundacite Anzoátegui.
- I.F.P.A. (1981).** Costo de Producción del Cultivo de La Caña de Azúcar Zona Río Turbio Estado Lara. FUDECO, Barquisimeto Estado Lara.
- Jean P. (1973).** Captación de Aguas Subterráneas, Editores Técnicos
- Asociados, S.A. (ETA).** Barcelona España.
- Jé gat, H. (2003).** Apuntes de Clases, Postgrado Recursos Hidráulicos. Ingeniería Civil UCLA. Barquisimeto-Venezuela
- Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables Región 11 Lara, Gobernación del Estado Lara.** Atlas del Estado Lara. Caracas - Venezuela. Primera edición.
- Mora, L. (2000).** Definir los criterios y parámetros para el mejor aprovechamiento del agua subterránea en el Acuífero del valle de Quibor, Municipio Jiménez del Estado Lara. CIDIAT- Aprosela. Mérida - Venezuela
- Ochoa P. José M. (1974).** Canal Único de Riego para la Asociación de Usuarios de Las Aguas del Río Tocuyo y Afluentes. Corporación para el Desarrollo de la Región Centro Occidental (CORPO-OCCIDENTE), Instituto para el Fomento de La Productividad Azucarera (I.F.P.A.). El Agua en el Estado Lara, Central Tocuyo C.A., FUDECO. Barquisimeto Estado Lara.
- Ochoa P. José M. (1991).** El Agua en el Estado Lara, Central Tocuyo C.A., FUDECO, Barquisimeto Estado Lara.
- Oré, H. (1987).** Evaluación del Acuífero del Valle del Río Turbio, municipio Iribarren del estado Lara. Barquisimeto-Venezuela. Convenio MARNR-Central Río Turbio C.A.
- Palmaven, S.A. (1995).** Evaluación de la disponibilidad de aguas subterráneas en el área de influencia del Central Azucarero La Pastora C.A., Barquisimeto-Venezuela.

Ubicación de Pozos
Valle de Sicarigua

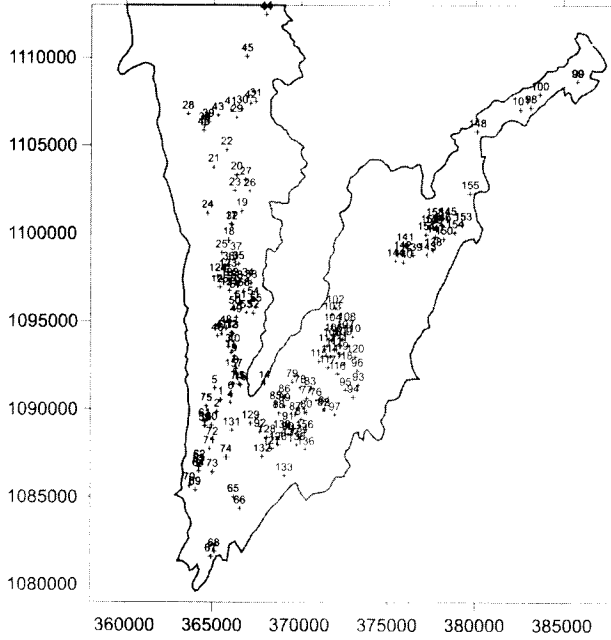


Figura 3, Fuente: surfer

Eficiencia de Pozos

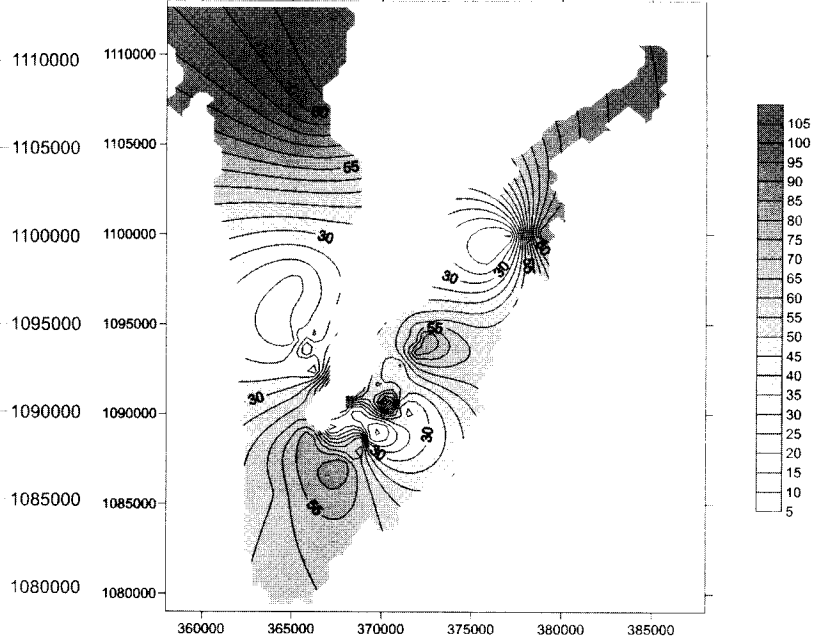


Figura 6, Fuente: Surfer

Potencia Instalada en Sitio (hp)

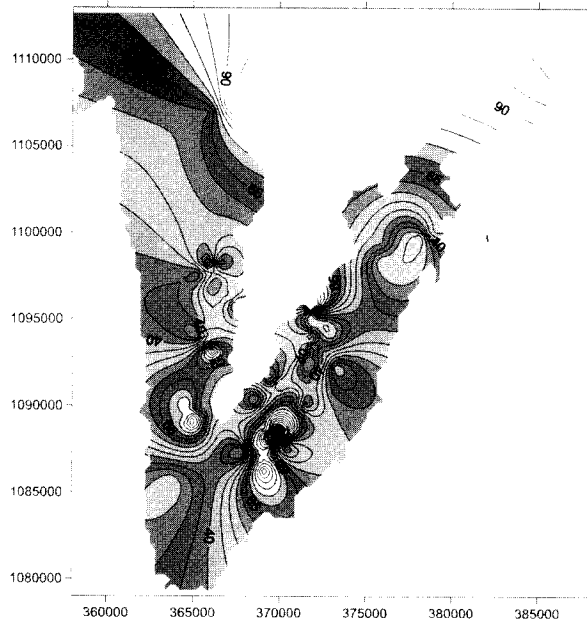


Figura 7, Fuente: Surfer

Potencia Última a Instalar (hp)

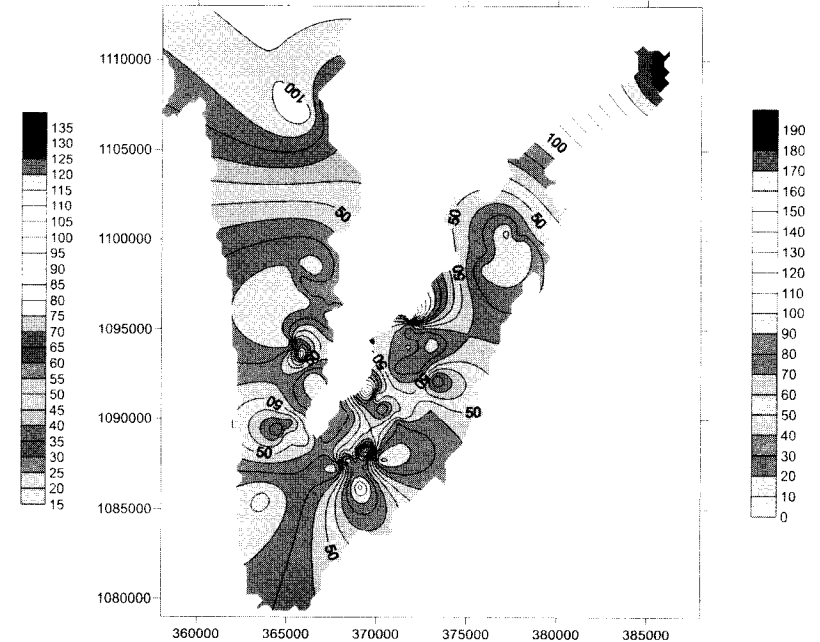


Figura 8, Fuente: Surfer

Potencia Instalada (hp)
Zonas Altas y Bajas

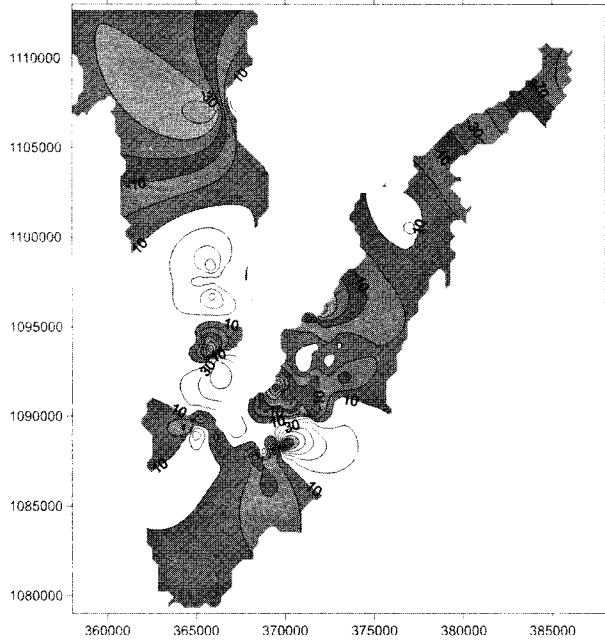


Figura 9. fuente: Surfer

Capacidad Especifica teórica [l/s /m]

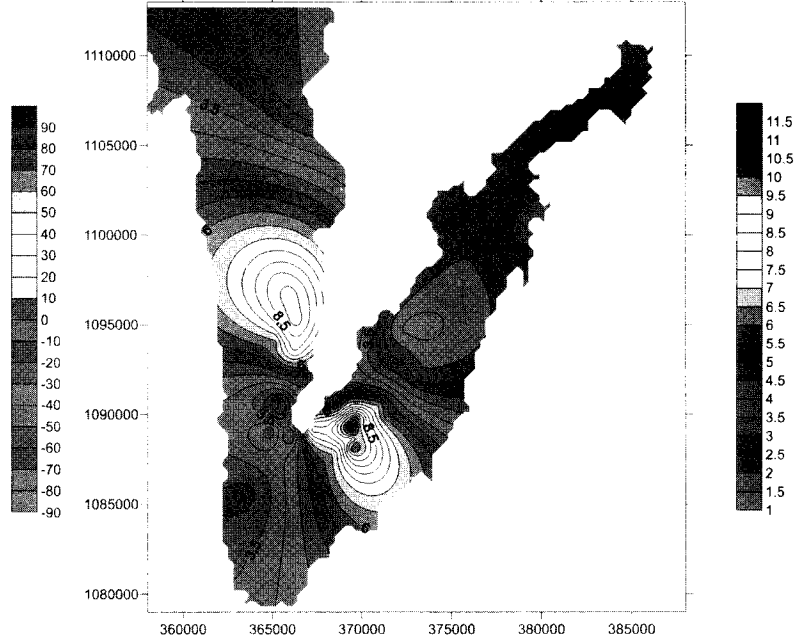


Figura 10. Fuente: Surfer

Capacidad Especifica real [l/s /m]

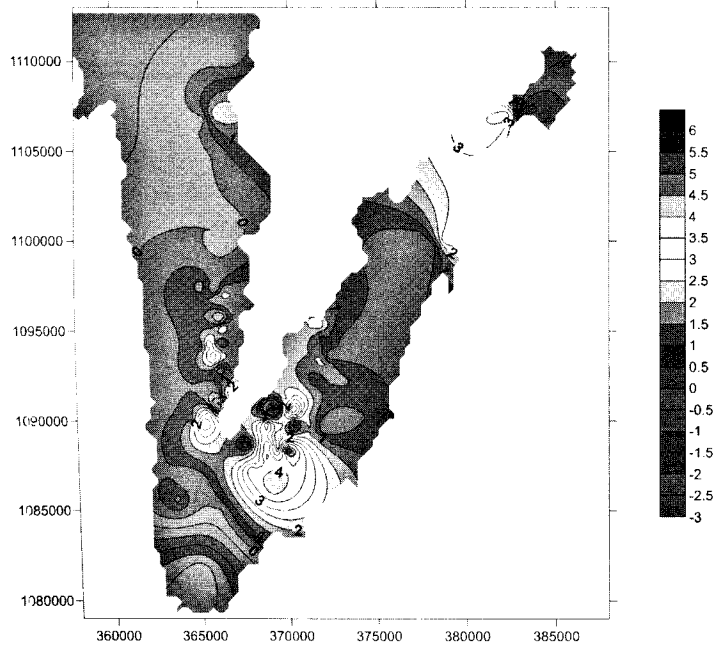


Figura 11. Fuente: Surfer