

VULNERABILIDAD DE ACUÍFEROS EN EL VALLE DE CINTO E ITE.

Yeslin Olarte, Fluquer Peña, Gersón Cotrina

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico INGEMMET. Av. Canadá 1470 San Borja, Lima.
E-mail yolarte@ingemmet.gob.pe, fpena@ingemmet.gob, gcotrina@ingemmet.gob.pe

RESUMEN

El presente trabajo es la evaluación del estado natural en que se encuentran los acuíferos porosos no consolidados en los valles de Cinto e Ite, vulnerables a la contaminación. El mismo no pretende diagnosticar el peligro de contaminación actual, pero sí interpretar el estado natural de los acuíferos.

La evaluación de la vulnerabilidad de los acuíferos se desarrolló aplicando el método GOD que se utiliza para determinar la vulnerabilidad intrínseca a nivel regional y local, por lo que no toma en cuenta el tipo de contaminante.

De acuerdo a las características evaluadas; el acuífero de Cinto presenta Vulnerabilidad Moderada y para el acuífero de Ite se tiene 2 tipos de vulnerabilidad: Alta y Moderada.

El presente trabajo pretende ser parte de un diagnóstico base de la cual se deriven programas sistemáticos de cuidado y protección de acuíferos.

INTRODUCCIÓN

Para dar inicio a programas de protección y cuidado de las aguas subterráneas, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET, desde el Programa Nacional de Hidrogeología, ha planteado la elaboración de un mapa de vulnerabilidad que muestre los acuíferos más susceptibles a la contaminación. Este mapa contribuirá a restringir indirectamente las actividades que generan contaminación y ayudará con los planes de ordenamiento territorial.

Los acuíferos estudiados; se encuentran en la cuenca media y baja del río Locumba (Tacna) y corresponden a los acuíferos porosos no consolidados de las zonas de Cinto e Ite. Estos valles tienen como actividad principal la agricultura y dependen únicamente del agua subterránea para su desarrollo, por lo tanto la protección y cuidado de los acuíferos es muy necesaria.

Los parámetros utilizados para el cálculo de la vulnerabilidad se obtuvieron en campo y es producto del cartografiado hidrogeológico y geológico detallado (por litología); los cuales se usan como variables en la elaboración del mapa de vulnerabilidad. Para el cálculo de espesor y profundidad de los acuíferos se utilizó la investigación geofísica (mediante resistividad eléctrica). Para tener un diagnóstico del estado actual de las aguas subterráneas que surgen de los acuíferos; se realizó un inventario de fuentes de agua (pozos, manantiales y humedales) y medida de niveles piezométricos.

El mapa de vulnerabilidad se ha elaborado con un cálculo cualitativo de las variables que requiere el método GOD; determinado en base a una clasificación y ponderación de parámetros intrínsecos de los acuíferos.

GEOLOGIA

La Geología de los valles de Cinto e Ite; está caracterizada por la presencia de materiales cuaternarios de Edad Pleistocena y Holocena (Sánchez A. & et al. 2000).

En los materiales de edad Pleistocena se encuentran dos tipos de Depósito Aluviales diferenciados entre sí por su componente litológico. Los Depósitos Aluviales 1 (Qpl-al_1) se encuentran constituidos por conglomerados polimícticos moderadamente clasificados y diagenizados; los clastos en general son de rocas ígneas, tienen textura porfídica y la matriz es areno-limosa. El Depósito Aluvial 2 (Qpl-al_2) está constituido por conglomerados polimícticos poco consolidados; tiene clastos de diferente composición y una matriz de arena limosa (ver fig. N° 1).

Los depósitos de edad Holocena están compuestos por Depósitos Marinos y Depósitos Fluviales. Los Depósitos Marinos (Qh-m) están conformados por conglomerados polimícticos y clastos de areniscas medias a gruesas mal clasificadas, las cuales están cubiertas por depósitos aluviales. Los Depósitos Fluviales (Qh-flu) están conformados principalmente por gravas en matriz areno limosa (ver fig. N° 1)

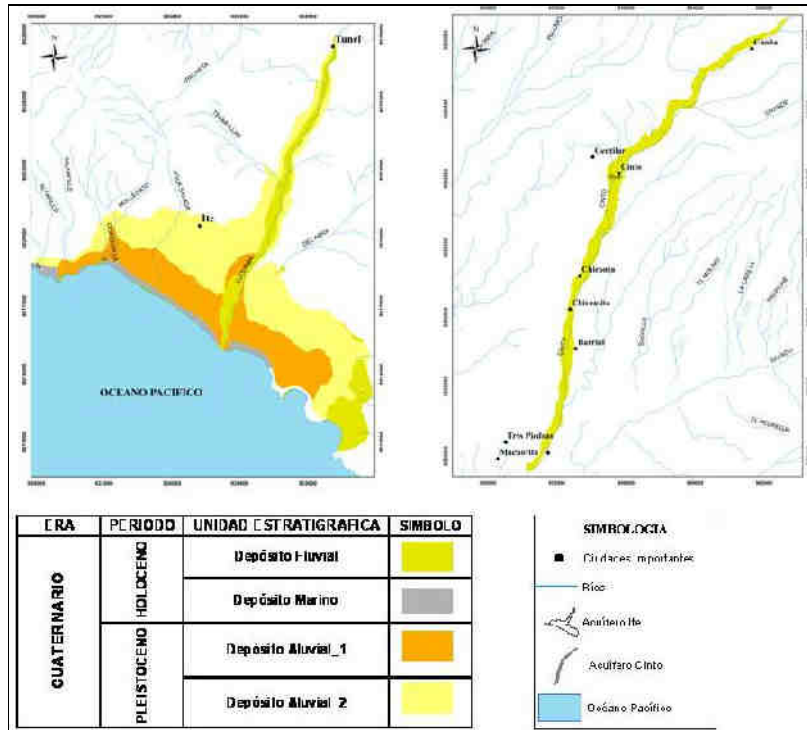


Figura N° 1, Mapas Geológicos de los valles de Cinto e Ite.

HIDROGEOLOGIA

Los depósitos cuaternarios de Cinto e Ite se clasifican como acuíferos porosos no consolidados. Los sedimentos presentan porosidad primaria intergranular que facilitan el almacenamiento y circulación del agua subterránea.

UNIDAD HIDROGEOLOGICA CINTO

Las aguas subterráneas del valle de Cinto se encuentran en Depósitos Fluviales. La característica de estos materiales poroso y no consolidado permiten el almacenamiento y circulación de agua subterráneas convirtiéndolos en el acuífero Cinto. Los bordes condicionantes para el almacenamiento de aguas en el acuífero; son los acuitardos de la Formación Millo (conglomerados, tobas, areniscas conglomeráticas y cenizas volcánicas) por los bordes y el acuitardo de la Formación Moquegua (arcillas rojas, arenisca poco consolidado intercaladas de gravilla, areniscas arcósicas y tufos) en la base (ver foto N° 1).

El tamaño de los poros tiene gran importancia en la percolación del agua subterránea; esto se refleja en la permeabilidades que se encuentran entre 6.37 m/día – 8.74 m/día (según ensayos de bombeo), los caudales de producción que varían desde 6.0 l/s a 42.0 l/s (según la potencia del motor que se utilice en la extracción del agua).

El acuífero del valle de Cinto es del tipo libre, su nivel piezométrico es variable (entre 11.26 – 26.25 metros de profundidad), su recarga están en función a las aguas de escorrentía que baja del río Locumba.



Foto N° 01. Vista panorámica del valle de Cinto, nótese el acuífero poroso no consolidado Cinto y el Acuitardo Millo en los bordes.



Foto N° 02. Pozo de captación en el acuífero de Cinto.

UNIDAD HIDROGEOLOGICA ITE

El acuífero del valle de Ite se encuentra en los depósitos cuaternarios del tipo Aluvial 1, Aluvial 2, los Depósitos Marinos y Depósitos Fluviales (ver Fig. N° 1). Los materiales areno-gravosos, arcillas y limos se encuentran entremezclados en diferentes proporciones formando horizontes de espesores variables, en sentido vertical y horizontal. (J. Barriga, 2007).

En la parte superior del acuífero, en la zona de la Quebrada Trampillas el ancho del acuífero es de 600 m, frente de la capital del distrito, en la desembocadura al mar; el ancho es variable entre 250 m a 3000 m. Por lo tanto la geometría de este acuífero es bastante irregular.

El acuífero de Ite es del tipo libre, actualmente no existen pozos de explotación debido a la utilización de aguas superficiales, la cual es una reserva importante para la zona. La recarga se produce por infiltración de aguas del río Cinto; en la parte alta (Quebrada Honda), de las aguas de riego y por el canal rústico (sin revestimiento en suelos permeables) que pasa por la parte superior del acuífero; cerca al cauce del río Locumba.

La zona de descarga se manifiesta, por la presencia de humedales que tienen vegetación freatofita (vegetación que crece en zonas húmedas y sobre todo con nivel freático alto).

MAPA DE VULNERABILIDAD DE LOS ACUIFEROS CINTO E ITE

El método usado para la elaboración del mapa de vulnerabilidad; es el GOD; fue desarrollado por Foster en 1987 y se basa en tres entradas o variables de ponderación. (Hernández L, 2007)

G = Tipo de acuífero (*Groundwater occurrence*).

O = Litología del acuífero (*Overall aquifer class*).

D = Nivel piezométrico (*Depth*).

Donde cada uno de estos factores posee valores entre cero y uno, mientras mayor sea el valor de ponderación, más vulnerable será el acuífero.

VARIABLES

TIPO DE ACUIFERO

Según la cartografía hidrogeológica los acuíferos de Cinto e Ite son del tipo “Libre”

CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS

Se considera la litología de cada uno de los acuíferos; incidiendo en los materiales que se encuentran en la superficie, por donde podría entrar una carga contaminante (ver cuadro N° 1). Litológicamente los dos acuíferos son depósitos no consolidados del cuaternario; Holoceno y Pleistoceno

NIVEL PIEZOMETRICO

En el valle de Cinto; los niveles piezométricos se midieron de los pozos de explotación. En el valle de Ite se realizaron sondajes eléctricos verticales – SEV.

En el Acuífero Cinto; en el sector de Caoña el nivel piezométrico del agua varía de 12-20 m. dándole una dirección de flujo descendente con respecto a la pendiente. En el sector de Gentilar es de 18.20 m, en Cinto de 11.26 m, en Tres piedras 26.25 m y en Machorita de 16.41 m.

De acuerdo a las profundidades encontradas se le asignaron valores de ponderación.

En el acuífero de Ite; el cálculo indirecto de los niveles piezométricos se encuentran entre 10 y 16 m, para el depósito Aluvial 1, entre 12 y 45 m; para el depósito Aluvial 2, entre 1.0 y 2.0 m para el Depósito Marino y entre 11.26 y 20 para el Depósito Fluvial (J. Barriga, 2007).

Los resultados del cálculo de la vulnerabilidad se ponderaron tomando en cuenta las tres variables que pide el método GOD que se detallan en el cuadro N° 1.

Cuadro N° 1: Valores de Ponderación para la clasificación de la vulnerabilidad

Unidad Hidrogeológica	Simb.	Tipo de Acuífero	Características Litológicas	Nivel Piezométrico (m)	VALOR GOD	VULNERABILIDAD
Ite	Qpl-al_1	Libre	Conglomerados con matriz areno limosa	10.0 - 16.0	0.49	MODERADA
Ite	Qpl-al_2	Libre	Conglomerado poco consolidado con matriz arenosa limosa	12.0 - 45.0	0.45	MODERADA
Ite	Qh-m	Libre	Conglomerados con areniscas cubierto de mat. Aluvial	1.0 - 2.0	0.7	ALTA
Ite	Qh-flu	Libre	Gravas, arenas en matriz areno limosa.	11.26 - 20	0.45	MODERADA
Cinto	Qh-flu	Libre	Gravas, arenas en matriz areno limosa.	11.26 – 26.25	0.45	MODERADA

Fuente: Elaboración Propia, 2008

CLASIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

Considerando las características propias de las formaciones geológicas apoyados con el análisis de litopermeabilidades (valores de permeabilidad y litología), la profundidad a la que se encuentran los niveles piezométricos se ha clasificado y ponderado las unidades geológicas e hidrogeológicas de acuerdo a su estado natural.

Según el cuadro N° 1 los acuíferos de Cinto e Ite se han clasificado en dos categorías de vulnerabilidad (ver Fig N° 2 y 3).

VULNERABILIDAD ALTA

En esta categoría se considera a los Depósitos Marinos del acuífero Ite; la presencia de conglomerados polimicticos y los clastos de arenisca de grano medio a gruesas mal clasificadas se encuentran expuestas a directamente a la infiltración de agentes contaminantes sin ningún tipo de atenuación o retención. En estos materiales la circulación subterránea es rápida y la purificación natural escasa. El valor de ponderación calculado es de 0.7 que corresponde a acuíferos de alta vulnerabilidad.

VULNERABILIDAD MODERADA

Los acuíferos se encuentran parcialmente protegidos, de la entrada o de la propagación de agentes contaminantes, por ciertas características específicas de los materiales (presencia de limos, bancos de arcillas, limo arenoso, etc.)

En esta categoría se ubican los Depósitos Aluviales de ambos valles; en los cuales la velocidad de circulación del contaminante podría ser reducida. Sin embargo en la los valles de Cinto e Ite pueden tener contacto con zonas o sectores muy permeables que faciliten la circulación de contaminantes; sobre todo donde los niveles de agua sean menores a 10 m de profundidad. Los valores de ponderación calculados se encuentran entre 0.45 y 0.49 que corresponden a acuíferos de vulnerabilidad moderada.

CONCLUSIONES

- De acuerdo a la metodología de clasificación GOD; con tres variables de ponderación, el Acuífero de Cinto presenta Vulnerabilidad Moderada, debido a que el tipo de acuífero es libre, nivel piezométrico del agua, se encuentra entre 11.26 y 26.25 m; los materiales son poroso no consolidados, pero en sectores la litología tiene limos y bancos de arcilla que contribuirían con la atenuación natural del acuífero.
- Gran parte del acuífero Ite tiene Vulnerabilidad Moderada, en sectores como Pampa Baja, Pampa Alta y a lo largo de la quebrada Ite, el nivel piezométrico se encuentra entre 10 y 42 m, por lo tanto si se presentaran elementos contaminantes tardarían en alcanzar los niveles del agua. Sin Embargo cerca de la línea de costa y de los humedales, presenta una vulnerabilidad Alta; esto se debe a que los materiales de los Deposito Marinos son muy permeables y en este sector se encuentra también la zona de descarga. En caso de llegar elementos contaminantes sobre este acuífero la contaminación seria muy inminente.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Sánchez A., Rosell W. & Raymundo T. 2000. Memoria Explicativa de la revisión geológica en los cuadrángulos de Punta Bombon (35-s), Clemesi (35-t), Ilo (36-t), Locumba (36-u), La Yarada (37-u), Tacna (37-v), Huaylillas (37-x) Juli (33-y), Pizacoma (34-y) e Isla Anápiá (37-z). INGEMMET, Cuadrángulo de Ilo. p. 1-18.

Barriga J, 2007. Estudio hidrogeológico para la explotación de aguas subterráneas entre Ite y Quebrada Trampillas en el distrito de Ite. p. 69 - 70.

Hernández L, Haro Berrelleza J.C. & Jürgen M, 2007. Generación de los índices de vulnerabilidad para acuíferos: comparación de métodos. p. 1-5.

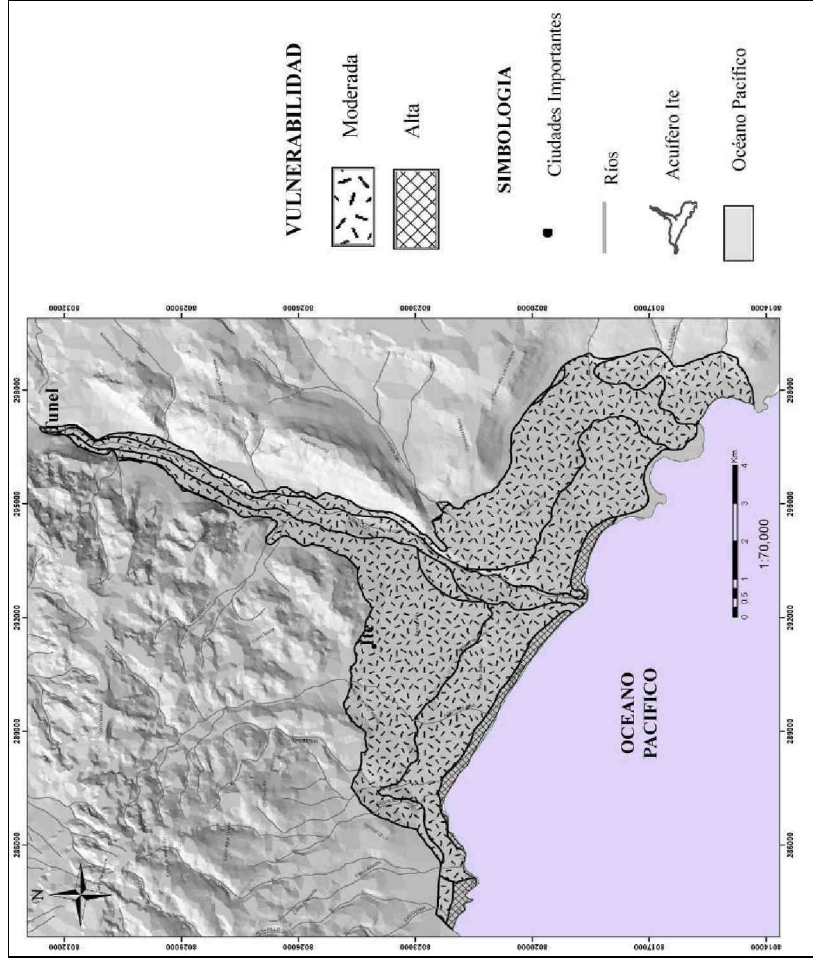


Figura N° 2 Mapa de Vulnerabilidad del acuífero de Ite.

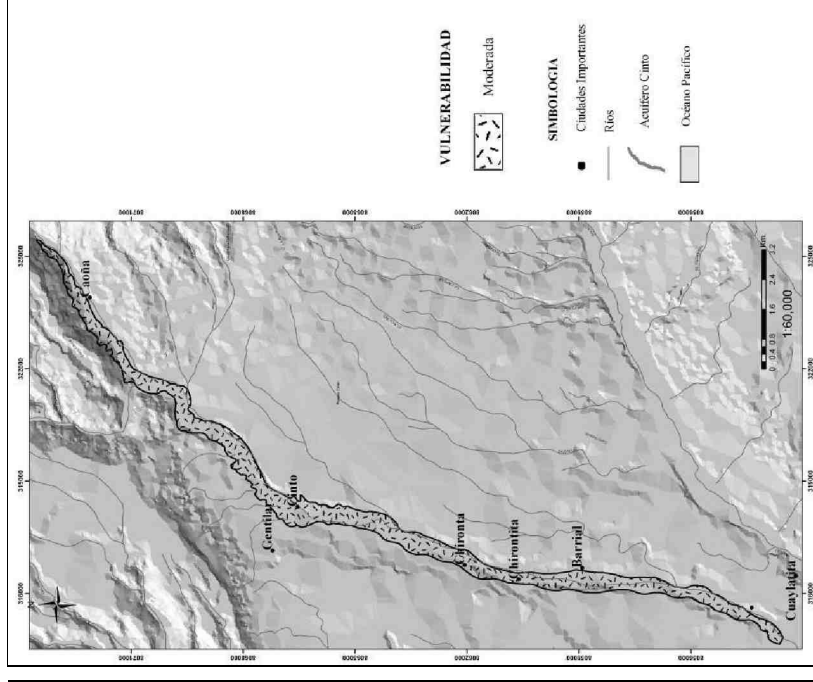


Figura N° 3 Mapa de Vulnerabilidad del acuífero de Cinto.