

Alternativas de abastecimiento de agua potable en San José Trujapan, Municipio de Tequixtepec, Estado de Oaxaca

René Morales Luis*

Resumen

La escasez de agua para consumo humano en la población de San José Trujapan tiene como alternativas de solución la captación de los manantiales "Los Aguacates" y "El Laurel", los cuales proporcionan un caudal suficiente para satisfacer la demanda, ya que en conjunto producen 81 302.4 litros por día y la demanda de la población es de 24 000 litros por día. Se requiere de la construcción de obras de captación de aproximadamente 107 000 litros de capacidad para de esta forma contar con un volumen de almacenamiento. También se requiere del diseño y trazo de una línea de conducción que sea hidráulicamente viable.

Abstrait

Le manque d'eau pour la consommation humaine dans le village de San Jose Trujapan a comme alternative de solution la captation des sources "Los Aguacates" (Les Avocats) et "El Laurel" (Le Laurier) qui proportionne un débit suffisant pour satisfaire la demande du village, est de 24,000 litres par jour. La construction des oeuvres de captation nécessite est plus ou moins de 107,000 litres de captation pour pouvoir compter avec un volume d'emmagasinement. Il s'avère aussi nécessaire le dessin et le trait d'une ligne de conduction qui soit hydrauliquement viable.

Abstract

The shortage of water for human being use in the town of San Jose Trujapan has as an alternative of solution the harnessing of the spring waters of "Los Aguacates" and "El Laurel", that have a flow big enough to satisfy the requirement because they produce 81,302 liters a day and people in the town consume 24,000 liters a day. It requires the construction site of 107,000 liters approximately to be equipped with a water storage volumen. It also requires the design and to draw up the conduction line that makes the waterpower viable.

Introducción

La Región Mixteca carece de cueros evidentes de agua que puedan servir para abastecer a los núcleos humanos asentados en la misma, tal es el caso de San José Trujapan, población de aproximadamente 300 habitantes, cuyas principales actividades son la agricultura y el tejido de sombreros de palma. La población cuenta con una infraestructura hidráulica consistente en: a) una pequeña presa almacenadora en un arroyo intermitente cuya finalidad es agrícola, b) una galería filtrante que abastece a un sistema de riego por gravedad, y c) una red de distribución de agua potable aún inconclusa, lo que dificulta la dotación del vital líquido a los habitantes y representa uno de los problemas que más afectan a la comunidad. Actualmente la distribución de agua potable se efectúa por medio de un tanque de almacenamiento y regularización, situado en la parte alta de la población. Dicho tanque se alimenta de

algunos manantiales, pero su volumen resulta insuficiente para satisfacer la demanda.

Los criterios de la Comisión Nacional del Agua (CNA, 1994) señalan que, para una población del tipo de Trujapan, el requerimiento en promedio de agua por habitante por día es de 80 litros, lo que significa que la población en conjunto tiene una demanda de 24 000 litros por día (24.0 m³/día), por tanto el problema es la localización de probables fuentes de abastecimiento que permitan satisfacer esta demanda.

El objetivo de este trabajo es dar una orientación sobre posibles soluciones y/o alternativas a esta problemática, a través de la interpretación de las características de la zona y el comportamiento del ciclo hidrológico local.

Descripción del área de estudio

La población de Trujapan está localizada hacia el sudeste de Santiago Chazumba a una altitud de 1 760 me-

* Profesor-Investigador en el Instituto de Hidrología de la Universidad Tecnológica de la Mixteca.

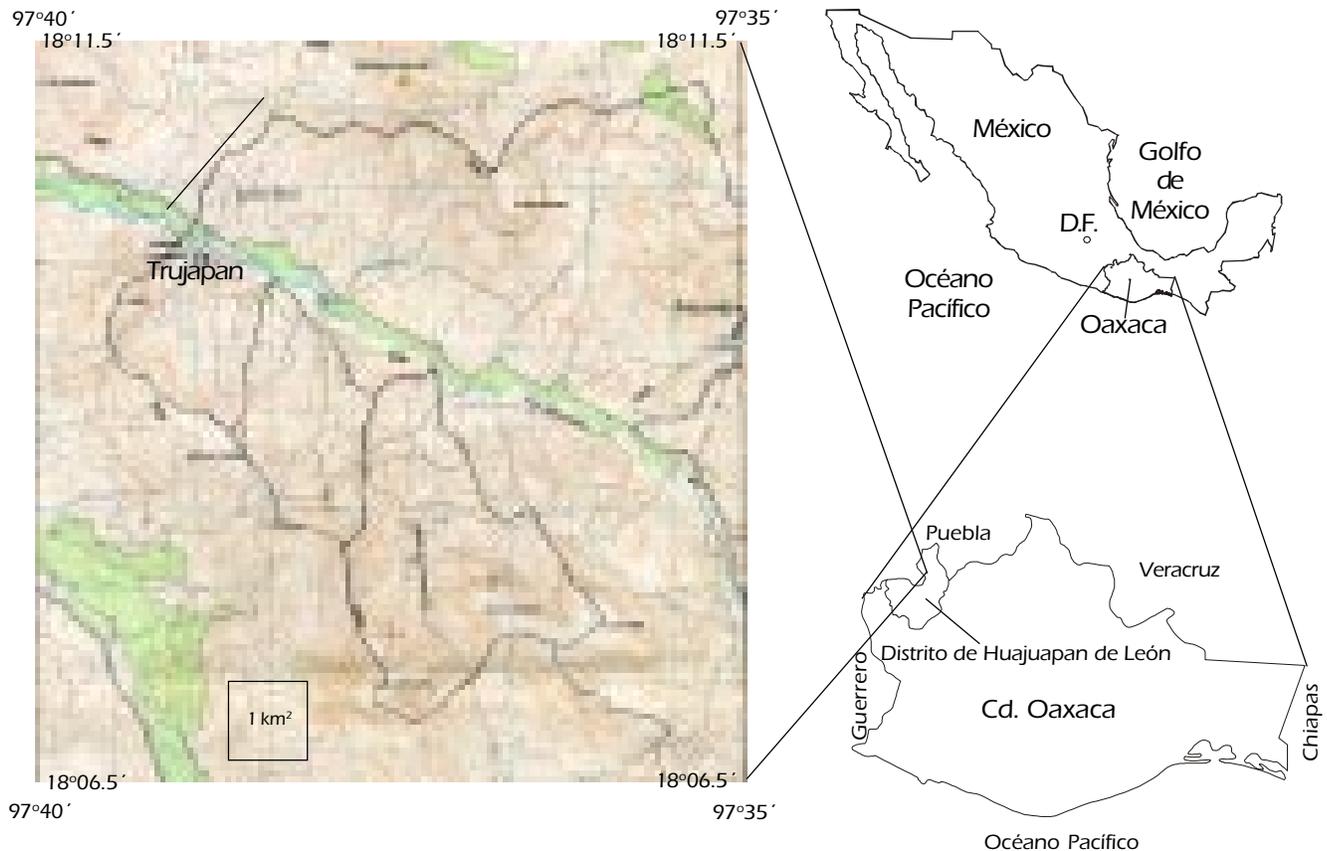


FIGURA 1. LOCALIZACIÓN DE LA POBLACIÓN DE SAN JOSÉ TRUJAPAN

tros sobre el nivel del mar (msnm), dentro de la Cuenca del Río Las Manzanitas (Región hidrológica 18, Balsas; cuenca A del río Atoyac, subcuenca g del río Acatlán; INEGI, 1983a) (Figura 1). Fisiográficamente se ubica en la Subprovincia Mixteca Alta, perteneciente a la Provincia Sierra Madre del Sur (INEGI, 1997). Geográficamente sus coordenadas son 18° 10' 01.8" de latitud norte y 97° 38' 46.8" de longitud oeste.

La vía de acceso a dicha población es por la carretera Federal 125 (Huajuapán-Tehuacán) hasta la parte sur de la población de Santiago Chazumba, sitio a partir del cual se toma una terracería para realizar un recorrido de 6 km hasta San José.

El clima de la zona se clasifica como templado subhúmedo con lluvias en verano (INEGI, 1997), la precipitación normal anual reportada es de 600 mm (CNA, 1991) y se origina principalmente por convección. La temperatura promedio anual es de 18°C (INEGI, 1983b). La vege-

tación de la zona se compone de selva baja caducifolia, cactáceas, cultivos básicos (maíz y frijol, entre otros) y pastizales inducidos.

La geología reportada en la zona (INEGI, 1984) menciona la existencia de rocas de la Eras Mesozoica y Cenozoica. De la primera se tienen rocas calizas del Cretácico Inferior, de la segunda se reportan asociaciones, areniscas y conglomerados del Terciario Inferior y basaltos y brechas volcánicas básicas del Terciario Superior. Esta geología esta distribuida en un sistema geomorfológico de lomeríos y montañas pequeñas.

Metodología

La realización de este trabajo requirió de la delimitación de las áreas de captación existentes en la zona con un impacto directo en la población, estas zonas fueron caracterizadas de acuerdo a algunos parámetros hidrológicos como son: el área de la cuenca, el orden (que tan ramifi-

cada es la corriente), la densidad del drenaje (cuantos kilómetros de longitud de cauce hay por km² de área) y la densidad de corriente (número de corrientes por unidad de área).

Se realizó un recorrido de campo para georeferenciar, con un posicionador global de satélite (Garmin GPS II plus), los sitios en donde existen manantiales perennes y se ubicaron en la carta topográfica E 14-B85, Atzumba, escala 1:50 000 (INEGI, 1984). Estos manantiales fueron aforados volumétricamente (se tomó el tiempo de llenado de un recipiente de volumen conocido). El aforo se realizó en la temporada de estiaje, cuando los manantiales presentan su producción más baja sin que lleguen a extinguirse, por lo cual se han considerado como perennes.

Resultados

La cuenca del Río Las Manzanitas, acotada hasta la población de Trujapan, tiene un área de 1 15.6 Km², con un orden de cauce y cuenca de cuatro (Figura 2); este parámetro permite inferir que la densidad de corriente y drenaje (número de ríos por km² y longitud de ríos por km², respectivamente) es alta en la cuenca, por lo que su respuesta a la lluvia es rápida, favoreciendo con esto la formación, en las partes bajas, de un estrato aluvial que ha permitido la formación de almacenamientos de agua cuyo volumen es importante, como lo demuestra la galería filtrante del Río Las Manzanitas (Figura 3).

Dentro de la cuenca existen tres manantiales de flujo perenne, los cuales tienen definida su propia área de captación (Figura 2), que son: "El Huerto", "Los Aguacates" y "El Laurel", estos dos últimos dentro de una misma área. Las áreas de captación de los manantiales presentan un orden de cauce de dos, por lo que se puede decir que su densidad de corriente y drenaje es pequeña, hecho que implícitamente se interpreta como una buena característica ya que favorece la infiltración.

El área de captación de "El Huerto" es de 3.5 km² (Figura 2), de los cuales 1.3 km² (la parte alta) tiene un coeficiente de escurrimiento del 5 al 10% y 2.2 km² (la

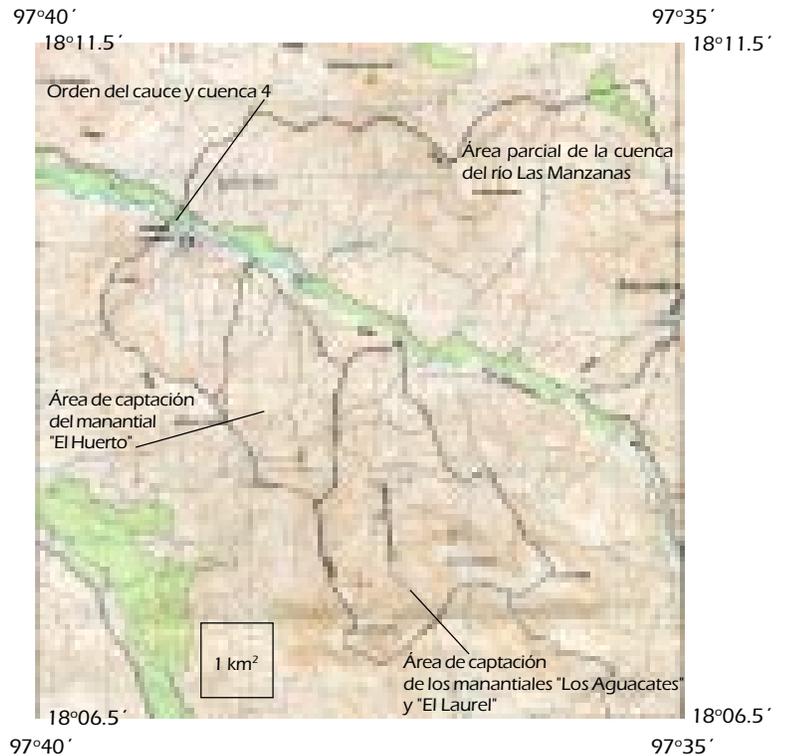


FIGURA 2. DELIMITACIÓN DE LAS CUENCAS CON INFLUENCIA HACIA EL POBLADO DE TRUJAPAN. SITIOS: A) GALERÍA FILTRANTE, B) PRESA DE ALMACENAMIENTO, C) MANANTIAL "EL HUERTO", D) MANANTIAL "LOS AGUACATES" Y E) MANANTIAL "EL LAUREL"



FIGURA 3. ASPECTO DE LA ZONA DEL RÍO LAS MANZANITAS DONDE SE ENCUENTRA LA GALERÍA FILTRANTE (ZONA MÁS CLARA EN LA FIGURA)



FIGURA 4. AFLORAMIENTO DEL MANANTIAL "EL HUERTO"

parte baja) tiene un coeficiente del 10 al 20%, esto implica que para la parte alta, tomando como base la precipitación de 600 mm al año, se tendrán 540 mm de precipitación disponible ($702\,000\text{ m}^3$, en volumen) y en la parte baja con 480 mm ($1\,056\,000\text{ m}^3$, en volumen); en ambos casos este valor de lluvia disponible se repartirá entre la evapotranspiración y la infiltración.

Hidrogeológicamente la zona de este manantial está clasificada como un sitio de material consolidado con posibilidades bajas de almacenamiento (INEGI, 1983a), aunque por su geología, existencia de rocas calizas, basaltos y brechas volcánicas (INEGI, 1984) se podría considerar como un probable lugar de existencia de almacenamientos subterráneos, pues las rocas existentes, si es que están fracturadas o son susceptibles de diluirse, resultan ser excelentes almacenadoras de agua.

El manantial "El Huerto" aflora en un estrato de roca caliza fracturada y "foliada" (Figura 4), con rumbo de 50° NE y echado de 17° , a una altura de 1 940 metros sobre el nivel del mar (msnm) y a una distancia de 3.5 km hacia el SE del poblado (Figura 2). Se realizó la estimación del caudal la cual arrojó como resultado que el gasto del escurrimiento principal (existen otros dos más pequeños) es de 0.119 litros por segundo, lo que representa un gasto de 10 281.6 litros al día. Este manantial está dentro de una propiedad particular donde el flujo se aprovecha

para el riego de un huerto, lo que dificulta su aprovechamiento para consumo humano.

Los manantiales "El Aguacate" y "El Laurel" comparten una misma área de captación (Figura 2), cuya superficie es de 7.2 km^2 . El coeficiente de escurrimiento de la parte alta (3.3 km^2) es del 5 al 10%, lo que implica que de 600 mm de lluvia sólo 540 mm ($1\,782\,000\text{ m}^3$, en volumen) quedan disponibles para evapotranspiración e infiltración. En la parte baja (3.9 km^2) el valor del coeficiente es del 10 al 20%, por lo que la disponibilidad de agua es de 480 mm de lo precipitado ($1\,872\,000\text{ m}^3$), que igualmente se reparten entre evapotranspiración e infiltración.

Hidrogeológicamente la zona también está clasificada como un sitio de material consolidado con posibilidades bajas de almacenamiento (INEGI, 1983a), aunque geológicamente se puede suponer la factibilidad de existencia de cuerpos de agua subterráneos de buena magnitud (existen rocas calizas, basálticas y brechas volcánicas; INEGI, 1984).

El manantial "El Aguacate" (ubicado en la barranca del mismo nombre, Figuras 2 y 5) brota de un conglomerado de calizas del flanco norte del cerro "El Zopilote" a una altura de aproximadamente 2 000 msnm y a 5 km de distancia, en línea recta, hacia el SE con respecto a la población. Este manantial en cuatro años ha presentado una variación de 3.30 m en su nivel de descarga¹, muy probablemente debido a la sequía, la variación del nivel freático obligó a efectuar una serie de excavaciones para que el caudal volviera a surgir (Figura 5), obteniéndose con esto un caudal de descarga de 0.885 l/s (76 464 litros por día, determinado de forma volumétrica en esta visita) que resulta suficiente para satisfacer la demanda actual de la población.

El manantial "El Laurel", ubicado en la falda norte del cerro conocido con el mismo nombre (Figuras 2 y 6), aflora también de un material calizo, con "foliación" casi horizontal que subyace a una roca más compacta. La altura del sitio es de 2 080 msnm y está ubicado a una distancia

1 Información proporcionada por los habitantes de Trujapan.

de 1.5 km hacia el E con respecto al manantial "Los Aguacates" (Figura 2). El manantial, en la fecha de visita, se determinó que tenía un gasto de 0.056 litros por segundo (4 838.4 litros/día), caudal que representa un aporte extra para satisfacer la demanda del poblado.

Conclusiones y recomendaciones

Las alternativas de suministro de agua a la población de Trujapan la representan los manantiales "Los Aguacates" y "El Laurel", que en conjunto producen 81 302.4 litros por día (aproximadamente un poco más de dos veces el volumen que la población demanda), además tienen la ventaja de no requerir un sistema de bombeo, ya que la conducción del vital líquido puede ser por gravedad (existe un desnivel aproximado de 240 m entre la población y el tanque de distribución. Figura 2).

El aprovechamiento de estos manantiales requiere de la construcción de cajas de captación y el diseño y colocación de la línea de conducción, que permitan coleccionar el agua y posteriormente conducirla mediante tubería hasta la población. En todos los casos es recomendable la realización de otros estudios (sondeos eléctricos verticales, sísmicos, etc.) que permitan determinar bien la capacidad de producción y almacenamiento del cuerpo subterráneo de agua, ya que la inversión en obras de captación y conducción es costosa y se debe pensar en tener una obra de vida útil larga que amortice los costos.

En la captación de manantiales se recomienda la construcción de cajas cerradas de concreto reforzado o de mampostería de piedra o tabique; estas cajas deben contar con una tapa movable, para facilitar la limpieza de las mismas. No requieren de tubos de ventilación, pero sí de uno para la excedencia de volumen almacenado y otro para la extracción y conducción del agua hasta el tanque de regularización y/o almacenamiento (Figura 7).

La instalación de la caja de captación requiere que se excave lo suficiente para encontrar las verdaderas salidas de agua, procurando que la entrada a la caja sea en la parte más baja (Figura 7).



FIGURA 5. VISTA PANORÁMICA DE LA ZONA DONDE SE UBICA EL MANANTIAL "LOS AGUACATES" Y DETALLE DEL AFLORAMIENTO Y EXCAVACIÓN EN EL MANANTIAL



FIGURA 6. VISTA PANORÁMICA DE LA UBICACIÓN DEL MANANTIAL "EL LAUREL" Y DETALLE DEL AFORO REALIZADO

Es recomendable que la estructura de captación se proteja contra el escurrimiento superficial por medio de unas cunetas interceptoras, excavadas a 10 m de distancia aguas arriba de la caja (Figura 7).

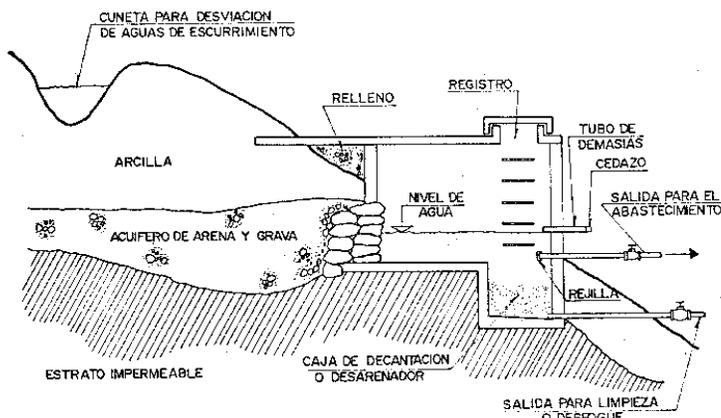


FIGURA 7. DIAGRAMA DE UNA CAJA TÍPICA DE CAPTACIÓN DE MANANTIALES. FUENTE: CÉSAR, 1992.

En el caso del manantial "Los Aguacates" la capacidad de la caja de captación se recomienda que sea de 100 000 litros, con una línea de conducción de tubería de 2 a 3 ½ pulgadas de diámetro. En caso de querer aprovechar el manantial "El Laurel", la capacidad de la caja de captación de este sitio deberá tener una capacidad de 7 000 litros y la línea de conducción se recomienda de 1 a 1 ½ pulgada de diámetro. Esta línea se conectará a la que viene del manantial "Los Aguacates".

La línea de conducción se debe trazar por los sitios que tengan la menor variación topográfica, preferentemente buscando seguir las curvas de nivel en las faldas de los cerros, de tal forma que se evite al máximo los cambios bruscos de pendiente. Hidráulicamente no siempre la ruta más corta es la mejor, aunque si puede ser la más económica, pero siempre presentara problemas que requerirán su continuo mantenimiento o incluso su reubicación (T).

Bibliografía

- CÉSAR V., E.
1992 *Abastecimiento de Agua Potable*, Volumen 1. UNAM. México.
- CNA
1991 *Isoyetas Normales de la República Mexicana, 1931-1990*. Comisión Nacional del Agua. México
1994 *Sistemas Rurales*, libro II, 1ª. sección, tema 6. Gerencia de Normas Técnicas. Comisión Nacional del Agua. México.
- INEGI
1997 *Anuario Estadístico del Estado de Oaxaca*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.
1984 *Carta Geológica. E14-6. Orizaba. 1:250 000*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México
- 1983a *Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas. E14-6. Orizaba. 1:250 000*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.
1983b *Carta Hidrológica de Aguas Superficiales. E14-6. Orizaba. 1:250 000*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.
1987 *Carta Topográfica. E14-B85. Atzumba. 1:50000*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México
1987 *Carta Uso Potencial Agricultura. E14-6. Orizaba. 1:250 000*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México
- Martínez C., M. D.
1986 *Levantamiento Fisiográfico y Evaluación de la Erosión de las Mixtecas Oaxaqueñas Alta y Baja*. Universidad Autónoma de Chapingo. México.