

LOS RECURSOS DE AGUAS
DEL VALLE DE TECALITLAN
CANTON DE CIUDAD GUZMAN, ESTADO DE JALISCO

POR EL INGENIERO DE MINAS

TRINIDAD PAREDES

LOS RECURSOS DE AGUAS
DEL VALLE DE TECALLIAN
ESTADO DE GUERRERO, ESTADO DE JALISCO

POR EL INGENIERO DE AGUAS

TRINIDAD PAREDES

LOS RECURSOS DE AGUAS
DEL
VALLE DE TECALITLÁN,
CANTON DE CIUDAD GUZMÁN, ESTADO DE JALISCO

POR EL INGENIERO DE MINAS TRINIDAD PAREDES

Introducción

El presente trabajo es el resultado de una solicitud hecha al Ministerio de Fomento por el Agente de Agricultura en Tecalitlán, para que dicho Ministerio nombrara persona que dictaminara si en aquella localidad darían resultado los pozos artesianos para el riego de las tierras; pues varios vecinos se habían reunido y habían convenido se hiciera la mencionada solicitud en beneficio de la agricultura del lugar. El señor Ministro acordó de conformidad, y el señor Director del Instituto Geológico Nacional, tuvo a bien honrarme con el encargo de hacer el informe siguiente:

En el trabajo tropecé con la falta absoluta de planos de la comarca. Las alturas fueron tomadas con aneroides.

Me complace expresar mis agradecimientos al señor D. Salvador Ochoa, por la ayuda que se sirvió prestarme.

Geografía

Tecalitlán es una pequeña población como de 4,000 habitantes, perteneciente al 9.º Cantón del Estado de Jalisco, cuya cabecera es Ciudad Guzmán.

Tecalitlán está situado cerca del lindero de los Estados de Jalisco y Colima en un pequeño Valle al SSE. de Ciudad Guzmán, al Oriente del Volcán de Colima y a 1,120 metros sobre el nivel del mar.

Fisiografía

Topografía.—El valle de Tecalitlán es un valle casi cerrado, rodeado de altas montañas, con excepción de una boca estrecha que lo comunica hacia el NW. con el río de Tuxpan, o sea hacia los pueblos de Tuxpan, Zapotiltic y Ciudad Guzmán. Este valle tiene una forma especial, alargada como de "globo" con el fondo o la base ancha hacia el SE. y el cuello o la boca hacia el NW. El valle no es una planicie uniforme, está interrumpido por algunos lomeríos que culminan en el cerrito de Tecalitlán, se levanta unos 230 metros sobre la población, esta eminencia situada cerca del pueblo y casi en el medio del fondo ensanchado del "globo," como que divide el Valle en dos valles parciales alargados, uno al Norte y otro al Sur: el del Norte tiene un rumbo de SE. 68° NW. formado por las tierras del Rincón de los Zapotes, Cuixilacates, la Viborilla, las excelentes tierras de Rancho Grande y sus circunvecinas; el valle del Sur tiene una forma encorvada, está formado por las tierras del Platana-rillo, La Zorra, Tecalitlán, Llano Grande y La Purísima; abajo de este punto, en la Hacienda de San-

tiago se unen íntimamente los dos valles, formando el cuello alargado y estrecho del "globo" o sea la desembocadura del valle hacia el río Tuxpan. En estos dos valles parciales, por virtud de los lomeríos que hemos dicho existen, se encuentran otros valles terciarios como el del Rincón de los Zapotes y el de Viborillas en el del Norte y el del Platanarillo y Llano Grande en el del Sur.

El valle de Tecalitlán, en su conjunto, tendrá 15 kilómetros de SE. a NW. y como 8 kilómetros en su parte más ancha, no guarda relación con los valles inmediatos, es decir, una relación estrecha de continuidad ya sea entre sus sedimentos o entre sus aguas; sino que bien podemos considerarlo aislado, pues los valles de los arroyos de Spanatica y del Gaitán que lo circundan, están separados del de Tecalitlán por montañas desde 300 metros de altura hasta de 80 metros en sus puntos más bajos. Seguramente que sí guarda relación con los sedimentos que desde un poco al Sur de Ciudad Guzmán se inclinan con relativa uniformidad hacia el Sur, pero estas relaciones serán el objeto de estudios geológicos generales, más amplios y que dejo a las personas que con acierto ya se ocupan y se han ocupado de esta muy interesante región. Baste decir que: desde las eminencias principales, desde donde se domina una grande extensión, donde a la vista se pierden los accidentes relativamente pequeños, se observa una sedimentación que principia casi desde Ciudad Guzmán y sigue con una pendiente uniforme muchas leguas al Sur, quizá abajo de las aguas del océano; en estas condiciones, sí existen relaciones del Valle de Tecalitlán con los de Spanatica, del Gaitán y

otros. Sobre la sedimentación se destacan las eminencias como el cerro de Tuxpan, la Sierra de la Higuera, el macizo enorme del Colima y otros; también pueden verse las barrancas más profundas como la del río de Tuxpan, la famosa de Atenquique y otras. Seguramente también que esta sedimentación guarda estrecha relación con los sedimentos lacustres al Norte de Ciudad Guzmán, pero todos estos problemas es factible estén ya resueltos por compañeros que muy pronto nos harán conocer sus ideas, además de que para el objeto inmediato de nuestro trabajo no nos son indispensables.

Relieve.—A los 62° SE. de Tecalitlán, de una manera abrupta se levanta la montaña llamada la Campana con bordes hacia el Valle a 1,800 metros sobre el nivel del mar o sea 680 metros sobre Tecalitlán, ésta es la montaña más alta, sucediéndose en la dirección del SE. cordilleras más elevadas. Del macizo de la Campana se desprenden dos ramales, uno hacia el Norte y otro hacia el Sur; estos mismos ramales después de seguir esas direcciones se van encorvando hasta tomar los dos, la dirección del Noroeste bordeando el Valle y dándole esa forma especial de "globo" a que nos hemos referido y a la vez *que aislándolo de los valles del Gaitán y de Spanatica.

El ramal del Sur, el que separa el valle de Tecalitlán del de Spanatica se adelgaza y se baja hasta tener sólo unos 80 metros sobre el valle para después levantarse y aumentar de espesor en el cerro de las Animas que se encuentra al Poniente de Tecalitlán y unos 400 metros sobre el plan, formando hacia el Poniente un linderó bien definido del valle. El cerro de las Ani-

mas se termina hacia el NW. de una manera escarpada para dar paso al río de Tuxpan a 1,030 metros sobre el nivel del mar. El ramal del Norte se baja poco, pues no deja de conservar una altura de más de 200 metros sobre el plan, aislando enteramente al valle de Tecalitlán del arroyo del Gaitán.

El cerro de Tecalitlán se levanta como sabemos 230 metros al NE. de la población y al NW. del cerro de la Campana, se encuentra casi aislado pues sólo un lomerío bajo de 50 metros lo une al cerro de la Palmita, uno de los contrafuertes del picacho del Cuervo, que a su vez forma parte de la Campana.

De los desprendimientos principales de la Campana se derivan otros mucho menores, lo mismo que del cerro de Tecalitlán, tomando la forma de lomeríos encorvados como los límites principales del valle, pero de un radio mayor, dando al conjunto el aspecto de levantamientos concéntricos, primero pequeños, después más altos y por último el que alcanza hasta los 1,800 metros o sea el verdadero límite del valle.

Dos valles hemos enumerado que existen cerca del de Tecalitlán, y son: el de Spanatica, que se encuentra al Sur y Suroeste a un nivel de 1,000 metros sobre el nivel del mar, es un valle plano menos importante y menos amplio que el de Tecalitlán, pero es un valle bien definido, aunque como se ha dicho, separados por montañas gruesas y elevadas. Hacia el Norte existe el valle estrecho de la Cañada o de Tashinaxtha o del arroyo del Gaitán, que va rodeando al de Tecalitlán, es decir, principia el valle estrecho al Norte de la Campana o sea al Oriente del de Tecalitlán, va inclinándose al Poniente como el ramal montañoso que los se-

para, después caminan casi paralelos hacia el Noroeste a un nivel de 1,120 metros, por lo que dicho valle rodea al de Tecalitlán por el Oriente, Noreste y Norte. Hacia el Sureste se suceden las cordilleras sin que existan valles que puedan tener relación con el de Tecalitlán.

Hidrografía

El drenaje del valle pertenece exclusivamente al río de Tuxpan, llamado también río de Tamazula y río Coahuayana, nace en el 4.º Cantón del Estado de Jalisco, un poco al Sur del lago de Chapala, cruza el 9.º Cantón, pasa por los pueblos de Tamazula y Tuxpan, entra al Estado de Colima y al Estado de Michoacán y desemboca al Océano Pacífico.

Debido a la naturaleza de las formaciones y a lo abrupto de los bordes elevados del valle, desde ese borde nacen multitud de arroyos que en la parte baja se dividen en dos arroyos principales: el de Tecalitlán propiamente y el de las Higueras; éste está formado por los arroyuelos de la cuenca del Noreste, entre los que están el Cuixilacates y el del Rincón de los Zapotes; la primera parte de estos arroyos es torrencial, después se suaviza su pendiente formando vegas desde la Viborilla, en donde corta uno de los lomeríos que unen al cerro de Tecalitlán con los de Ojo de Agua; pasa por las Higueras para unirse al arroyo de Tecalitlán cerca de la Purísima; el resto del valle del Norte se drena por pequeños arroyos que se unen en la Hacienda de Santiago al arroyo principal.

El arroyo de Tecalitlán nace desde los bordes de la Campana o sea unos 680 metros sobre la población;

en la primera parte de los arroyuelos que lo forman, todos son torrenciales y escarpados hasta alcanzar el nivel de 1,150 metros cerca del punto llamado la Zorra, desde donde siguen su curso con pendientes de 1 a 7 al millar; muchos de estos arroyuelos en su primera parte, tienen agua permanente todo el año, debido a causas que explicaremos adelante; pero en donde existen por razón de la pendiente acumuladas arenas, gravas y demás sedimentos, esos arroyos se secan la mayor parte del año; un poco abajo de Tecalitlán, por la Guadalupe empiezan a aflorar las aguas para de allí en adelante tener una cantidad pequeña todo el año, que emplean en el riego de los terrenos. Frente a Tuxpan, a 1,050 metros, este arroyo se une al río Tuxpan o de Coahuayana.

Geología

Las rocas que existen son:¹

Granito de anfíbola alterado, plagioclasa alterada, ortoclasa? microclina, anfíbola, cuarzo, epidota, zirconio y sericita; proviene del Rincón de los Zapotes.

Granito alterado; ortoclasa, plagioclasa en parte muy alterada, anfíbola, biotita alterada, cuarzo, apatita, epidota, sagenita, peninita y calcita, procede de Cuixilacates al NE. de Tecalitlán, cerca de la presa.

Diorita epidotizada de un dique entre el granito en el cerro de la Palma, dique con dirección Oriente a Poniente casi vertical, espesor 80 cm.

Diorita de augita; labrador, augita, clorita o serpen-

¹ Clasificación del Sr. Dr. P. Waitz, del Instituto Geológico Nacional.

tina y epidota, proviene del pie del cerro de la Campana, se presenta en dique de 70 cm., dirección 60° NE., echado al NE.

Diorita de augita epidotizada, del pie del cerro de la Campana, se presenta en dique con 40° NE., echado al NW.

Diorita gabroide de augita, del pie del cerro de la Campana, se presenta en diques 60° NE., echado al NW., potencia 2 metros.

Pórfido aplítico? alterado, de Cuixilacates, al NE. de Tecalitlán, se presenta en un dique de más de 20 metros de espesor.

Porfírita de anfíbola y uralita? muy alterada con muscovita y epidota, de la parte alta de la cuesta entre la Cañada y Tecalitlán.

Brecha alterada. Parte alta del cerro de la Campana.

Andesita o porfírita epidotizada, con inclusiones de otra andesita. Del cerro de las Animas.

Andesita brechoide. Del arroyo de Spanatica, rancho de San Pedro, al Sur de Tecalitlán.

Andesita alterada. Del cerro de Tuxpan, al WNW. de Tecalitlán.

Existen además calizas, sedimentos lacustres y tierra vegetal.

Los granitos forman casi toda la parte oriental, la parte Norte y la Sur del valle y siguen fuera de él hacia el Oriente, forma también algunos de los cerros del valle como los del Rincón de los Zapotes y otros, constituye la roca principal y muy probablemente la del fondo del valle; esta roca toma en algunas partes, como al Norte del cerro del Rincón de los Za-

potes, el aspecto de bancos estratificados de 30 a 90 centímetros de espesor, con sus lechos de separación algunos silicificados y otros kaolinizados, como si hubieran sido planos de resbalamientos y de circulación de aguas silicificadas; estos lechos de separación tienen una dirección Norte-Sur y echados al Oriente; contiene numerosos diques de otras rocas, especialmente al pie del cerro de la Campana, la roca se presenta en lo general muy alterada, en un pozo en el rancho del Rincón de los Zapotes, a 15 metros de profundidad no se encontró la roca fresca.

Las dioritas aparecen en forma de diques entre el granito, de espesor muy variable, desde 20 cm. hasta 15 metros; se encuentra por lo general mucho menos alterada que el granito y con frecuencia presenta planos epidotizados muy duros y resistentes, como si hubieran sido planos de resbalamiento en los que la acción metamórfica se dejó sentir varios centímetros distante de esos planos. Estos diques existen de preferencia agrupados en zonas como en el pie de la Campana, en donde se podían notar hasta las variaciones macroscópicas de la roca, según la profundidad a la que se verificó su enfriamiento, y por lo tanto la cristalización de sus elementos. Estas rocas, cuando están en un estado muy avanzado de alteración, tienen un aspecto dudoso que las hace aparecer como rocas metamórficas alteradas.

Las pizarras muy quebradizas afloran en la parte alta del cerro de Tecalitlán, en su flanco Poniente, en las lomas que se encuentran entre Tecalitlán y La Purísima, y parecen aflorar también en la parte alta de la Campana, parece ser una formación poco gruesa y

metamorfizadas bastante, cubren al granito y dioritas hacia el Sur del valle; no les encontré fósiles.

El pórfido aplítico de Cuixilacates aparece como un poderoso dique al NE. de Tecalitlán.

La porfiritita de anfibola y uralita aflora especialmente al Norte del valle, entre la Cuesta y la Cañada; se encuentra en lo general muy alterada.

La brecha que proviene del cerro de la Campana parece ser una roca que marcó el principio de la andesita que en esta parte tuvo muy poco espesor.

La andesita epidotizada con inclusiones de otra andesita, forma el lindero Suroeste del valle, empieza a aflorar desde la mina La Luz y adquiere su mayor espesor en el cerro de las Animas. Este cerro de las Animas, el cerro de Tuxpan, el Rancho de San Pedro y el lindero NW. del valle por el Rancho de Piaxte y la Hacienda de Santiago, están formados de la misma roca andesítica, existiendo variaciones debidas a fenómenos diferentes pero que no afectan la naturaleza de la roca. La andesita es otra de las rocas que ocupan mayor extensión en el valle, cubre a las pizarras y a las rocas graníticas.

Los sedimentos lacustres ocupan la parte plana del valle, notándose especialmente en Rancho Grande y en Llano Grande, al NW. y SW. de Tecalitlán; en Llano Grande se han encontrado algunos huesos fósiles de elefantes, por lo que es posible fijarles la edad post-pliocénica a estos sedimentos, que parece han de tener poco espesor.

Existen calizas compactas fosilíferas en pequeños jirones, todas perforadas, pero ya fuera del valle; el punto más cercano está en el arroyo de Spanatica, pero

en el valle mismo no existen calizas. Al NW., en la Hacienda de Quetzalapa, y al SW., en la Hacienda de la Higuera, sí existen esas formaciones muy poderosas y muy claras. En la Higuera parece que existen los granitos y las calizas, en condiciones de poder determinar sus relaciones cronológicas.

La palabra Tecalitlán es muy común dividirla en *tlán*, lugar, y *tecalli*, mármol, lugar donde hay mármol; y como vemos, en el valle no existen calizas y menos explotables como piedra de ornamentación; una anomalía aparente, cuya explicación la encontramos en el Diccionario de Aztequismos, por el Sr. Lic. Cecilio A. Robelo, 1904, pág. 661: *Tecali es una corrupción de Tecalla o Tecalco, que se componen de Tetl, piedra, calli, casa, y la que expresa abundancia o de co, en, y significan: "Donde hay muchas casas de piedra o bóveda" o "En la casa de la bóveda."*

Existen también la mina de La Luz al SE. de Tecalitlán, en el lindero montañoso que separa a los valles de Tecalitlán y Spanatica; una cata al Norte de Rancho Grande y otra en la Campana, de la que obtuve un ejemplar de baritina. La mina La Luz es bien conocida, su matriz es cuarzo con sulfuros de plata, habiendo ameritado una explotación en diferentes épocas.

Al Poniente de Tecalitlán, y bastante cerca pero fuera del valle, se destaca majestuoso el hermoso volcán de Colima, con su penacho casi constante de humo y haciendo fondo el nevado, que se eleva hasta los 4,300 metros sobre el nivel del mar.

En 1911 hubo un temblor muy fuerte, que abarcó una extensa zona y que en Tecalitlán fué una verda-

dera catástrofe, destruyó muchas casas, todos los portales y la torre de la iglesia la derrumbó enteramente; parece que ese temblor se consideró de origen tectónico, pues los temblores originados por el cercano volcán de Colima jamás han causado tales destrozos. Repitió que estos problemas serán explicados en estudios más generales, más amplios y más extensos.

En resumen: las formaciones principales del valle son: granitos que ocupan la parte Sureste o sea la parte ancha y alta del valle, formando una gran parte del lindero montañoso del valle y extendiéndose fuera de él hacia el Norte, el Oriente y Sureste, y probablemente ocupa el fondo del valle; estos granitos contienen numerosos diques de rocas ígneas. Cubriendo a un espesor relativamente pequeño de pizarras, que a su vez cubren a los granitos, están las andesitas, que ocupan la salida estrecha o sea la parte baja o Noroeste del valle, además del resto de sus linderos al NW. y Suroeste. Sobre estas dos formaciones principales están los sedimentos lacustres de poca extensión y probablemente de poco espesor.

Hidrología

Los recursos de aguas son: aguas de lluvias, aguas corrientes, aguas de manantiales, aguas freáticas o poco profundas y aguas profundas.

Las aguas de lluvias no sabemos a cuanto pueden ascender, pues no existe ningún pluviómetro en la comarca, pero se puede decir, en general, que son abundantes; encontramos la comprobación en lo siguiente: En el valle existen terrenos de riego y terrenos de temporal en su mayor parte, en los terrenos de tem-

poral se siembra todos los años maíz exclusivamente, estas siembras suelen perderse debido a que las lluvias no llegaron en el momento oportuno de haberse puesto la semilla unos ocho días después a más tardar o algo así; pero yo creo esa pérdida se debe más bien a los sistemas de cultivo muy poco adelantados; pero de todas maneras, resembrando si esas lluvias no llegaron oportunamente, nadie se queja de que las siembras se pierdan; las lluvias son suficientes para asegurar la cosecha, a pesar de que las tierras no conocen rotación de cultivos, ni barbechos profundos, ni abonos, ni tantas cosas indispensables en otras partes, esto es por lo que se refiere al valle, que en la sierra del Sureste, las lluvias son abundantísimas.

Existiendo las lluvias en cantidad abundante, éstas se dividen de la siguiente manera: una parte escurre por la superficie, formando los arroyos, otra se evapora, otra alimenta las plantas y otra se convierte en subterránea, para seguir dos caminos: uno superficialmente o poco profundo y otro hacia la profundidad.

Las aguas corrientes o superficiales las hemos tratado al hablar de la hidrografía del valle; en algunos arroyuelos del pie de las sierras hay aguas permanentes, esas aguas se pierden un poco adelante, para volver a aparecer de la Guadalupe en adelante, desde donde el arroyo tiene agua todo el año; en la época de las lluvias corre agua casi en todos los arroyos.

Los manantiales pequeños se encuentran de preferencia al pie de los cerros altos y son alimentados de dos maneras: una del agua que ha circulado por las fallas diques y en general las litoclasas de la roca, y

otra de la que ha circulado subterráneamente, pero superficial o poco profunda por la parte alterada de las rocas y la tierra vegetal; este segundo contingente es variable, disminuye hasta agotarse; pero el primero el de las litoclasas, es constante y alimenta los manantiales en todo tiempo; ya hemos dicho al hablar de la geología, que los granitos constituyen la mayor parte del lindero del valle en su parte alta, y que en el granito existen numerosos diques y litoclasas, especialmente paraclasas o fallas, que acusan hasta resbalamientos de la roca, todo lo cual proporciona conductos más o menos importantes para la circulación de las aguas subterráneas. Estos manantiales son utilizados en regar pequeñas extensiones de terrenos, otros menos importantes sirven de aguajes a los animales.

Las aguas poco profundas abundan en el valle; en el arroyo frente a Tecalitlán existen norias de dos metros y medio de profundidad, de las que extraen agua en tiempo de secas para el riego de los plantíos de caña; más abajo, empieza a aparecer el agua en algunos "ojos de agua;" en la Guadalupe, a los lados del lecho del arroyo se extienden las vegas cultivadas, y allí probablemente el fondo impermeable de la roca no está nada profundo, lo que hace que el agua subterránea del arroyo se aproxime a la superficie, haciendo que los plantíos de caña de azúcar no necesiten regarse en ninguna época del año, sino que sus raíces bastan para extraer el agua que necesitan para su alimentación, siendo hasta necesario que existan drenes que derraman aguas al arroyo y desde donde el arroyo no deja de tener agua todo el año. A la población la surten de agua de unos pequeños pozos de dos metros de profundidad, situados en el

Platanarillo, casi al Oriente del pueblo. La noria del Centenario, cerca de la Viborilla, tiene 10 metros de profundidad casi en el lecho del arroyo de las Higuerras; en el tiempo de aguas el agua sube hasta la superficie, en las secas baja porque se le extraen hasta los 10 metros, pero suministra agua bastante para regar varias hectáreas de caña de azúcar, que en las secas no tienen ningún otro recurso de aguas, para lo cual existe una instalación de gas pobre. En Llano Grande hay agua a tres metros de profundidad, también hay una planta para extraer el agua en tiempo de secas y emplearla en el riego; pues en las aguas, las lluvias y los arroyos suministran la suficiente cantidad. Fuera de estos casos que hemos enumerado, en todo el valle existen aguas freáticas, más profundas y en menor cantidad a medida que se aleja uno de los arroyos, así nos lo demuestran los pozos de las casas y otros varios. Estas aguas circulan por los sedimentos de los arroyos, por la parte alterada de las rocas y también por las fracturas de las rocas inferiores y tienden a aflorar en los lugares donde el lecho rocalloso de los arroyos se acerca a la superficie del terreno; por todo lo anterior podemos concluir que las aguas freáticas poco profundas son muy abundantes, de preferencia cerca de los lechos de los arroyos; existen por todo el valle y son bien conocidas de los propietarios en sus resultados económicos para el riego de los terrenos.

Al tratar de las aguas profundas debemos recordar lo que hemos dicho al hablar de la geología del valle. En la primera parte, en el fondo y parte ancha del valle, la roca principal es el granito con diques de dioritas, aplitas y otras rocas, además de paraclásas y

diaclasas; estas rocas se encuentran muy alteradas desde la superficie hasta varios metros de profundidad, y en muchos lugares cubiertas por los acarreos de los arroyos, como gravas, arenas, algunas arcillas y además la tierra vegetal.

En la parte media del valle existen algunos de los sedimentos lacustres y los acarreos de los arroyos cubriendo a las pizarras y éstas a los granitos.

En la parte inferior existen los sedimentos lacustres cubriendo a las andesitas y éstas a las pizarras y granitos.

Tratemos de analizar las condiciones en que el agua profunda puede existir en esas rocas que forman el subsuelo del valle.

El granito es una roca impermeable puesto que no se deja penetrar por el agua; las cantidades de agua que puede contener son: de $\frac{1}{100}$ a $\frac{1}{4}$ de "quart" por pie cúbico,¹ o lo que es lo mismo, un metro cúbico de granito puede contener como agua de impregnación desde 0.33 litros hasta 8.36 litros, o sea desde 33 hasta 836 cienmilésimos de su volumen de agua entre los poros de la roca; y como esos poros son muy reducidos o capilares, aun conteniendo la mayor cantidad, el agua no puede pasar o pasa muy difícilmente, lo que la hace una roca prácticamente impermeable, o lo que es lo mismo, que no suministra agua a los pozos que se cavan en esta roca. Las pizarras pueden contener todavía menos cantidad, y las andesitas también se deben considerar como una roca impermeable. Así es que las rocas principales de la región se consideran en sí mismas como

¹ E. Gregory.—Under ground Water resources of Connecticut.—Water Supply Paper núm. 232, pág. 46. U. S. Geol. Surv. Washington, D. C.

rocas impermeables, pero poseen, especialmente los granitos y las pizarras, una permeabilidad en grande o a través de las litoclasas, que hemos dicho existen en ellas, y que son: las paraclasas y diaclasas de Daubrée,¹ o sean las fallas y juntas de E. E. Ellis;² el agua también puede circular por las brechas andesíticas que en algunos puntos cubre a las pizarras y granitos, y por algunos de los sedimentos lacustres, especialmente los que deben existir constituidos por las arenas graníticas.

De suerte que una perforación dada en la parte inferior del valle, en los sedimentos lacustres pueden obtener agua primero a poca profundidad, la freática, y después a mayor profundidad que puede ser hasta ascendente, proviniendo de sedimentos lacustres profundos y permeables, de algunas brechas andesíticas o de las paraclasas y diaclasas de las rocas. En la parte media del valle, una perforación podría encontrar además del agua freática a poca profundidad, otra más profunda, proviniendo de las paraclasas y diaclasas de las pizarras y granitos; y en la parte alta del valle lo mismo, la freática y la de las fallas y juntas de los granitos.

Esas juntas y fallas de los granitos tienen en lo general un echado al Poniente, y por lo tanto el afloramiento hacia el Oriente, o sea en la parte alta del valle, es decir, en condiciones apropiadas para que una perforación que las alcanzara en la profundidad tuviera su borde a un nivel inferior a la zona de abastecimiento de las fallas; pero aun así se necesitarían otras muchas

1 A. Daubrée.—Les eaux souterraines de l'époque actuelle 1887, págs. 132 y siguientes.

2 E. E. Ellis.—Under ground Water in Cristaline Rocks.—Water Supply Paper núm. 232, pág. 56. U. S. Geol. Surv. Washington, D. C.

condiciones para que esas paraclasas y diaclasas pudieran suministrar una cantidad de agua apreciable que podría ser ascendente. Esas condiciones son: 1.º, que la perforación encontrara una serie de fallas a un nivel no muy profundo porque la perforación en el granito es costosa y difícil, y porque las diaclasas desaparecen a cierta profundidad en esa roca; 2.º, que esas fracturas fueran de un espesor suficiente para que el agua pudiera circular fácilmente; 3.º, que el abastecimiento fuera abundante, o que en el afloramiento de las fracturas pudiera penetrar una cantidad suficiente de agua, y 4.º, que esas diaclasas y paraclasas no tengan ningún afloramiento a niveles próximos o inferiores al de la boca de la perforación, o por lo menos esos afloramientos estuvieran cubiertos por alguna roca impermeable como pizarras, andesitas o arcillas que no dejaran escapar el agua. Esto último no podría suceder en la parte alta del valle, pues hemos visto que a los granitos sólo los cubren en ese rumbo los acarreos de los arroyos generalmente permeables; en la parte media del valle podría suceder lo último, pero la perforación encontraría a una profundidad relativamente grande a los granitos, aunque podría tomar su abastecimiento de las paraclasas y diaclasas de las pizarras; en la parte baja del valle la perforación necesitaría grande profundidad para alcanzar las fracturas de las pizarras y granitos, aunque podría tomar su abastecimiento de algunos de los sedimentos lacustres. Pero aun suponiendo que todas las buenas condiciones estén satisfechas, bajo las cuales el agua ascendente podría existir en las pizarras y granitos, su valor práctico sería pequeño, dadas las necesidades del lugar y las condi-

ciones de esa agua ascendente, que aun en esas mejores condiciones, muy probablemente no sería brotante, sino en casos verdaderamente excepcionales,¹ por lo que sería preciso bombearla, y aun con bomba fácilmente agotable, además de que el costo de la perforación siempre sería alto.

Los sedimentos lacustres hemos dicho varias veces que son muy poco extensos; pero pueden existir algunos que proporcionarían aguas ascendentes y quizá brotantes, si estos sedimentos no están cortados al NW. o hacia la salida del valle por el arroyo principal que drená al valle; por lo que una perforación podría tener éxito, siempre que encontrara sedimentos a un nivel inferior a unos 40 metros de la superficie del terreno de Rancho Grande, pues a 40 metros abajo de ese nivel pasa el arroyo cortando los sedimentos. Debido a la poca extensión de los sedimentos, esa agua tendría poca presión, y por lo mismo serían en pequeña cantidad; y si se quería mayor cantidad, habría necesidad de bombearla; además de que la zona donde pueden existir esas aguas brotantes sería muy reducida, por lo que el valor práctico de estas aguas en esta región, tampoco es de recomendarse.

Conclusiones

Hemos dicho en la introducción cual fué la causa que motivó el presente trabajo, lo que en resumen significa que se trata de hacer de riego los terrenos que no lo son; por cuyo motivo a ese fin tenderán nuestras con-

¹ E. E. Ellis refiere que en 301 pozos en las rocas graníticas, hubo 8 pozos brotantes, de los que unos brotaron sólo por unos cuantos minutos y siempre en muy pequeña cantidad, loc. cit.

clusiones, teniendo en cuenta todos los recursos naturales, prefiriendo a aquellos recursos que realicen el fin deseado de la manera más segura, permanente y práctica.

En el valle de Tecalitlán existen terrenos de riego en las siguientes zonas: unos pedazos al pie del cerro de la Campana, otros regados con norias en el rancho del Centenario y en Llano Grande y una faja por todo el arroyo desde Tecalitlán hasta su desembocadura en el río Tuxpan, es decir, casi todo el valle del Sur, de los dos parciales en que puede dividirse el valle total. El valle del Norte, así como otras tierras, en la actualidad carecen de riego, formarían una extensión triple de la de riego; sin tomar en consideración algunos cerros y faldas de cerros a los que por hoy no se podrían hacer de riego permanente por procedimientos que resultaran costeables.

Hemos dicho al hablar de la hidrología que los recursos de aguas del valle son: aguas profundas ascendentes, muy eventuales, en poca cantidad y costosas; aguas de manantiales pequeños utilizables en cortas extensiones de terrenos al pie de los cerros; aguas freáticas poco profundas, abundantes, especialmente cerca de los arroyos; aguas de lluvias abundantes, y aguas corrientes, abundantes en la época de las lluvias.

Hemos dicho también que las rocas principales del subsuelo en la parte alta del valle son granitos y pizarras, es decir, rocas impermeables.

Y si a todo lo anterior agregamos lo que hemos dicho al hablar del relieve, que: "de los ramales principales que se desprenden del cerro de la Campana, salen desprendimientos mucho menores que se unen con otros

que salen del cerro de Tecalitlán, formando lomeríos encorvados, como los linderos del valle pero de un radio mayor, dando al conjunto el aspecto de levantamientos concéntricos; primero bajos y de mayor diámetro, después más altos y de radio menor, y por último el verdadero límite del valle." Esos lomeríos, al ser cruzados por los arroyos forman vasos excelentes para almacenar las abundantes aguas corrientes de la época de las lluvias.

Por lo tanto: 1.º Las perforaciones profundas las considero en esta región como de poco valor práctico para que puedan suministrar aguas para el riego de los terrenos.

2.º Las norias que utilicen el agua a poca profundidad sí dan resultado económico en casi todo el valle, especialmente cerca de los arroyos, para regar pequeñas extensiones de terreno.

Y 3.º Por último, las presas son los medios más adecuados para regar casi todo el resto de las tierras que no son de riego y para asegurar también el de los terrenos que ya lo son.

Existen varios lugares apropiados para ese fin, pero dos reúnen las mejores condiciones: la Viborilla y la Zorra; la Viborilla se encuentra en el arroyo de las Higueras, poco antes del rancho del Centenario; serviría para regar casi todo el valle del Norte, o sea casi todo el terreno plano de temporal y que carece de riego actualmente; la Zorra se encuentra en el arroyo de Tecalitlán, poco antes del pueblo, y serviría para garantizar el riego de los terrenos que ya lo son y para aumentar la faja de los terrenos de riego actualmente, pues el agua saldría a un nivel que podría abarcar has-

ta varios terrenos del valle parcial del Norte. Existen otros lugares apropiados para almacenar agua, como por ejemplo en la Purísima, pero el vaso invadiría muchos intereses creados y no habría tierras suficientes para utilizar el agua que se almacenara en ese gran vaso; otros dos hay a un nivel más alto, que serían costosos y no almacenarían gran cantidad de agua, como uno que se está construyendo en Cuixilacates. Por lo que la Viborilla y la Zorra las considero como los lugares más convenientes.

El estudio especial de esas obras, como tipo de presas, altura, capacidad, longitud de canales, terrenos invadidos, costo, valor del agua, extensión regable y demás datos, serán el objeto de otras personas.

La población podría proveerse de agua ya sea de la presa de la Zorra o de pozos por el Platanarillo, lugar que se encuentra a 30 metros sobre la población; el Municipio podría comprar alguna extensión en la que haría pozos poco profundos, extrayendo el agua con bomba, o en último caso con norias, y enviando el agua por alguna tubería de fierro, o por lo menos un caño de ladrillo cubierto e impermeabilizado con un aplanado; teniendo especial cuidado de que los pozos estén en una parte donde quede terminantemente prohibido el paso de animales y de hombres, para evitar que se depositen substancias que harían nociva el agua, especialmente del lado de donde pudieran llegar las aguas hacia los pozos; cuidando de que los pozos no sean invadidos por aguas corrientes, para conseguir tener un aprovisionamiento de agua higiénica, cosa que es posible sin sacrificios para el pueblo.

Temo principalmente que mis conclusiones no satis-

fagan a varias personas, no solamente de las que viven en la región, sino de otras partes del país que lean el presente trabajo, porque existen muy generalizadas algunas ideas erróneas que me voy a permitir apuntar aquí; son: primero, que para eso de presas, los de por allí ya sabían que con esas obras se puede resolver la cuestión, aunque no supieran donde convenían las presas; segundo, que eso cuesta mucho, siendo la costumbre que tengan que hacerlas los dueños del terreno, y ellos no tienen dinero; y tercero, creen que los pozos artesianos debe de haberlos en todas partes, hasta en la punta de los cerros, bastando que elija el lugar una persona que haya perforado algún pozo brotante, pues esa condición es suficiente para que se convierta en un especialista consumado. Después vienen otras de un orden distinto, pero no por eso menos generalizadas, que con los pozos artesianos se hace un gasto solamente y después el agua brota a torrentes hasta inundarlos; y como generalmente el pozo es de una sola persona, ésta puede ver sus tierras lozanas y ricas mientras las del vecino están yertas y pobres, y que los pozos artesianos se los hace el Gobierno, quien está obligado a hacer prosperar las tierras, además de que ellos poseen amistades influyentes para conseguir que se los hagan.

De estas ideas creo que la primera será la más popular en la región, pero antes he expuesto las condiciones en que se encuentran todos los recursos geológicos, topográficos, meteorológicos e hidrológicos, creyendo sinceramente que resuelvo el asunto de la manera más segura, más permanente, más amplia, más económica y más eficiente.

en la región, sino de otras partes del país que han el presente trabajo, porque existen muy generalizadas algunas ideas erróneas que no voy a permitir que se propaguen. Para eso de presas, los de por allí se sabe que con esas obras se puede mejorar la condición, aunque no sabemos donde conviene las presas; segundo, que eso es una medida, siendo la tercera que tengan que hacerlos los dueños del terreno y ellos no tienen dinero; y tercero, creen que los países, sino debe de haberlos en todos países, hasta en la parte de los cerros, haciendo que ellos se hagan una presa que haga bastante algún poco de agua, pues esa condición es suficiente para que se convierta en un país que tiene otros de un país socialista construido.



los distintos pero no nos generalizarlos, que con los pozos artesianos, un caso solamente y después el agua para las tierras inundadas; y como generalmente el pozo es de una sola persona, está puede ser sus tierras propias y tiene mientras los del vecino están tierras y pozos, y que los pozos artesianos se los hace el Gobierno, quien está obligado a hacer prosperar las tierras además de que ellos poseen un trabajo suficiente para conseguir que se los hagan. De estas ideas creo que la primera está en una forma, por en la región, pero antes de exponer las condiciones en que se encuentran todos los recursos geológicos, hidrográficos, meteorológicos e hidrográficos, creo que es conveniente que respecto al asunto de la tierra más o menos, más permanentemente más amplia más económica y más eficiente.