EL TEQUESQUITE

DEL LAGO DE TEXCOCO

POR EL INGENIERO DE MINAS

TEODORO FLORES

EL TEQUESQUITE DEL LAGO DE TEXCOCO

El tequesquite (1) es un producto natural que se encuentra en los lagos de Texcoco y Zumpango; en el lecho del lago, actualmente seco, de San Cristóbal, y en algunos otros lugares del Valle de México. Existe también en otras localidades de la República Mexicana, de las cuales pueden señalarse como más importantes, a las siguientes: pueblo de Chiapa, perteneciente a la Municipalidad de Tepeaca, Distrito de Tepeaca, Estado de Puebla; lagunas de la cuenca de Sayula y pueblo de Zacoalco, Cantón de Sayula, del Estado de Jalisco, y Municipalidades de Julimes y Santa Rosalía, pertenecientes, respectivamente, a los Distritos de Camargo e Iturbide, del Estado de Chihuahua. Este producto se encuentra disuelto en las aguas de lagos o lagunas de poco fondo, cuyas aguas están, por consiguiente, sujetas a una evaporación fácil, que permite que abandonen en sus orillas, al evaporarse, depósitos salinos de aspectos físicos diferentes que designan, localmente, con diferentes nombres, según su apariencia exterior y su grado de pureza.

Como veremos más adelante, el tequesquite no es otra cosa, sino una mezcla de sesquicarbonato de sodio con cloruro de sodio, principalmente, y pequeñas cantidades de sulfato de sodio, cloruro de potasio, y a veces, huellas de nitratos de estas bases.

Condiciones de los depósitos salinos

Los depósitos salinos de tequesquite se forman con frecuencia en las orillas del Lago de Texcoco, en donde hemos podido estudiarlos especialmente. Siendo el Lago de Texcoco, el lago que ocupa el fondo de la cuenca de México, es decir, siendo el lago de nivel más bajo con relación al nivel de los otros lagos que se encuentran en la mencionada cuenca, es hacia él donde concurren las aguas interiores del Valle y es en él donde ha tenido lugar, desde hace mucho tiempo, la concentración de estas aguas por evaporación natural, las que han abandonado, al evaporarse, el tequesquite, producto que es motivo de una explotación por parte de los indígenas del Valle de México, quienes vienen sosteniendo esta pequeña industria desde hace largos años.

Es interesante, al estudiar estos depósitos salinos, darse cuenta de cómo se han convertido las aguas dulces de este Lago en aguas saladas, siguiendo las diversas fases de desecación del gran Lago primitivo. Limitado, como muchos de nuestros lagos, por barreras de origen volcánico, ocupó este Lago en un tiempo, en la cuenca de México, una gran extensión superficial llegando a derramar sus

(1). El nombre "tequesquite," proviene, según unos autores, de la corrupción de la palabra indígena "tequixquitl," que significa en idioma mexicano, "cosa semejante a piedra;" según otros, proviene de las raíces "tetl," piedra y "quixquitl," brotar, eflorescer, es decir "piedra eflorescente."

En cuanto a la ortografía española de esta palabra, hemos adoptado la de "tequesquite," que usa el licenciado Cecilio A. Robelo en su "Diccionario de Aztequismos;" en otras obras se ve escrito este término de dos modos: "tequexquite" y "tequezquite."

aguas por el lado de Nochistongo, como lo prueban los depósitos sedimentarios lenticulares que se observan en el corte del terreno efectuado por el tajo de ese nombre; esta gran extensión primitiva del Lago fué reduciéndose, poco a poco, por derrame de las aguas, evaporación de las mismas y azolve, hasta llegar a ocupar una extensión relativamente reducida en la cuenca de México, cuyo fondo se encuentra a 2,263 ms. de altura sobre el nivel de la marea media en Veracruz. La cuenca de México forma parte del extremo meridional de la Mesa Central y está comprendida entre los paralelos 19° 02' y 20° 12' de latitud Norte y los meridianos 0° 40' y 0° 15' de longitud W. de México; tiene por límites naturales: al Sur, la serranía del Ajusco; al Oriente, la Sierra Nevada; al Norte, las sierras de Pachuca y Tezontlalpan y al Poniente, las serranías de las Cruces, Monte Alto y Monte Bajo. En estos límites se encierra una superficie de más de ocho mil kilómetros cuadrados, dentro de la cual se encuentran distribuidos, además del Lago de Texcoco, que ocupa casi el centro de dicha cuenca, los lagos de Xochimilco, Chalco y laguna de Santa Marta, hacia el S.; los de San Cristóbal, Xaltocan y Zumpango, hacia el N. y NW., y hacia el E., la laguna de Apam. De estos depósitos de agua han desaparecido por completo, en la actualidad, los lagos de Chalco, San Cristóbal y Xaltocan; el Lago de Texcoco sólo contiene agua en la temporada de lluvias y la laguna de Santa Marta es más bien una gran charca, que ha sido formada por una parte de las aguas de este Lago que quedaron segregadas de él, al construirse el camino carretero de México a Puebla, que atraviesa su porción SW. con una dirección de NW. a SE.

Todos estos lagos, lagunas y charcas no son sino restos del gran Lago primitivo, bastante profundo, que ocupó en tiempos pasados, como antes hemos dicho, una gran extensión superficial en la cuenca de México y cuya historia geológica ha presentado las fases comunes a todos los lagos, es decir, la de un depósito de agua destinado a desaparecer completamente en lo futuro, por evaporación de sus aguas y azolve de su fondo, desaparición que ha sido además favorecida por la desecación provocada por las obras del Desagüe del Valle, que convirtieron una cuenca natural cerrada, en una cuenca abierta artificialmente.

En efecto, desde el tiempo de los aztecas, se emprendieron obras para defender a la ciudad de México, entonces la Gran Tenoxtitlán, de las inundaciones, obras que, puede decirse, fueron las primeras que influyeron en la desecación del Lago de una manera artificial, después de haber comenzado esta desecación por las causas naturales antes señaladas, hasta quedar sus aguas divididas por la sierrita volcánica de Santa Catarina, en dos grandes porciones: la del Sur, que más tarde formó, al continuar la desecación, los lagos de Chalco y Xochimilco, y otra porción, hacia el Norte, que originó después los lagos de Texcoco, San Cristóbal, Xaltocan y Zumpango. El depósito del Sur, provisto de abundantes manantiales, vertía el excedente de sus aguas por el estrecho que existe entre el cerro de Ixtapalapa y el Pedregal de San Angel, hacia el gran lago del Norte, que más tarde debía servir de asiento a la Gran Tenoxtitlán, al albergar en sus aguas a las primeras tribus aztecas. Las obras que estas tribus emprendieron fueron diques y calzadas, con el fin de dominar las aguas de los lagos, y sobre cuya disposición tomamos de la obra relativa al Desagüe del Valle de México, los siguientes datos:

"Los diques tenían por objeto moderar el flujo de las aguas de los lagos y los ríos; entre los principales, el primero que construyeron fué el de Tlacopan (Tacuba) y sucesivamente después el de Nonoalco y Chapultepec, y los del Tepeyac y Coyoacán o San Antonio Abad. No bastaron, sin embargo, estos diques, ni los secundarios que se habían levantado

igualmente y en mayor número, para proteger a la población, pues a pesar de ellos, la ciudad se arruinó a causa de la inundación ocurrida durante el reinado de Moctezuma Ilhuicamina, quinto rey azteca. Las aguas que más contribuyeron al desastre vinieron del Norte por el río de Cuautitlán y con la mira de ponerse a cubierto de ellas en lo futuro, se proyectó y llevó a efecto el gran dique o albarradón de Netzahualcoyotl, ideado por él y ejecutado bajo su hábil dirección. Esta obra prodigiosa se extendía de Atzacoalco a Iztapalapa, con rumbo aproximado de Norte a Sur y longitud de 16 kilómetros; fué hecho de piedra y barro y protegido por sus flancos con fuertes estacadas contra el embate de las olas. Fué el pensamiento dominante de obra tan colosal, oponer una barrera a las aguas del Norte e impedir que se extendieran a la ciudad y con este beneficio se obtuvo otro también de importancia. El albarradón dividió el lago total en dos partes: la mayor, al Oriente, se llamó Lago de Texcoco; la menor, al Poniente, que envolvía a la ciudad en sus aguas por todos lados, lago de México. Las aguas del gran Lago primitivo, saladas todas, a causa de la concentración de sales que ingresaban anualmente en las corrientes, se diluyeron hasta convertirse en aguas dulces en el lago de México; en el de Tetzcoco continuaron saladas y enriqueciéndose a diario con más sales."

"El albarradón con sus compuertas y los lagos del Sur, al otro lado del estrecho de Iztapalapa, contribuyeron a hacer esta conversión. Durante la estación de la sequía se hacía pasar el agua del lago de México al de Tetzcoco; en la estación de lluvias, en la que el Lago de Tetzcoco crecía, se cerraban las compuertas y los lagos se incomunicaban; por otra parte, el lago de México estaba constantemente alimentado por las aguas dulces que bajaban de los lagos del Sur, con lo que se mejoraba la calidad de sus aguas. Esta alimentación, que venía del Sur, estaba regularizada por medio de los diques de Tlahuac y Mexicaltzingo, por los cuales las aguas quedaban contenidas y la alimentación por este medio se hacía a arbitrio."

Por esta parte que transcribimos de la exposición que, en la mencionada Obra del Desagüe, se hace relativa a los medios de defensa emprendidos por los aztecas para impedir las inundaciones de la ciudad, vemos que estas obras fueron las primeras que influyeron en la desecación del Lago y que ya se menciona en ella, de manera especial, la concentración de las aguas y su enriquecimiento en sales de la porción de ellas que dividida por el albarradón quedó al Oriente, o sea la de las aguas que más tarde formaron el Lago de Texcoco; pero, realmente, las obras que más directa y eficazmente influyeron en la desecación del Lago, fueron las obras de desviación del río de Cuautitlán, por el tajo de Nochistongo, realizada por Enrico Martín, a mediados del siglo XVII y las obras de canalización y desagüe por el canal y túnel de Tequixquiac, concluídas en la época reciente. No nos detendremos aquí sobre estas obras, que son muy notables y conocidas; solamente diremos que la desviación del río de Cuautitlán fué de resultado decisivo para la desecación del Lago, pues por los estudios hechos del gasto de los ríos de la cuenca de México, es éste, entre los demás ríos de dicha cuenca, el que reune mayor y más persistente caudal de aguas, el cual se ha estimado en una cuarta parte, cuando menos, de la que acarrean al fondo de la cuenca todos sus ríos reunidos. Las corrientes interiores que, después de estas obras, quedaron arrojando sus aguas al interior del Lago, y que son actualmente sus tributarios son las siguientes: por el Norte, las aguas de la vertiente meridional del cerro de Chiconautla; por el Este, los ríos de Ixtapan, Nexquipáyac, Papalotla, Chautla, Magdalena, Tulantongo, Texcoco, Chapingo, San Bernardino, Santa Mónica y Coatepec y aguas de la vertiente occidental del cerro de Chimalhuacán; por el Sur, las del canal de Ayotla

y las de los ríos unidos de Churubusco y la Piedad, y por el Oeste, las del Canal de San Lázaro, y de los ríos del Consulado y ríos unidos de los Remedios y Tlalnepantla. Una parte de las aguas de la región superior del dique de San Cristóbal no concurren al Lago, sino que salen por el Norte del Valle para Nochistongo y las aguas de las vertientes orientales de la serranía de Guadalupe encuentran, antes de alcanzar el Lago, al Gran Canal, que lo cruza de S. a N. en su porción occidental y no llegan, por consiguiente, al centro del Lago.

Tal es la alimentación actual del Lago de Texcoco, alimentación insuficiente, pues muchos de estos ríos son de carácter enteramente torrencial, lo que está haciendo que el Lago desaparezca, pues como es bien sabido, no basta para la existencia de un lago que haya una cuenca hacia la cual concurran aguas, sino que es necesario que estas aguas sean en cantidad suficiente para reparar las pérdidas por filtración y evaporación; si hay un exceso de alimentación, sus aguas se diluyen y son aguas dulces que contienen sales en tan ligera proporción, que el paladar no las percibe, pero que, si la alimentación es insuficiente, es decir, si el clima corresponde a una región árida o semi-árida, la evaporación continuada trae una concentración que acaba por volver saladas las aguas, cuya salinidad es variable con las lluvias de la región, que varían el régimen de las corrientes de la cuenca hidrográfica que alimenta al Lago. Este es el caso para la cuenca de México, en la cual, esta alimentación insuficiente, que hemos señalado, ayudada por las otras causas naturales mencionadas y por las obras de desviación artificial del río de Cuautitlán y obras del Desagüe del Valle, han originado los lagos a que nos hemos referido y han sido la causa de la desecación completa de los lagos de San Cristóbal, Xaltocan y la ya muy avanzada de Xochimilco y Texcoco.

Las aguas del Lago de Texcoco se extendían en la época de la conquista de México (1521), según Orozco y Berra, por el Norte, hasta Totolcingo y faldas australes del cerro de Chiconautla; por el Poniente hasta cerca de San Cristóbal Ecatepec y faldas de la sierrita de Guadalupe, siguiendo sus bordes por Tulpetlac, Cerro Gordo, Santa Clara Coatitla y San Pedro Xalostoc; rodeaban por el Sur el cerrito del Tepeyac, siguiendo al pié de las alturas hasta cerca de Tlalnepantla y llegaban más al Poniente aún, dejando a corta distancia a Atzcapotzalco y Tacuba, estando en sus bordes, Popotla y Chapultepec; seguían al pié de las lomas de Tacubaya, Mixcoac y Pedregal de San Angel y se extendían luego a Coyoacán y Lago de Xochimilco. Por el Sur rodeaban completamente al Peñón Viejo y Cerro de la Estrella y ocupaban además, todos los terrenos bajos y pantanosos de Atipac, Ixtapalapa, Nexquipáyac, Atenco, Tocuila, Texcoco y faldas del cerro de Chimalhuacán.

Esta extensión se encontraba reducida en 1865, a la parte comprendida entre la sierrita de Guadalupe, por el Oeste; terrenos de Chiconautla, por el Norte; los lomeríos de Texcoco y faldas del cerro de Chimalhuacán, por el Este; camino de Puebla y orillas de la ciudad de México hacia el Sur.

Por último, en 1905, tuvo lugar una extraordinaria estación de lluvias en el mes de agosto, que hizo que el Lago ocupara una superficie máxima, que correspondió a la curva 7m.10, sobre el plano general de comparación del Valle, según el levantamiento topográfico del Lago, hecho por la Comisión Hidrográfica y cuya curva se considera actualmente como el límite oficial del Lago de Texcoco.

En la lámina I, está señalado el perímetro ocupado por las aguas del Lago en 1521; así como el contorno del mismo en 1865 y el de la curva 7m.10.

Como puede apreciarse mejor la constante contracción experimentada por el Lago de Texcoco, es comparando entre sí las cifras que expresan la extensión, en metros cuadrados, ocupada por las aguas

y la profundidad de las mismas, en diferentes épocas. En efecto, según la estimación que hizo la Comisión del Valle, en 1861, la extensión superficial del Lago, en su creciente ordinaria, era de..... 272.170,000 metros cuadrados; según los levantamientos hechos por los ingenieros Velázquez y Aldasoro, era en 1878 de... 258.390,000 metros cuadrados, próximamente; en tanto, que en 1906, según los cuidadosos levantamientos llevados a cabo por la Comisión Hidrográfica, era de 75.440,000 metros cuadrados solamente. En cuanto a la profundidad de las aguas, los depósitos sedimentarios lacustres, abandonados en las faldas de la serranía de Guadalupe, indican que la profundidad del Lago primitivo fué al principio bastante considerable; he tenido oportunidad de observar estos depósitos casi en la cima del "Peñón de Marqués," y en algunos lugares de la Sierra de Guadalupe, habiéndose ido reduciendo sucesivamente esta profundidad con el tiempo hasta ser de 5 m. en 1800 y un poco más de 2 m. en 1850, y por último, apenas de 0.50 m. actualmente, en la parte central del Lago y esto solamente en la temporada de aguas, pues durante los meses de noviembre a junio o julio, el fondo del Lago está enteramente seco y puede atravesarse por su centro a pié o a caballo. Esta delgada lámina de agua, cuando llega al máximum de su concentración, contiene de 8% a 9% de sales y en muchos lugares de los bordes del Lago cuenta solamente pocos centímetros de espesor; está sujeto entonces, por consiguiente, a una evaporación fácil, por la acción solar y de los vientos y da lugar a la formación de depósitos de tequesquite, que se presentan allí como eflorescencias salinas de aspectos físicos diferentes, según las condiciones en que se forman y su grado de pureza. En Texcoco llaman "confitillo" al tequesquite blanco, eflorescente, que presenta una superficie erizada de pequeñas tuberosidades, que le dan una apariencia semejante a la coliflor; "cascarilla" o "tepalcatillo" al tequesquite que se presenta bajo la forma de costras; "espumilla," al que extraen de la superficie espumosa del aguamadre tequesquitosa; "polvillo" o "cristalillo" al finamente cristalizado o pulverulento y "tequesquite prieto" al muy impuro, mezclado con tierra arcillosa o arena fina.

El terreno abandonado por las aguas del Lago en que se encuentran estos depósitos salinos presenta un aspecto triste y desolado; estos terrenos son vastas llanuras (véanse las fotografías números 1, 2 y 3), en las que crece con dificultad un pasto grueso y seco, que se conoce en esos lugares con el nombre de "zacahuixtle," pero que en otras muchas partes están completamente desprovistas de vegetación.

Los depósitos de tequesquite aparecen en los bordes del Lago de Texcoco, especialmente durante el Invierno, pues es entonces cuando tiene lugar la exposición de las mayores extensiones superficiales de terrenos a la evaporación del agua que, durante la temporada de lluvias, ha deslavado estos terrenos y disuelto las sales y es durante esta estación del año cuando estas aguas ascienden de la profundidad del suelo hacia la superficie, por la evaporación y por capilaridad, abandonando el tequesquite bajo la forma de costras o de eflorescencias, cuyo aspecto justifica enteramente el nombre dado por los aztecas a la substancia de estos depósitos salinos, de "tequexquitl" o sea piedra eflorescente.

Los depósitos se forman, sobre todo, en los bordes N. y NW. y E. y SE. del Lago, en terrenos situados a menos de un metro de altura sobre su antiguo perímetro, volviendo grandes extensiones de estos terrenos enteramente estériles y llenándolos de manchas de costras y eflorescencias salinas, unas veces amarillentas y otras blancas, que al ser heridas por la luz del sol, lastiman la vista e imprimen al paisaje como ya hemos dicho, un aspecto fisiográfico, triste y desolado, de un carácter casi desértico.

La "cascarilla" se forma en terrenos barrosos y el "confitillo," de preferencia, en terrenos arenosos en los cuales la evaporación del agua se verifica de una manera muy uniforme.

Origen del Tequesquite.

Por la exposición que acabamos de hacer de las condiciones de los depósitos de tequesquite del Lago de Texcoco, se puede ya comprender el origen de estos depósitos salinos.

Hemos visto, en efecto, cómo las aguas que concurren hacia este Lago han sufrido una constante concentración, por evaporación, en una cuenca que estuvo privada de escurrimiento por mucho tiempo, y cómo ha sido cada vez menor la cantidad de agua contenida en ella y más activa, por consiguiente, la evaporación de sus aguas y concentración en sales. Estas aguas, de origen meteórico, han ejercido una prolongada acción sobre las rocas que circundan la cuenca de México que son, en gran parte, andesitas (de hornblenda, hyperstena o augita) en las cuales dominan (1) los feldespatos sódicos o sódico-cálcicos; cargadas, estas aguas, de anhidrido carbónico y ácidos orgánicos (que han tomado del aire atmosférico y de las materias orgánicas, en descomposición, que se encuentran en el suelo o subsuelo a través del cual circulan) han atacado y disuelto de una manera lenta, pero constante, a los feldespatos sódico-cálcicos o sódicos de las andesitas transformándolos en carbonatos alcalinos, en gran parte sódicos, que son así llevados en pequeñas cantidades por dichas aguas; pero que, por la constante concentración que han sufrido y sufren por evaporación, desde hace largo tiempo, han ido aumentando, poco a poco, hasta llegar a alcanzar la proporción en que se encuentran en las aguas del Lago de Texcoco, que por ser el más bajo de todos los que ocupan la cuenca de México, ha recogido la mayor parte de las aguas de la cuenca y por esta circunstancia se ha verificado en él, preferentemente, dicha evaporación y concentración.

Esta evaporación ha sido ayudada, además, por los caracteres del clima dominante en la Mesa Central, que corresponden a los de un clima semi-árido y en muchos lugares árido completamente.

La composición de las aguas de origen meteórico que concurren a una cuenca, están subordinados como fácilmente se comprende, a la naturaleza petrográfica de las rocas y terrenos que la circundan, pues dicha composición se modifica durante la circulación de dichas aguas a través de las rocas y terrenos y puede establecerse, como general, el hecho de que en toda cuenca cerrada, de alimentación insuficiente, debida a la falta de lluvias, que tiene lugar en climas áridos, se realizan siempre fenómenos de evaporación y concentración salina, que acaban por transformar las aguas primitivamente dulces en aguas saladas. Es interesante conocer el análisis de las aguas antes de que hayan experimentado dichos fenómenos de concentración repetida y damos en los análisis químicos, al final de este trabajo, el cuadro (1) de los resultados de algunos análisis de aguas del Valle de México, que muestra la composición de estas aguas.

Como se vé por dicho cuadro, dominan, entre las sales que se encuentran disueltas en las aguas del Valle, el carbonato y cloruro de sodio, que son los constituyentes principales del tequesquite, y con-

(1). No solamente puede decirse esto de las andesitas de la cuenca de México, sino de una manera general de todas las andesitas mexicanas y aun de las mismas rhyolitas, en las que debían dominar los feldespatos potásicos y que contienen también feldespatos sódico-cálcicos en abundancia; bajo el punto de vista petrográfico, puede decirse que México es, por la naturaleza del feldespato predominante en sus rocas, un país sódico-cálcico.

(1). Véanse "Análisis químicos practicados en el Laboratorio del Instituto Geológico de México." (Parergones Tomo V, núm. 4, 1913) y "Tabla Analítica de las aguas más comunes de la ciudad de México," por L. Río de la Loza y S. Reyes. (Bol. Soc. Geog., al final del Tomo VI).

tienen, además, cantidades relativamente pequeñas de carbonatos de calcio, magnesio y potasio, cloruros de estas bases, silicatos de sodio y potasio, siliza, alúmina, fierro, óxido de manganeso, nitrato de potasio, huellas de yoduro de potasio, ácidos orgánicos y materias orgánicas o bituminosas.

En cuanto a la presencia del cloruro de sodio en estas aguas podría explicarse por la existencia de esta sal en las lavas volcánicas que tanto abundan en el Valle de México, pues, como es bien sabido, en las fumarolas volcánicas, durante los primeros períodos de emisión, se forma el cloruro de sodio, que queda como residuo en la lava, una vez terminado este fenómeno volcánico; pero, para el caso especial del cloruro de sodio que se encuentra, en cantidad tan apreciable, en las aguas del Lago de Texcoco, es más probable que tenga, además, un origen biológico como lo supuso Río de la Loza, en cuya opinión los habitantes del Valle han contribuído en gran parte a la formación de esta sal en el Lago de Texcoco. En efecto, el Lago fué por mucho tiempo la gran cloaca de la ciudad de México, a la que concurrían todos los desechos de sus habitantes por el canal de San Lázaro, el que recibía las aguas sucias de las atarjeas; y es bien conocido el hecho de que del cloruro de sodio, que toma el organismo humano, sólo una parte es asimilada y la otra la elimina en sus deyecciones. Río de la Loza indicó también la posibilidad de que las sales de sosa fueran debidas, en parte, al jabón empleado en el lavado.

En una disolución salina complexa, en la que existen las sales antes enumeradas, se efectúa la precipitación y depósito de estas sales, en un orden inverso de su solubilidad, es decir, primero la de los carbonatos de calcio y sodio con sesquióxido de fierro, después la del sulfato de calcio, en seguida la del cloruro de sodio, sulfato de magnesio, y al último la de las sales delicuescentes, sobre todo del cloruro de magnesio. Sin embargo, este orden de precipitación es influenciado, como lo hace notar Van Hoff, por varios factores, entre los cuales pueden citarse como más importantes: a la temperatura ambiente, proporción de las sales disueltas, tiempo durante el cual se efectúa la precipitación, diferentes fases de la evaporación y aun la presión influye ligeramente para modificar este orden. Con la elevación de temperatura aumenta el coeficiente de solubilidad de las sales y se forman nuevas combinaciones salinas, que no podrían existir sin esa variación de temperatura, pero la precipitación se efectúa en el orden indicado a las temperaturas ordinarias y esta propiedad se aprovecha en la industria para la separación de las sales.

No creemos necesario detenernos aquí sobre una hipótesis (1) enteramente infundada, que suponía la existencia de un banco de sal en los alrededores del Lago de Texcoco, para explicar el origen de las sales contenidas en sus aguas, hipótesis completamente rebatida por Virlet d'Aoust que señaló también, al ocuparse de la salinidad de varias lagunas mexicanas (2) la existencia de feldespatos sódicos en las rocas del Valle de México, rocas que él clasificó como "pórfidos," y a cuyo lavado secular, por las aguas pluviales se debe gran parte de la sosa de las sales existentes en las aguas del lago.

Por lo anteriormente expuesto se concluye que los yacimientos de tequesquite del Lago de Texcoco, son yacimientos de transporte, en los cuales los depósitos que los constituyen han sido originados primero, por fenómenos de disolución química de los feldespatos sódicos de las rocas que circundan la cuenca de México, y después por fenómenos de evaporación y concentración salina de las aguas contenidas en dicha cuenca.

(1). Véase "Note de M. Virlet sur les salures différentes de certains lacs du Mexique." Bull. Soc. Geol. de France, Tomo XXII. 2a. serie, pág. 470.

(2). Loc. cit. págs. 470 y sig.

Clasificación mineralógica y composición química

El tequesquite del Lago de Texcoco es una substancia sólida que se presenta amorfa, cristalizada o pulverulenta, de un color que varía desde el blanco casi puro, al blanco sucio, blanco amarillento o agrisado o melado obscuro, según su grado de pureza. Cuando es amorfo, como generalmente se presenta en los depósitos salinos, es mate, de una estructura botrioidal o laminar; su dureza está comprendida entre 2.5 y 3; y cuando cristaliza lo hace en hermosos cristales blanco amarillentos, de lustre vítreo, que pertenecen al sistema monoclínico, los cuales eflorescen si se dejan, por algún tiempo, en una atmósfera húmeda.

Mineralógicamente considerado el tequesquite pertenece al grupo de los carbonatos hidratados y entre éstos, a la especie Trona de Bagge o sea el Urao de Boussingault, cuya fórmula es $3\ Na_2\ O\ 4CO_2\ 5H_2O$. El Sr. Ing. J. G. Aguilera hizo el análisis de una muestra de tequesquite del Lago de Texcoco y la clasificó como perteneciendo, químicamente, a la especie mineral Natron. Chatard hizo el análisis de una Trona, que consideró como un sesquicarbonato de sodio impuro y obtuvo los siguientes resultados: 38.93 por ciento de CO_2, 40.77 por ciento de Na_2O, 0.20 por ciento de $Na_2\ SO_4$ y 19.96 por ciento de H_2O. Dana cita una Trona del río Sweetwater, en las Montañas Rocallosas, cuya composición corresponde a una mezcla de carbonato de sodio, sal común y sulfato de sodio. En la muestra que analizó Aguilera encontró: anhidrido carbónico y sosa como elementos esenciales, ácido sulfúrico y ácido clorhídrico como accidentales, ácidos que considera combinados, en parte, con la sosa y en parte también con la magnesia y la potasa que existían en la muestra analizada en muy pequeñas cantidades y cuyas bases, combinadas con los ácidos, no formaban parte de la composición de los cristales, sino que estaban en el agua que los bañaba completamente en la muestra remitida y cuya agua penetró entre las láminas de los cristales.

Al final de este trabajo adjuntamos los resultados de 227 análisis químicos de muestras procedentes del Lago de Texcoco, hechos en el Laboratorio de Química del Instituto Geológico, y los de otros análisis, practicados hace tiempo por el profesor Berthier de la Escuela de Minas de París, por don Guillermo Hay, que hace algunos años fué fabricante de sosa en Texcoco, y por el profesor M. Montaño Ramiro. Los análisis hechos en el Laboratorio del Instituto corresponden a tequesquites bastante puros y a tierras y aguas tequesquitosas y las muestras analizadas fueron parte de ellas, colectadas por el señor Melchor Villalba en varias excursiones que hizo al Lago, y otra parte fueron muestras remitidas por la Dirección de las Obras del Lago de Texcoco, siendo muchas de ellas de tierras lavadas, durante las experiencias que se hicieron en dicha Dirección, para la bonificación y aprovechamiento de las tierras de la fracción NW. del Lago.

Industrialmente puede considerarse el tequesquite constituído por una mezcla de sesquicarbonato de sodio y cloruro de sodio, con pequeñas cantidades de sulfato de sodio y cloruro de potasio. En los tequesquites más puros el contenido en sesquicarbonato de sodio varía entre 70 por ciento y 79 por ciento; el de cloruro de sodio entre 15 por ciento y 39.3 por ciento; el de sulfato de sodio, de 1.5 por ciento a 3 por ciento y el de cloruro de potasio de 0.40 por ciento a 1.5 por ciento, llegando a contener los tequesquites de mejor calidad hasta 37.8 por ciento de sosa; las impurezas están formadas generalmente por arcilla, arena fina y materias orgánicas. Esta composición química es análoga a la de los depósitos salinos, ricos en sosa natural, de algunas cuencas del Oeste de los Estados Unidos del Norte, en cuyas cuencas domina el carbonato y sulfato de sodio en los bordes y el cloruro de sodio en el

centro, y entre los cuales citaremos, como muy notables, a los lagos Owens y Mono, en California.

Explotación de los depósitos

La explotación de los depósitos de tequesquite del Lago de Texcoco, se hace por el método de concentración solar, para lo cual se preparan lotes de terreno en los bordes del Lago, que los indios que se dedican a esta industria, llaman "corrales" o "charcos;" se limitan estos lotes por bordos de 0m.35 a 0m.40 de altura (fot. núm. 3) y se inundan con aguas tequesquitosas, más o menos saturadas de sales, cuyas aguas forman una delgada lámina de algunos centímetros de espesor, aguas que se abandonan a la acción de los rayos solares para que se evaporen espontáneamente y depositen el tequesquite como residuo de la evaporación. Antes de inundar los terrenos se barbechan, es decir, se abren surcos en ellos (fots. núms. 4 y 5) por medio del arado, como si se tratara de tierras de labor, surcos que están destinados a recibir el agua y a acelerar la evaporación y facilitar la recolección del tequesquite, sobre todo en la cosecha de la clase llamada "espumilla." Entre los surcos se abren, además, zanjas pequeñas de riego (véase fot. núm. 5) de una anchura de 0m.30, poco profundas y separadas entre sí por distancias que varían entre metro y medio y dos metros; estas pequeñas zanjas comunican con otras zanjas más anchas y profundas (de 1m.25 de ancho por 1m. de profundidad) que rodean a los "corrales" (fots. núms. 6, 7 y 8). La extensión superficial de los "corrales" es muy variable, tuvimos oportunidad de medir algunos de 35 m. de largo por 15 m. a 20 m. de ancho, en las explotaciones de los alrededores de Santa Clara Coatitla, en terrenos situados entre el Gran Canal de Desagüe y el Canal R 1 de las Obras del Lago de Texcoco; estas explotaciones nos fueron mostradas por el Sr. D. Pablo Carbajal, comerciante en este producto, quien tuvo la bondad de acompañarnos en nuestra visita y proporcionarnos algunos de los datos económicos que más adelante exponemos. Los "corrales" son más grandes (hasta de 60 m. por 100 m.) en los depósitos explotados por el Sr. D. Luis Martínez (véase fot. núm. 6) en los que comprenden cinco corrales y que producen principalmente "espumilla;" el análisis número 442 corresponde a una muestra de "espumilla" tomada por nosotros de uno de esos "corrales" en nuestra excursión hecha a mediados del mes de marzo próximo pasado, a las citadas explotaciones, que están distribuidas en terrenos cuya superficie abarca una extensión de cerca de diez hectáreas.

En los terrenos inclinados el agua llega naturalmente por las zanjas; pero en los terrenos altos, circundados por las zanjas profundas, a que hemos hecho referencia, hay que elevar el agua, para lo cual, los indios hacen uso de un aparato que llaman "cajón" o "bimbalete." Consiste este aparato en un canalón formado por tablones de madera (fots. núms. 9, 10 y 11) de una sección de 35 por 35 centímetros y una longitud de 4 a 5 metros, que tiene una de sus extremidades cubierta por tablas, de manera que se forma en ella una especie de cubo, en cuyo fondo hay un agujero circular cerrado interiormente por una tapa que se puede abrir y cerrar automáticamente por efecto del peso del agua, durante la oscilación del aparato, alrededor de un eje de madera situado próximamente en su medio y cuya tapa desempeña así el papel de una válvula. Para hacer funcionar al aparato se coloca el canalón perpendicularmente a la dirección de la zanja, cuya agua se trata de elevar, quedando entonces su eje de oscilación paralelo a la zanja; se sitúa éste en el borde de la zanja de manera que el canalón pueda oscilar libremente a su alrededor; una vez colocado así, se inclina hacia el agua de la zanja y se espera a que se llene el cubo de la extremidad cerrada, que debe quedar sumergida enteramente en el

agua y entonces un hombre recorre el canalón según su longitud, para lo cual se sube por los atravesaños que tiene el canalón, dispuestos como los escalones de una escalera (véase la fot. núm. 9) y por su peso, provoca un desequilibrio y un movimiento de sube y baja durante el cual se llena el cubo del canalón y se vacía en el "corral" que se va a inundar. La cerradura de la tapa se hace como acabamos de decir, por efecto del peso de la misma agua, pero no es completa y resulta que se desperdicia una parte del agua en esta operación, como puede verse en la fot. núm. 10; una vez vacío el canalón, el hombre lo jala con una cuerda que está atada en la extremidad abierta, lo inclina y sumerge de nuevo, para repetir la operación descripta sucesivamente, hasta que consigue elevar así, poco a poco, el agua necesaria para la inundación del terreno. Pudimos calcular, por las dimensiones del cubo y teniendo en cuenta el agua que se desperdicia, que en cada oscilación vacía este aparato cerca de 10 litros; este sistema de elevar el agua es imperfecto por el desperdicio de agua que señalamos y por el tiempo que requiere; y sería de aconsejarse que, en una explotación en grande escala, se emplearan, con más ventaja, bombas de mano o el uso de molinos de viento que funcionarían constantemente por la regularidad de los vientos del NE. en esta región del Valle.

El agua de las zanjas proviene del Lago o de la que queda de la estación de lluvias; pero fuimos informados en nuestra excursión, que en la actualidad, por lo avanzado de la desecación del Lago de Texcoco, el agua se obtiene abriendo pozos de poca profundidad; las aguas freáticas que se obtienen de estos pozos se aprovechan muy bien, por estar bastante saturada de sales y cuya saturación se completa durante su permanencia en las zanjas de riego, hasta llegar a constituir, cuando permanecen bastante tiempo, verdaderas aguas-madres, cuyo grado de concentración se conoce por su color amarillento más o menos subido, siendo de color café obscuro, cuando esta concentración está muy adelantada.

Ya hemos mencionado, al ocuparnos de las condiciones de estos depósitos salinos, las diferentes clases de tequesquite que distinguen los que explotan esta industria en el Lago de Texcoco y nos referiremos ahora a los lugares y circunstancias en que se cosechan estas clases. El "confitillo" se cosecha generalmente en la parte E. y SE. del Lago durante los meses de diciembre, enero, febrero y marzo, y se forma de preferencia, como ya lo hemos hecho notar, en terrenos arenosos en los cuales la evaporación del agua se verifica de una manera muy uniforme; la "cascarilla" o "tepalcatillo" se cosecha después de las primeras lluvias de Primavera en los lugares donde se ha cosechado el producto anterior, las lluvias disuelven las sales que han quedado durante el primer tiempo de la evaporación y bajo la acción de los rayos solares se evapora otra vez, dejando entonces el tequesquite bajo la forma de costras; esta clase de tequesquite es generalmente explotada en la parte Norte del Lago.

La "espumilla" se cosecha en la parte NW. del Lago y se extrae por medio de rastrillos especiales de la espuma o película que se forma encima del agua cuando se inicia la precipitación de las sales, y como el carbonato de sodio, se precipita primero que el cloruro de sodio, esta clase de tequesquite es comunmente bastante rica en carbonatos. El "polvillo" o "cristalillo" se obtiene de los lugares en los cuales se han explotado las aguas saladas y proviene principalmente de las eflorescencias o pequeños cristales del sesquicarbonato de sodio, mezclados con gran cantidad de arenas y tierras finas o se obtiene, también, cirniendo el "confitillo;" el "tequesquite prieto" es quizá el más impuro de todos y está mezclado con arcilla, arena y tierras. En esta región del Lago existen hermosos pozos artesianos (fots. núms. 12, 13 y 14) cuyas

aguas se aprovechan en la Zona de Experimentación de las Obras del Lago; y el análisis respectivo, que figura en el cuadro final, corresponde a las aguas del pozo del K. 1 del Ferrocarril (fot. núm. 12) de las citadas Obras, siendo la profundidad de este pozo de 72 m. y su gasto de ocho litros por segundo. En esta zona las aguas freáticas se encuentran a 1m.30 abajo de la superficie del terreno.

El transporte de tequesquite de los lugares en que se cosecha al embarcadero de "Santa Clara," estación situada en el K. 12 del Ferrocarril de Hidalgo (fot. núm. 15) se hace en burros que siguen el camino que va por el puente del Gran Canal (fot. núm. 16) hasta dicha estación, la que sirve de embarcadero del tequesquite y en la que se deposita en grandes montones (fots. núms. 17 al 21).

En los años de 1912 y 1913, en los que había bastante actividad en esta región del Lago, trabajaban más de 300 hombres, sólo en las explotaciones de los alrededores de Santa Clara Coatitla y San Pedro Xalostoc, empleando capataces que manejaban de 10 a 12 hombres. Los trabajadores para la explotación del tequesquite, en general, no escasean; los capataces o "mayordomos" ganan de $1.00 a $1.25 diarios y los peones $0.75 y trabajan de 8 a. m. a 4 p. m. y les conceden un lapso de hora y media para comer.

El transporte del tequesquite, desde los bordes del Lago hasta el embarcadero de Santa Clara, cuesta $0.25 por carga (de 138 kg.) y los fletes por ferrocarril a Toluca, uno de los centros de consumo más importantes en la actualidad, cuesta $3.00 por tonelada, más $1.00 por tonelada que cobra el Ferrocarril de Hidalgo por el arrastre de los furgones de la estación de Peralvillo a la de Nonoalco; esto es, en total, $4.00 por tonelada. Cada furgón puede contener hasta 15 toneladas de tequesquite, y cuando estuvimos en el embarcadero de Santa Clara, había en él una existencia de 150 toneladas de "confitillo" y "polvillo."

Producción, centros de consumo y precios en el mercado

Los principales lugares del Lago de Texcoco en los que se produce tequesquite, son los terrenos de los alrededores de Santa Clara Coatitla, San Pedro Xalostoc, Atzacoalco, Tulpetlac e Ixtapan en la región Norte y Noroeste; Los Reyes, Chimalhuacán y Xochiaca, en la región S.SE. y Chapingo, Magdalena, Texcoco y Tocuila en la región E. En Santa Clara y San Pedro Xalostoc se han llegado a producir hasta trescientas toneladas anualmente, y otro tanto puede decirse para los centros de Ixtapan y Texcoco, pudiendo estimarse la producción total anual, en épocas de actividad, en cerca de mil toneladas.

Según datos tomados por nosotros en Santa Clara e Ixtapan, puede calcularse una producción, por hectárea, de terrenos tequesquitosos, trabajados en las mejores condiciones, en unas 100 cargas (de 138 kg.) anualmente, es decir, de cerca de catorce toneladas por año y por hectárea; obteniéndose en otros terrenos de 40 a 50 cargas por hectárea, es decir, de seis a siete toneladas solamente.

El precio a que pagan el tequesquite es de $7.00 a $8.00, por tonelada, al por mayor, y de $1.50 la carga, al por menor.

Los principales centros del país que consumen actualmente tequesquite del Lago de Texcoco, son: Toluca, Tulancingo y Pachuca. Antes se consumía en Iguala y otros lugares de la "tierra caliente;" y en la ciudad de México es vendido por los indios, al menudeo, en los mercados públicos.

Usos del tequesquite

Siendo el tequesquite una mezcla de carbonatos, cloruro y sulfato de sodio, puede emplearse para preparar el carbonato, bicarbonato, cianuro, sulfato, sulfito, hiposulfito, silicato, borato de sodio, sosa cáustica, etc.; para la extracción de la sal común, y, en general, para la preparación de todas las sales de sosa,

que tantas y tan variadas aplicaciones tienen en la industria; en la metalurgía, en la fabricación del jabón, fabricación del vidrio, blanqueo de las telas, mercerizado del algodón, fabricación de ciertos productos orgánicos (índigo, colores de anilina, ácido oxálico, ácido pícrico, etc.); sales de sodio empleadas en la farmacia, etcétera.

En varias haciendas de campo lo usan en su estado natural y cuando está bastante puro para el blanqueo de la lana; en Iguala y otros lugares de la República, de clima cálido, lo emplean para refrescar y purgar al ganado. En los usos domésticos se aplica para desengrasar los útiles de cocina y para el cocimiento de las legumbres.

Instituto Geológico Nacional, abril 15 de 1918.

FOT. NUM. 1. Depósitos de tequesquite en el trayecto entre la Estación de Santa Clara Coatitla y el Puente del mismo nombre, sobre el Gran Canal de Desagüe.

Fot. Goerne.

FOT. NUM. 2. Aspecto general del terreno donde se encuentran los depósitos salinos de tequesquite. Vista tomada desde el Canal R 1, de las Obras del Lago de Texcoco.

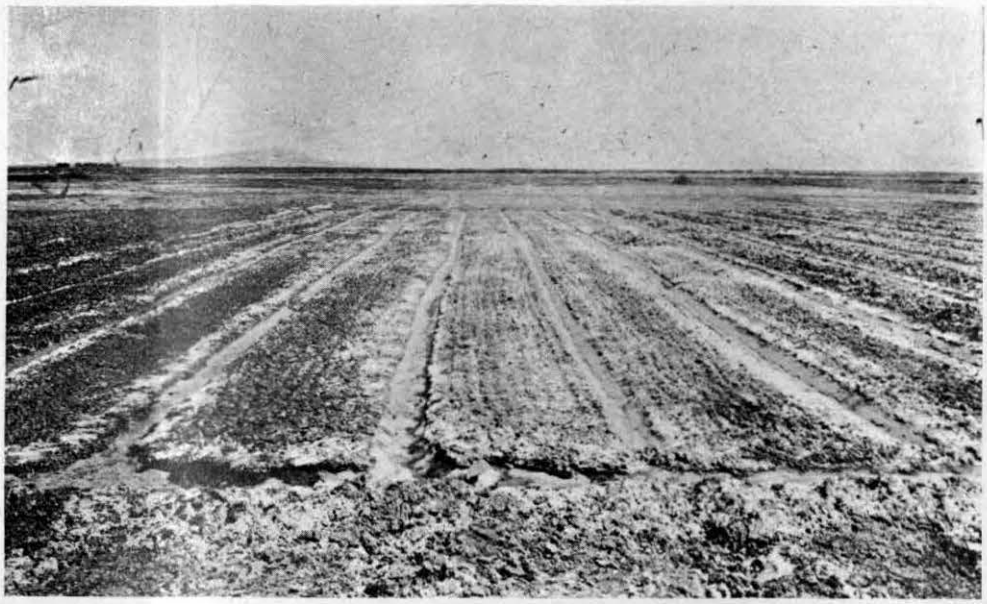
Fot. Cicero.

FOT. NUM. 3. Terrenos bordeados e inundados para la explotación del tequesquite en los alrededores de Santa Clara Coatitla.

Fot. Cicero.

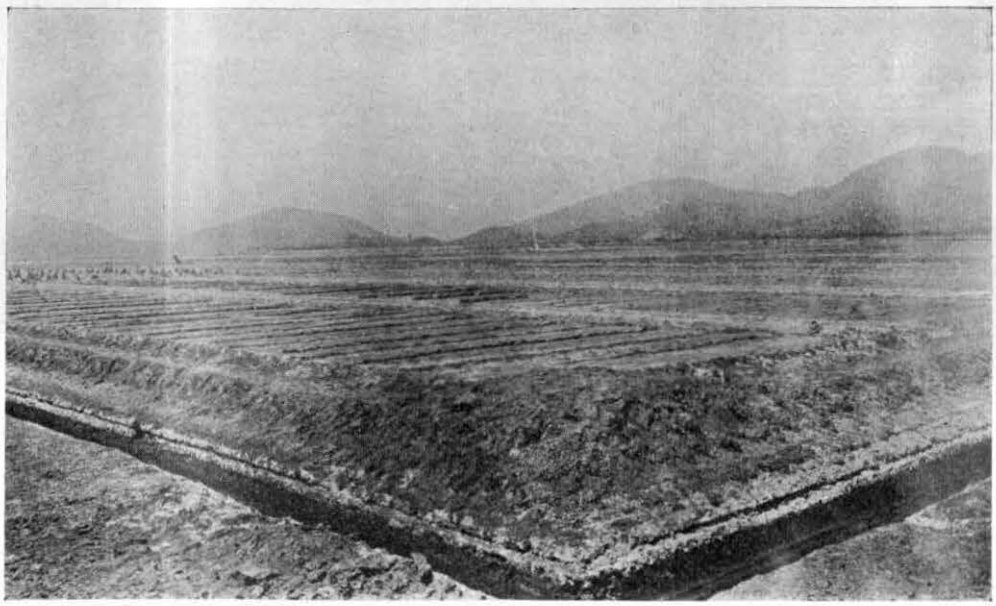
FOT. NUM. 4. Surcos abiertos para preparar el terreno para la explotación del tequesquite en Santa Clara. entre el Gran Canal de Desagüe y el Canal R 1, de las Obras del Lago de Texcoco.

Fot. Goerne.



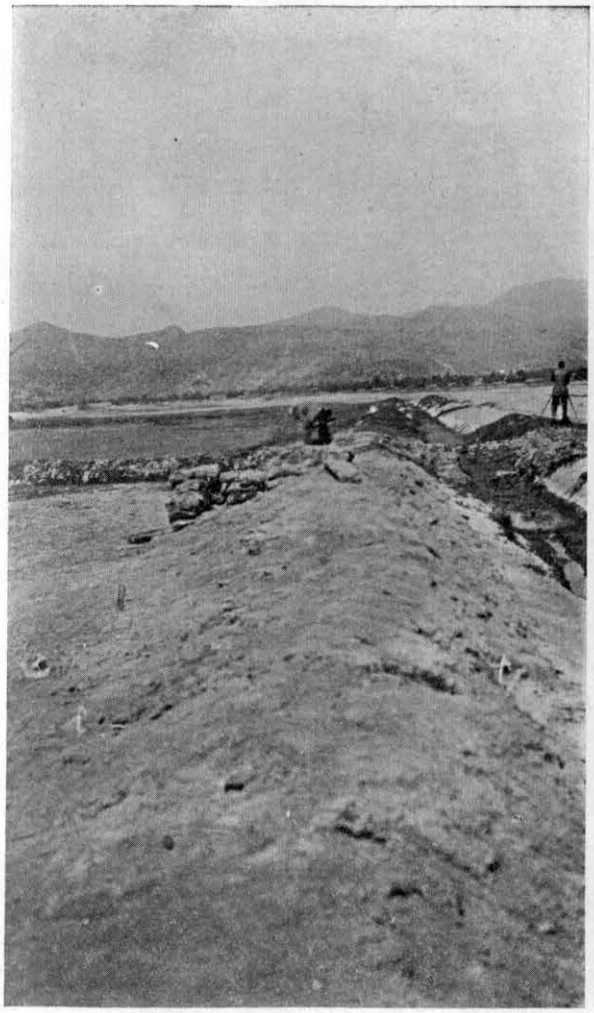
FOT. NUM. 5. Surcos abiertos para preparar el terreno en la explotaciín del tequesquite en los alrededores de Santa Clara, entre el Gran Canal de Desagüe y el Canal R 1, de las Obras del Lago de Texcoco.

Fot. Goerne.



FOT. NUM. 6. Vista general de las zanjas de riego en una explotación de tequesquite en los alrededores de Santa Clara Coatitla.

Fot. Goerne.



FOT. NUM. 7. Zanja de riego para la explotación del tequesquite en los alrededores de Santa Clara Coatitla, en terrenos situados entre el Gran Canal del Desagüe y el Canal R 1, de las obras del Lago de Texcoco.

Fot. Cicero.

FOT. NUM. 8. Bimbalete o cajón de madera sobre una zanja de riego, en las explotaciones de tequesquite de Santa Clara Coatitla

Fot. Goerne.

FOT. NUM. 9. Llenando de agua un «bimbalete» en una zanja de riego, para inundar los terrenos en las explotaciones de tequesquite.

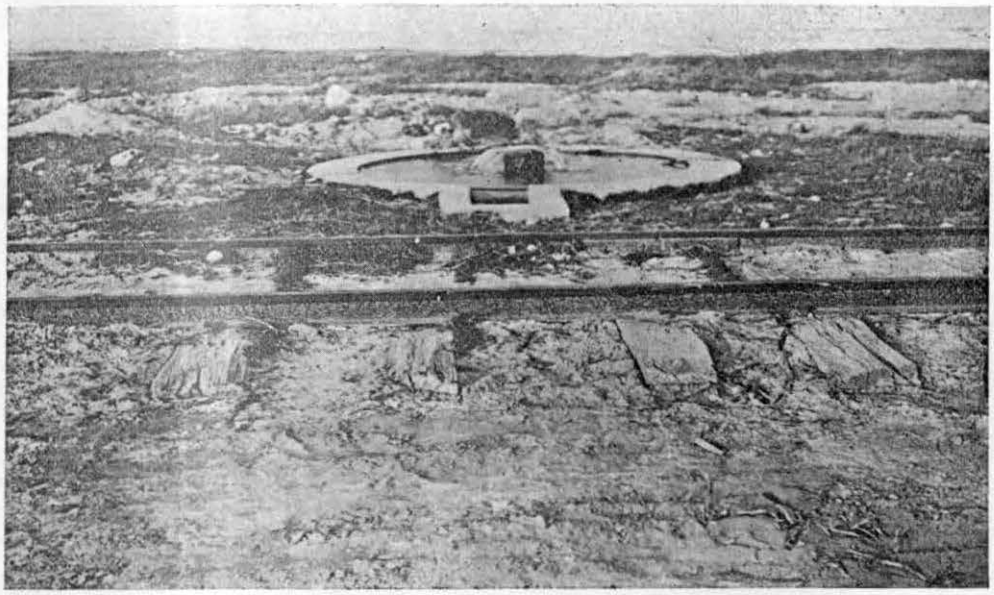
Fot. Goerne.

FOT. NUM. 10. Desperdicio del agua durante el «movimiento del bimbalete,» al vaciarlo en los terrenos para la explotación del tequesquite de Santa Clara Coatitla.

Fot. Cicero.

Fot. Num. 11. Final del movimiento del «bimbalete» o cajón usado en la explotación del tequesquite.

Fot. Cicero.

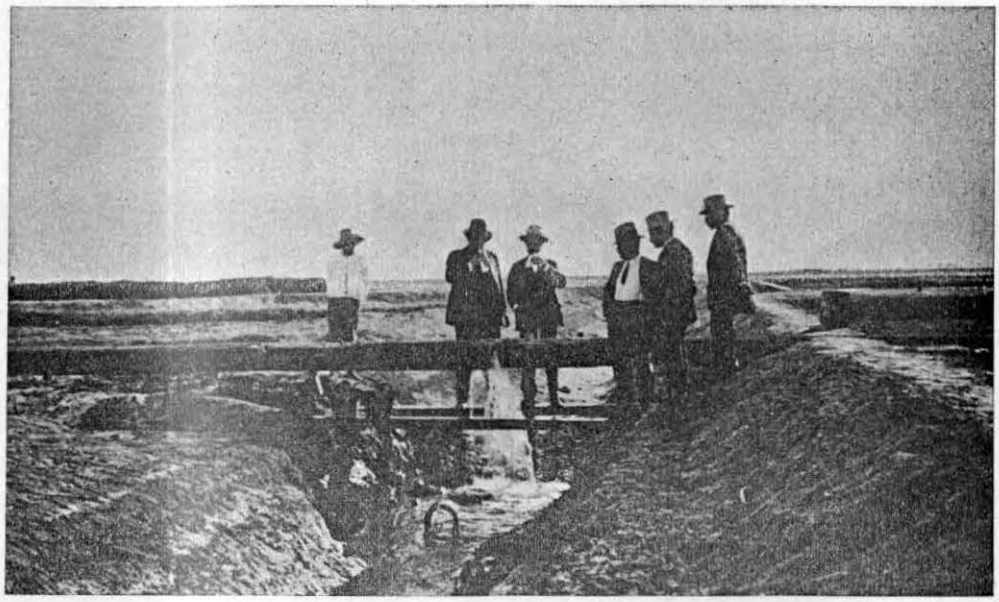


FOT. NUM. 12. Pozo artesiano en el K 1 del Ferrocarril de las Obras del Lago.

Fot. Goerne.

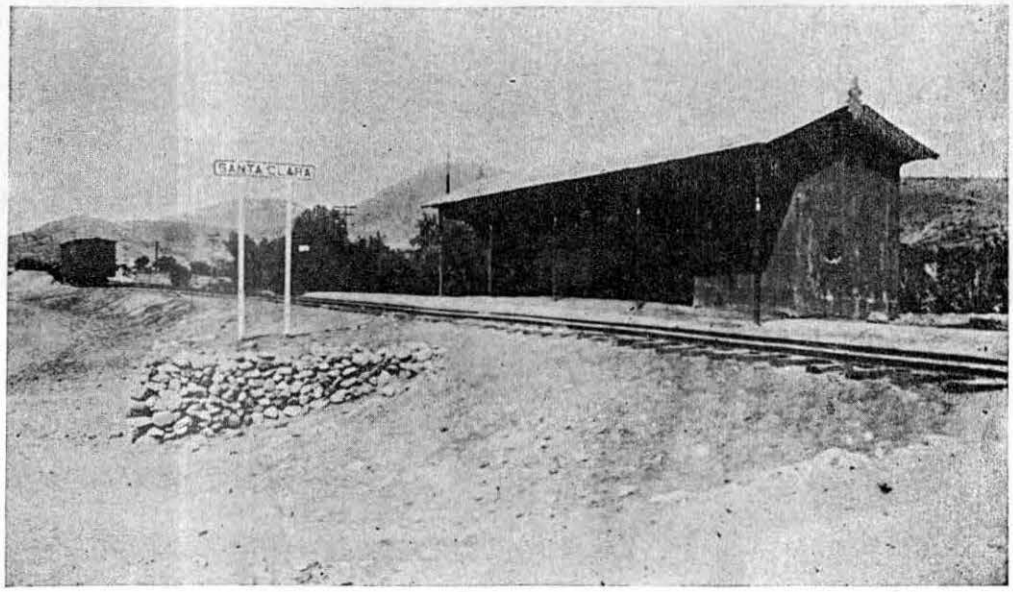
FOT. NUM. 13. Detalle del canal de madera que conduce el agua del pozo artesiano del K 2 del Ferrocarril de las Obras del Lago de Texcoco, a la Zona de Experimentación de las mismas.

Fot. Goerne.



FOT. NUM. 14. Canal de madera que conduce el agua del pozo artesiano del K. 2 del Ferrocarril de las Obras del Lago de Texcoco, a la Zona de Experimentación de la mismas.

Fot. Goerne.

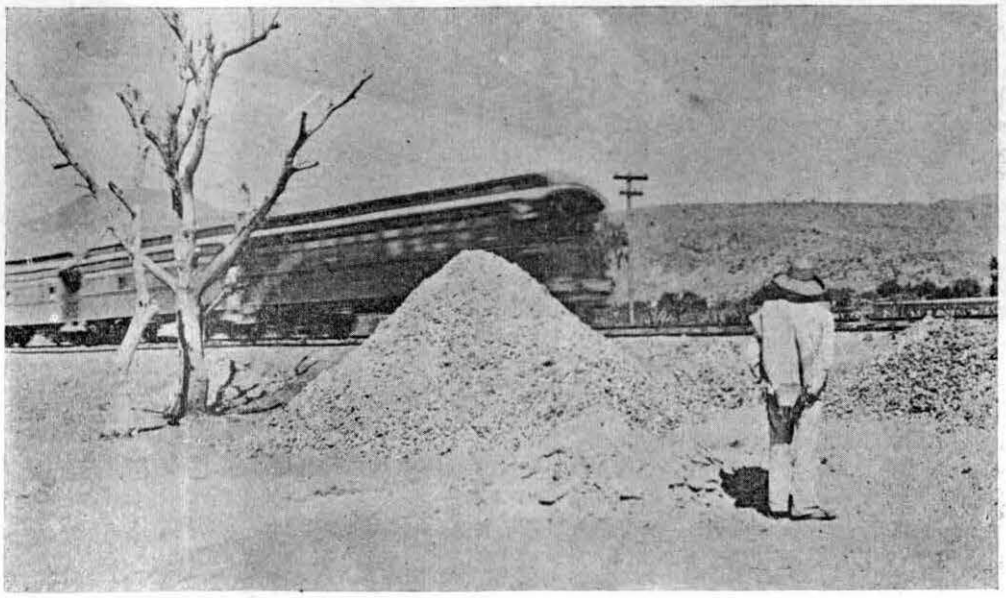


FOT. NUM. 15. Estación de Santa Clara del Ferrocarril Hidalgo (embarque del tequesquite) K 12.

Fot. Goerne.

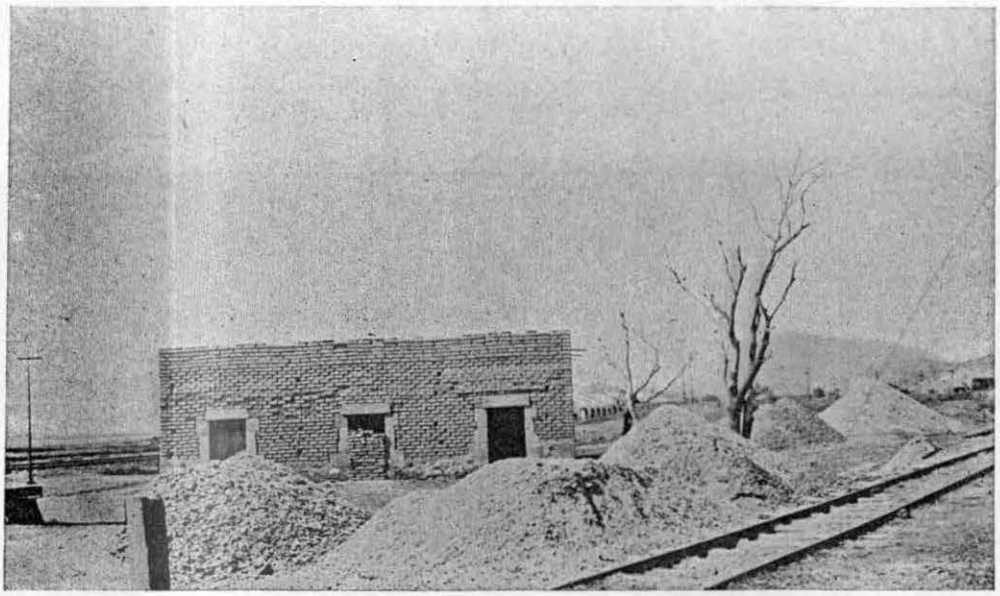
FOT. NUM. 16. Puente de Santa Clara sobre el Gran Canal del Desagüe

Fot. Goerne



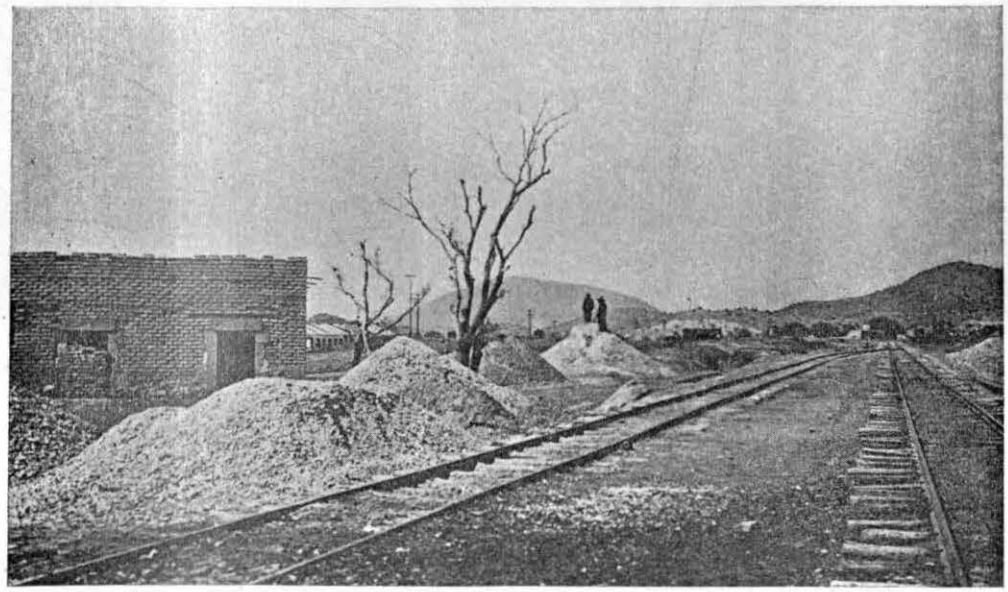
FOT. NUM. 17. Paso del tren de pasajeros del Ferrocarril Hidalgo, frente a los montones de tequesquite cercanos a la Estación de Santa Clara.

Fot. Goerne.



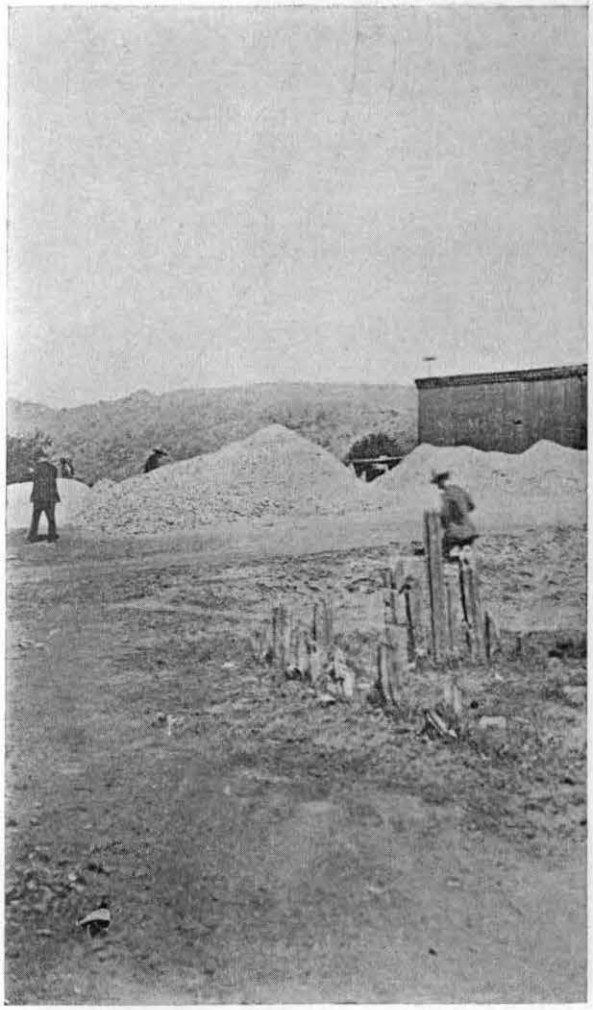
FOT. NUM. 18. Montones de tequesquite, bodega y vía del Ferrocarril Hidalgo, cerca de la Estación de Santa Clara

Fot. Cicero.



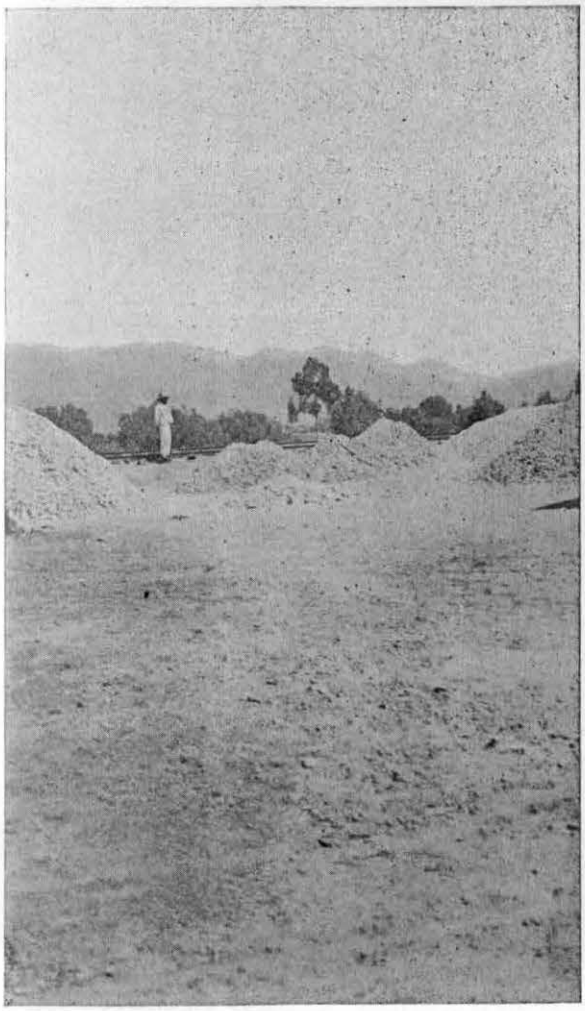
FOT. NUM. 19. Montones de tequesquite y bodega cerca de la Estación de Santa Clara del Ferrocarril Hidalgo.

Fot. Goerne.



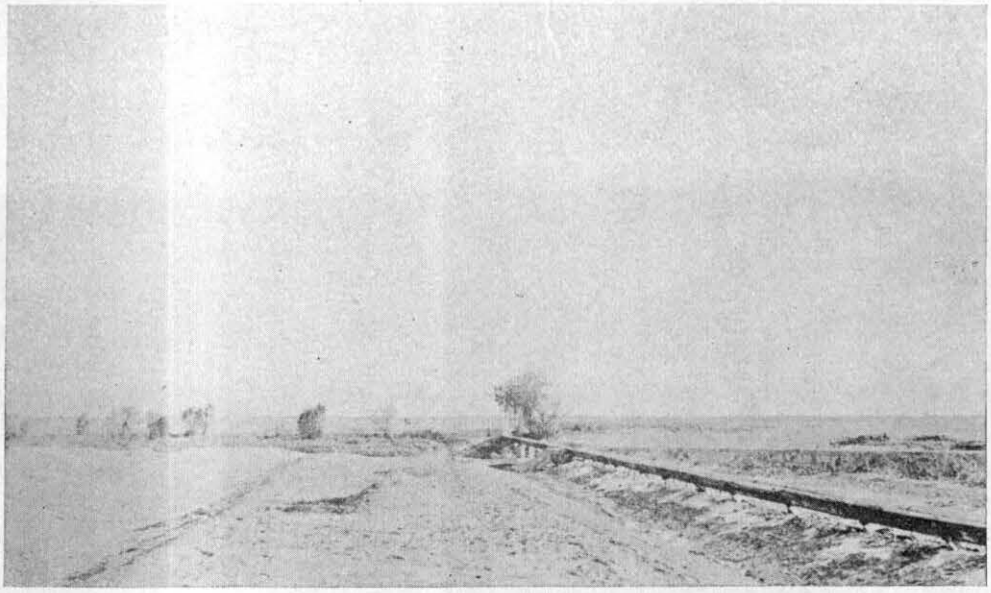
FOT. NUM. 20. Montones de Tequesquite y furgón del Ferrocarril Hidalgo, cerca de la Estación de Santa Clara.

Fot. Cicero.



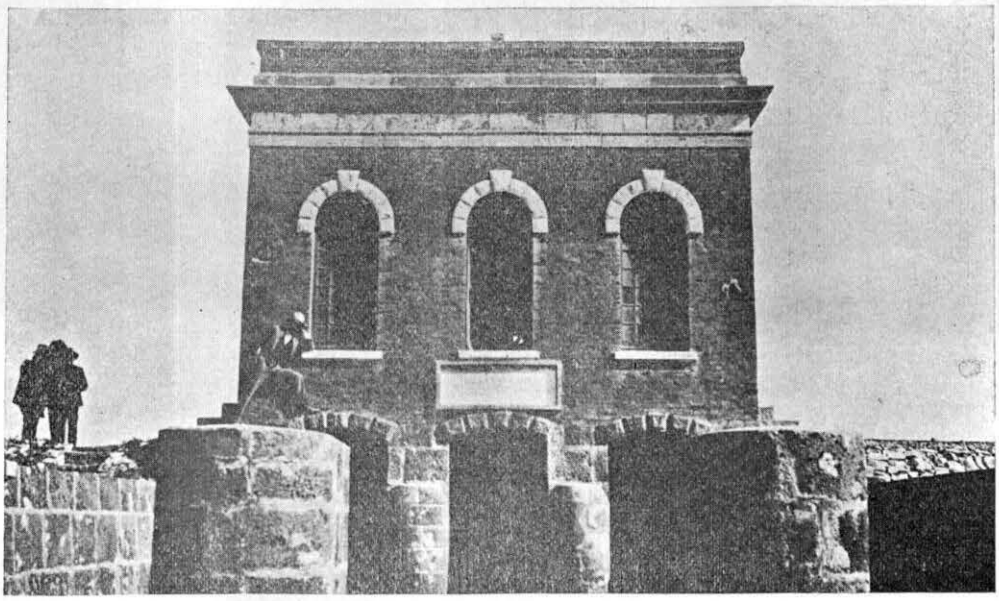
FOT. NUM. 21. Montones de tequesquite y vía del Ferrocarril Hidalgo, cerca de la Estación de Santa Clara.

Fot. Goerne.



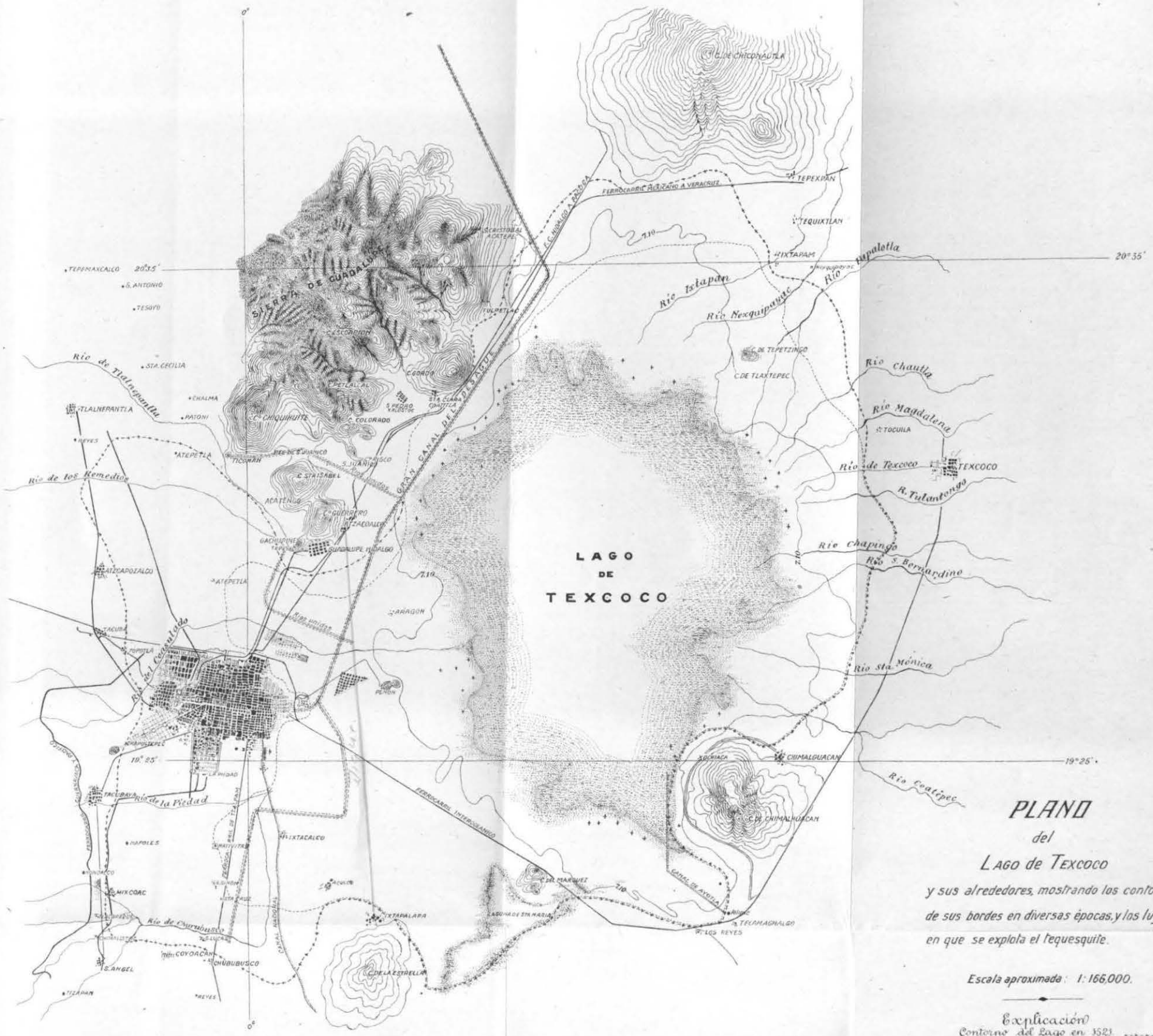
FOT. NUM. 22. Terrenos lavados en las cercanías del pozo artesiano del K. 2 del Ferrocarril de las Obras del Lago de Texcoco, mostrando la raquítica vegetación desarrollada en ellos.

Fot. Goerne.



FOT. NUM. 23. Compuertas del Canal de desfogue del Lago de Texcoco, en las inmediaciones del K. 20 del Gran Canal del Desagüe.

Fot. Goerne.



PLANO
del
LAGO de TEXCOCO

y sus alrededores, mostrando los contornos de sus bordes en diversas épocas, y los lugares en que se explota el tequesquite.

Escala aproximada: 1:166,000.

Explicación

Contorno del Lago en 1523. .....
" " " " 1865. .....
Curva 7.10 que limita el contorno del Lago en Agosto de 1905. —7.10—
Depósitos de tequesquite ++