

SECRETARIA DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TRABAJO.
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y EXPLORACIONES GEOLOGICAS.
INSTITUTO GEOLOGICO DE MEXICO.

ANALES
DEL
INSTITUTO GEOLOGICO
DE MEXICO.

NUMERO 3.

Las Aguas Subterráneas al E. de Bahía Magdalena, Baja California.

Hidrología Subterránea de los alrededores
del pueblo de Tequesquipan

y Hacienda de La Labor, Distrito de Temascaltepec, Estado de México.

Estudio sobre la probabilidad de encontrar Aguas Subterráneas
en el Potrero de la Ciénega, en el Distrito Federal.

Por el Ingeniero de Minas

VICENTE GALVEZ.



MEXICO.

TALLERES GRAFICOS DE LA SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y OBRAS PUBLICAS.

1918.

LAS AGUAS SUBTERRANEAS AL E. DE LA BAHIA MAGDALENA, B. C.

POR EL INGENIERO DE MINAS

VICENTE GALVEZ.

INTRODUCCION.

Altamente honrado con el nombramiento que por indicaciones del señor Director del Instituto Geológico Nacional, Ing. Juan D. Villarello, tuvo a bien conferirme la Secretaría de Fomento, para formar parte de la Comisión destinada a estudiar la manera de obtener agua potable, en los alrededores de Bahía Magdalena, Baja California, a fin de suministrar este elemento tan indispensable para la vida en general, a los pobladores del Puerto establecido en esta parte de nuestra península septentrional, me es satisfactorio manifestar por el presente trabajo, el resultado de mis observaciones que deseo tengan toda la utilidad posible, porque así veré el éxito en el cumplimiento de mi deber y secundaré el fin patriótico

del Gobierno Mexicano,⁽¹⁾ que se ocupó de asunto de tanta importancia y trascendencia, que formará a no dudar uno de sus mejores lauros, porque es sobre todo digna de encomio la actitud que tiende a afirmar la integridad, así como el desarrollo y la prosperidad de una nación.

Aprovecho la oportunidad que me presta este estudio, a fin de hacer patentes mis agradecimientos al señor don Benigno de la Toba, propietario de la Hacienda de San Luis, que se preocupó por facilitarme en lo posible sus auxilios, con los que pude vencer las principales dificultades inherentes a esta clase de trabajos.

(1) Los trabajos se emprendieron durante la presidencia de la República del señor don Francisco I. Madero.

Situación Geográfica.

La Bahía Magdalena, en la costa W. de la península de Baja California, está situada en una parte de la porción comprendida entre los 24° y 25° de latitud N. y los 12° y 13° de longitud al W. del meridiano de México; haciendo referencia solamente a lo que en el mapa está marcado con el nombre antes expuesto, puede considerarse como extendiéndose desde el paralelo 24°30' de latitud N., que pasa por la Isla Margarita, hasta un poco al N. del paralelo 24°45', lugar en que se encuentra la boca del Estero Madre, y desde la Isla Mangrove, al E. de los 12°30' de longitud W., hasta la boca del Estero Madre, al W. de los 12°45' de longitud al W. del meridiano de México. Tessau da para Bahía Magdalena las coordenadas geográficas siguientes: 24°36'37.00 de latitud N. y 12°59'20.20 al W. del meridiano de México, pero es de creerse que estos datos sólo se refieren al lugar donde actualmente se encuentra el puerto, que

es un punto de la Isla Magdalena, pues tratándose de una Bahía de la extensión de la que nos ocupa, no queda definida con sólo dos coordenadas.

El terreno que fué necesario estudiar a fin de dar cumplimiento de la mejor manera a nuestro trabajo, es el que se presenta al E. de la Bahía y que en la faja situada entre los paralelos 24° y 25° de latitud N., quedó comprendido entre las primeras estribaciones de la Sierra al E., la Bahía Magdalena al W., el arroyo de la Soledad al N. y el arroyo de la pasión o de la Sal al S.; la superficie es aproximadamente de 4,000 kilómetros cuadrados.

Como complemento de estas excursiones se hizo un corte a la Península, que principiando en el Puerto del Cayuco, en Bahía de las Almejas, terminó en el Puerto de la Paz, en el Golfo de Baja California o de Cortés; en el trayecto se tocaron los siguientes puntos intermedios entre los dos anteriores:



VISTA GENERAL DEL PUERTO Y DE LA VILLA DE LA PAZ.

Llanuras de Hiray ⁽¹⁾	20 metros sobre el nivel del mar.					
La Pitahaya.....	70	"	"	"	"	"
Cañadas Quemadas.....	70	"	"	"	"	"
San Luis.....	140	"	"	"	"	"
El Plátano.....	160	"	"	"	"	"
Iritu.....	100	"	"	"	"	"
El Obispo.....	140	"	"	"	"	"
Punta del Cerro.....		"	"	"	"	"
Poza de la Becerra.....		"	"	"	"	"
El Pilar.....	100	"	"	"	"	"
San Hilario.....		"	"	"	"	"
Guadalupe.....	120	"	"	"	"	"
Salto del Conejo.....	410	"	"	"	"	"
Salto del Mezquitito.....	400	"	"	"	"	"
Arroyo Hondo.....	360	"	"	"	"	"
Mesa de la Vieja.....	500	"	"	"	"	"
Mesa del Crucillal.....	410	"	"	"	"	"
Salto de los Reyes.....	150	"	"	"	"	"
Cañón de los Reyes.....	60	"	"	"	"	"
Angostura.....	40	"	"	"	"	"
Rodríguez y los Aripes.....		"	"	"	"	"

Este itinerario, en proyección horizontal, ha sido de 214.50 kilómetros aproximadamente.

(1) Las alturas que se encuentran en el presente estudio, fueron tomadas con aneroide Naudet.

Fisiografía.

Dividiremos esta parte del presente estudio en dos: una que tendrá por objeto la Bahía Magdalena, y la otra que se ocupará de la porción terrestre que, en su terminación en el mar, forma la costa de dicha Bahía.

La Bahía Magdalena está formada por una entrante del Océano Pacífico, en la costa W. de Baja California; está limitada al N. y E. por la Península; al S. por las extremidades SE. de la

Isla Magdalena y NW. de la Isla Margarita; hacia el NW. forma la penetración conocida con el nombre de Laguna de Clarke, y comunica con el Estero Madre, colocado entre las costas de la península y la región N. de la Isla Magdalena; al S. entre las terminaciones de ésta y la de Margarita, llamadas respectivamente Punta Entrada y Punta Redonda, se encuentra la bocana que constituye el paso principal entre el

Océano y la Bahía, paso que por sus excelentes condiciones para la navegación, es aprovechado por los buques que se dirigen hacia el puerto establecido actualmente en el lado E. de la Isla Magdalena; por el SE. entre las Islas de Mangrove y Margarita, existe un canal de corta longitud, que pone en relación la Bahía de que tratamos con las designadas bajo los nombres de Almejas y de Santa Marina; en el interior y próximos a la costa, se presentan algunos bancos e islotes que unas veces aflorando y otras con su superficie a muy corta distancia bajo el nivel del agua, no permiten el trayecto de las embarcaciones grandes por estos lugares, pero sí definen canales buenos para surcarse con embarcaciones de poco calado; entre estos islotes se encuentra el de Pájaros, así llamado por la gran cantidad de aves marinas que allí se reúnen, produciendo guano en bastante cantidad, al grado de que no hace mucho tiempo fué objeto de explotación.

Las aguas del Pacífico tienen acceso a las bahías y esteros, por los distintos pasos entre las islas, llamados Boca de las Animas, Boca de Santo Domingo y Boca de la Soledad, que llevan al Estero Madre; Bocana de Entrada que es la que indicamos como única practicable para los grandes buques, que conduce a la Bahía Magdalena; Canal de Rehusa y Boca Creciente, que establecen la comunicación con las Bahías de Almejas y de Santa Marina respectivamente.

La configuración del fondo pudiera deducirse del examen de las curvas ba-

timétricas y diferentes cotas suministradas por la sonda en esta región; así observando el plano que se acompaña, se verá que cerca de la playa E. va descendiendo con pendiente gradual y uniforme hasta la batimétrica de 10 brazas aproximadamente, tomando en seguida profundidades más y más fuertes, a medida que se va hacia las costas de las islas Magdalena y Margarita; en efecto, muy inmediato a Magdalena se tienen profundidades hasta de 13, 21 y 23 brazas, y en la Margarita de 9 y 10; entre la Punta Entrada y Punta Redonda, hay cotas hasta de 15 brazas, casi en el medio de la bocana; de manera que el fondo afecta la forma de una cavidad irregular, cuyas paredes con inclinación no muy acentuada relativamente, del lado de la península, la adquieren mayor hacia la Isla Margarita, siendo tal vez casi acantilada hacia la Magdalena, pues muy cerca de ésta se presentan cotas de 13, 21 y 23 brazas.

La Bahía es de forma alargada, siendo su mayor longitud de NW. a SE., es decir la dirección general de la Península, y midiendo 54 kilómetros desde la boca del Estero Madre, hasta la playa W. de la isla Mangrove; y su mayor anchura de NE. a SW., de 24 kilómetros, medida desde el punto llamado Atracadero, hasta la costa de Magdalena; estas medidas aproximadas dan idea de la magnitud de esta Bahía, que estando por otra parte al abrigo de los vientos, a causa de sus magníficas defensas naturales, la hacen un lugar de los mejor acondicionados para prestar un seguro abrigo a las embarcaciones que surcan el Pacífico.



BAHIA MAGDALENA, BAJA CALIFORNIA

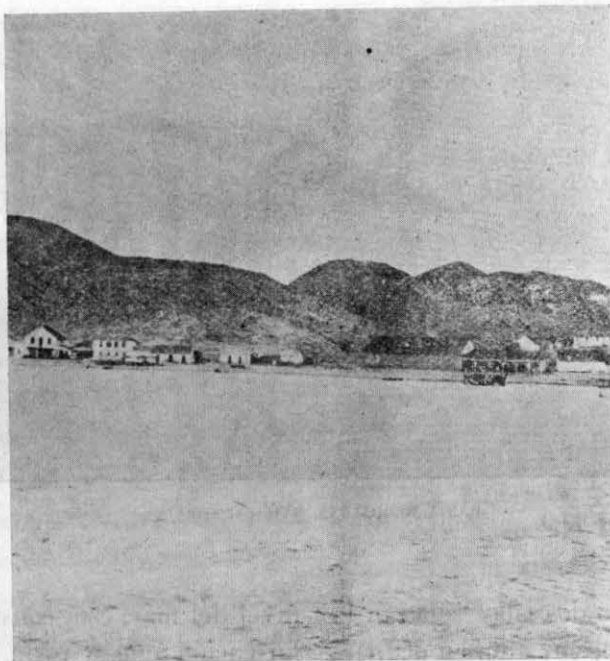
Ya indiqué que dos islas separan la Bahía del Océano; voy ahora a ocuparme de una parte de la porción SE. de la Magdalena, y haré mención de la Margarita, pero muy ligeramente, pues sólo algunas horas estuvo la Comisión en dicha isla, y por lo tanto no se estudió en debida forma.

En la región SE. de la Isla Magdalena, entre el Cabo Corso y la Punta Entrada, pero en la costa de la Bahía, se encuentra situado el puerto; la población es muy corta, pues por los datos que se nos suministraron, tal vez no llega a un centenar de gentes que viven en casas de madera, levantadas en la playa; las dificultades para la vida no son fáciles de vencer, pues basta saber que no hay agua potable que pueda utilizarse con ventaja. En los alrededores del puerto podemos considerar en la isla, la parte montañosa y la parte plana, que en varios lugares está ocupada por los médanos.

La región montañosa que alcanza hasta una altura de 215 metros sobre el

nivel del mar, está constituida por una formación que, a corta distancia de la playa, se levanta con pendientes fuertes; en la parte baja, el terreno en unas ocasiones, forma costas casi acantiladas, como es el caso cerca de la bocana de la bahía, terminadas por superficies de muy poca inclinación, que dados sus caracteres, son terrazas modeladas por el agua del mar; y en otros, playas bajas que con muy suave pendiente, van de la orilla hasta tocar los puntos en que rápidamente se levantan los primeros accidentes de la sierra; esto es fácil de observarse entre otros lugares, principalmente donde está establecido el puerto.

La sierrita en sus accidentes más notables, está formada por eminencias cónicas separadas unas de otras por pequeñas hondonadas, de éstas bruscamente se inician pendientes de inclinación aún mayor, que terminan en los picos más elevados; uno de estos picos conocido con el nombre del Cerro del Vigía, se yergue a 215 metros sobre el nivel del mar,



PUERTO DE MAGDALENA, BAJA CALIFORNIA

A corta distancia de la cresta de la sierra, se inician barrancas que en su principio participan del pronunciado descenso del terreno, pero en seguida se desarrollan con inclinaciones más y más suaves hasta su terminación en la costa; en su trayecto han hecho cortes de lados no muy elevados, pero sí casi verticales.

La región plana, en lo general, está ocupada por los médanos; estos médanos en su forma presentan la característica de esta clase de formaciones, es decir son alargados y de contornos curvos, mostrándose surcados por marcas ondulantes del lado de los vientos, y cortándose bruscamente en el opuesto a ellos.

En la isla Margarita cuya dimensión mayor es según una línea de NW. a SE., se observa también una parte montañosa y una parte plana; esta última que forma una especie de pedestal a la

región accidentada de las montañas, casi a la mitad de la isla penetra en ellas, determinando un valle que separa a la región de las elevaciones en dos porciones: una que al sumergirse en el agua constituye con el nombre de Punta Redonda, la extremidad SE. de la bocana, y la otra que al ponerse en contacto con la superficie del Océano, proyecta la saliente conocida bajo la denominación de Punta Tosca; de manera que la isla vista desde un punto de la Isla Mangrove por ejemplo, se presenta bajo la forma de dos porciones montañosas, casi de igual altura, en medio de las cuales se muestra un valle ocupado en parte por los médanos.

En la base de estos accidentes orográficos, se distinguen muy claramente y a cierta altura sobre el nivel del mar, las mesetas de nivelación o terrazas marinas.

La fisiografía al E. de Bahía Magdalena, entre los arroyos de Soledad, la Pasión y la Sierra, la estudiaremos en los médanos, las llanuras y los primeros accidentes iniciadores de la serranía, que va elevándose gradualmente hasta llegar a la mesa de la Vieja.

Al ocuparme de los médanos en la Isla Magdalena, hice una descripción de las formas que afectan, de manera que ya no insistiré más sobre este objeto, dado que en estos lugares son más o menos parecidos a los ya indicados; la faja de terreno en que dominan puede considerarse como de unos 15 kilómetros de anchura por término medio, pues se observan un poco antes de llegar a Hiray, el Juncal, Llano Verde y la Laguna.

Las llanuras se extienden en el terreno explorado, desde los médanos por el W., hasta la sierra por el E., y desde el arroyo de la Pasión o de la Sal por el S., hasta el arroyo de la Soledad por el N.; la planicie va ascendien-

do con pendiente poco inclinada y casi uniforme, hasta las proximidades de la hacienda de San Luis, cuyo casco está establecido ya en los principios de la serranía; en efecto, un poco antes de llegar a dicho punto, se ven turbar el aspecto monótono de la llanura, algunos accidentes que le imprimen un carácter distinto; antes de alcanzar el rancho de la Pitahaya, comienzan a presentarse pequeños cauces de arroyos que surcan la planicie, por lo demás son muy poco importantes, pues son canalitos de profundidad muy corta que en lo general, no modifican la fisiografía casi uniforme de la región; caminando hacia San Luis, después de haber pasado la Pitahaya, los arroyos son más bien definidos, pero sólo al penetrar en el lugar llamado barranca de la Biznaga, que es donde el terreno forma un ensanchamiento, para pegarse al pie de las primeras mesas, adquieren las distinciones de verdaderos arroyos.



VISTA DE UNA VASTA LLANURA ALUVIONARIA SIGUIENDO LAS COSTAS
DEL PACÍFICO

La región montañosa que antes de llegar a San Luis, situado a 140 metros sobre el nivel del mar, principia a hacerse sentir en la barranca de la Biznaga, afecta la forma de elevaciones alargadas que se rematan en la parte superior por mesas; los intermedios que se encuentran entre éstas, cuya dirección general es aproximadamente la de la Península, están ocupados por valles más o menos extensos, que en su nivel inferior o donde las condiciones topográficas del terreno lo permiten, muestran algunos cursos para agua que siguiendo una línea más o menos sinuosa, se convierten en afluentes de cursos mayores que se dirigen al Océano.

Considerada en su conjunto presenta el aspecto de una serie de mesas escalonadas, y después de alcanzar su mayor altura en la mesa de la Vieja, a 500 metros sobre el nivel del mar, vuelve a

descender en la misma forma, pero con declives mucho más acentuados, hasta terminar en el Golfo de California; transversalmente a estas mesas se encuentran algunos cañones que con desarrollo más o menos largo, van a desembocar en la playa del golfo ya indicado; el cañón de los Reyes es un ejemplo notable, pues empezando casi al pie de la mesa de la Vieja, a corta distancia adelante del Salto de los Reyes, se desarrolla por una distancia aproximada de 20 kilómetros, hasta terminar en la playa de la Ensenada de la Paz; este cañón en su nacimiento tiene una altura de 50 metros sobre el nivel del mar, y determina en esa parte de la vertiente E. de la Sierra, un magnífico corte, pues en sus muros, en casi todo el trayecto acantilados, se ve la formación hasta alturas que pasan de 150 metros aproximadamente.

Hidrografía.

Descrita ya hasta donde he podido la fisiografía de la zona que recorrimos, la trataré ahora bajo el punto de vista hidrográfico, haciendo especial mención del terreno comprendido entre los arroyos de Soledad y de la Pasión.

En los alrededores del puerto, en la isla Magdalena, la hidrografía es de poco interés, pues su pequeña anchura no permite extensos cursos de agua; éstos bajan de la región montañosa dirigiéndose hacia la Bahía, siendo en su principio bastante colgados, por participar

del fuerte declive de los accidentes orogénicos, y tomando una inclinación menos y menos acentuada a medida que se aproximan a la Bahía; dada su corta extensión y por consiguiente la reducida superficie de sus cuencas, así como por la escasez de lluvias, estos arroyos están casi siempre secos, y sólo cuando alguna precipitación atmosférica se verifica, contienen agua que dura muy poco tiempo después de caída, pues por las condiciones topográficas del terreno, adquiere gran velocidad, resultando que en un período de tiempo re-

lativamente corto, alcanza la costa mezclándose después con las salobres aguas del Océano.

El régimen torrencial de estos arroyos, explica las escotaduras relativamente profundas que se ven en la parte montañosa y en las terrazas marinas de que ya hemos hecho exposición; escotaduras ocupadas por sus cauces, que sólo pierden este carácter abrupto, cuando se ponen en contacto con la porción plana de la isla.

El drenaje general de la zona al E. de Bahía Magdalena, tiene lugar por los arroyos de Soledad y de la Pasión; el arroyo de Soledad tiene un curso hacia el NW. hasta su desembocadura en el Estero Madre, en un lugar cercano a Matancita; este arroyo es el resultado de la unión, al W. del rancho de la Laguna, de dos ramas principales: una que la llamaremos del N., que pasa por los puntos nombrados Tijuana, Rosario, Batequitos, Tinamastes y Romerillal, y que recibe algunos afluentes como el que corre próximo al Saucito; y la que denominaremos del S., cuyo origen se encuentra al NE. de Bebelamas, a 310 metros en las faldas occidentales de las elevaciones que forman parte constituyente de la Sierra; su curso con la dirección general ya indicada, se desarrolla tocando los ranchos de Bebelamas, Achemes, el Frijol, el Ranchito, el Quemado, Codoraqui, las Delicias, Velázquez, Lagunitas y Palo Bola; se aleja un poco al S. de la Laguna, para ligarse después con la rama del N. y formar así el arroyo de Soledad.

En su trayecto hasta la Laguna, recibe el contingente de varios afluen-

tes como el de San Luis, el que toca a Codey y el que después de pasar por el Pirata, lo encuentra muy cerca del Rancho de Velázquez.

Según los datos que se pudieron obtener, en este arroyo nunca falta el agua, y es de creerse así, porque su caudal aun cuando reconoce como causa primitiva las lluvias, y éstas según parece no son de muy larga duración, tiene como fuente principal los manantiales que brotan en el curso de sus afluentes, unos de los cuales tuvimos la oportunidad de observar en la hacienda de San Luis, donde hay una presa que retiene las aguas producidas por estos manantiales.

Siguiendo de Bebelamas para Achemes, el Frijol, el Ranchito, etc., se ve el agua corriendo hasta muy cerca del Quemado, de allí en adelante sólo se notan pozas o charcos de más o menos extensión entre el azolve del arroyo; en el Quemado y Codoraqui, se ven estos depósitos.

Como el arroyo, desde el Quemado hasta más allá de la Laguna, se muestra azolvado por grandes cantidades de aluviones, muy probable es que el agua que se pierde en estos arenales, siga su camino oculta por estas rocas incoherentes, y en los lugares donde las condiciones son propicias, aflora bajo la forma de los charcos que ya hemos indicado.

Los habitantes de Matancita emplean el agua que se encuentra en las pozas del arroyo, y como la densidad de las precipitaciones atmosféricas, no es allí mayor y tal vez sí menor que en las partes altas del arroyo, fácil es de presumir, en apoyo de lo ya indicado, que

las pozas en este lugar, no son más que resurgencias de las aguas filtradas en estos arenales.

En la época de las lluvias el arroyo aumenta notablemente su cantidad de agua, al grado que forma verdaderas crecientes que saliendo del cauce, inundan los lugares próximos a sus orillas; este efecto tiene ayuda en el azolve que se presenta en el curso, de modo que en varias ocasiones ha sucedido que el agua desbordada, siga caminos distintos al del cauce, abandonando aunque sea momentáneamente su primer trayecto, al cual vuelve después de pasado este acrecentamiento en las aguas.

Los montones de arena y de aluviones fuera del curso regular del arroyo, son los testigos del fenómeno ya descrito, e indican también que el régimen de las lluvias, en la parte alta de la Sierra, debe ser violento, pues las aguas precipitándose con gran velocidad, arrastran los fragmentos y arenas que cubren esta porción de la cuenca del arroyo, y al llegar a la región de las llanuras, donde el declive se encuentra bajo un ángulo más corto, disminuye su fuerza de descenso, y por consiguiente verifica el depósito de los materiales que forman los aluviones.

El arroyo de la Pasión, conocido también con el nombre de arroyo de la Sal, algunos kilómetros antes de llegar a su desembocadura, en la Bahía de Santa Marina, tiene una dirección general de NE. a SW.; al E. del rancho de Torín, junto al Puerto del Brinco, situado a una altura de 370 metros sobre el nivel del mar, se inicia una profunda barranca, cuyos muros acantilados han puesto a descubierto la for-

mación hasta una altura aproximada de 280 metros; este lugar así accidentado parece ser el nacimiento del arroyo en cuestión; el cauce después de abandonar la cavidad colgada de la barranca, toma un descenso menos y menos pronunciado a medida que se aproxima a la llanura; en su desarrollo toca los puntos denominados Torín, la Pasión, la Presa, Redención, Iritu, San Andrés y otros, hasta que después de pasar por la Salada y ya con el nombre de arroyo de la Sal, llega a la costa haciendo su entrada a la Bahía de Santa Marina.

Entre los afluentes que ayudan a abastecer su contingente de aguas, se encuentran el de Iraqui, el de Palmillas, Caporal, Tinajitas y Punta del Cerro.

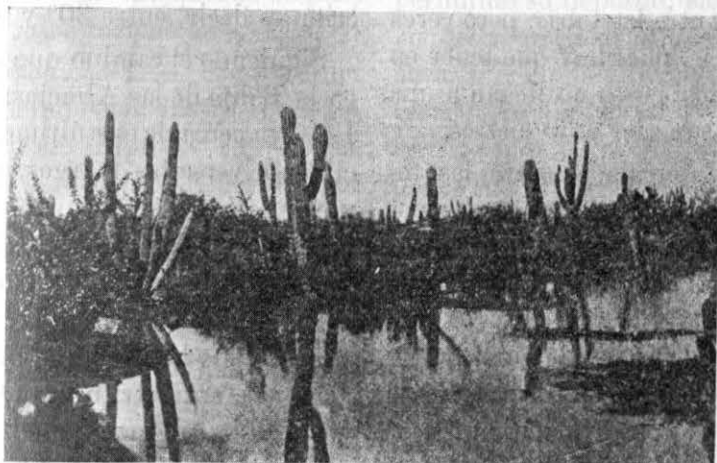
Las aguas que descienden por el cauce de este arroyo, son en mayor cantidad de las que se presentan en el de la Soledad, esto al menos en la época en que las visitamos; una apreciación no del todo buena, pero que puede servir para dar una ligera idea del caudal de aguas que por allí circulan, nos dió un gasto superior a 100 litros por segundo a la altura de Redención; como es fácil darse cuenta esta proporción es muy probable que aumente arroyo abajo, cosa por otra parte muy natural, pues en su desarrollo recibe los contingentes de los cursos de agua secundarios, por donde descienden los productos de algunos manantiales.

Admitido por las noticias que se pudieron recoger entre los habitantes de aquella zona, que las lluvias no son muy sostenidas, o lo que es lo mismo, que en la época correspondiente a ellas no son

continuas, y dado que la cuenca de este arroyo relativamente no es muy extensa, nos queda para explicar la existencia no interrumpida del agua en este cauce, el recurrir a los manantiales; en efecto, éstos los hemos observado al W. de Redención, en el rancho de Agüí, entre la Presa y la Misión de la Pasión, frente a las ruinas del templo de la Pasión, y entre la Pasión y el rancho de Torín; en Torín, ya bastante cerca

del nacimiento se ven pozas que contienen agua.

El cauce en ciertos lugares se muestra azolvado por las arenas, dando esto lugar a la formación de pozas correspondientes, algunas de las cuales son verdaderamente notables por su extensión y consiguiente contenido de agua; tales son las que se ven a corta distancia arroyo abajo de Agüí, la Cueva, Iritú y otros.



PORCION INUNDADA CERCA DE BAHIA MAGDALENA

Geología.

Las rocas componentes de la formación en el terreno recorrido son: areniscas, calizas, margas, conglomerados, sedimentos de material volcánico mezclados con espículas de esponjas, aluviones, pizarras metamórficas, diabasa, rhyolita, tobas y brechas volcánicas; existiendo por consiguiente rocas sedimentarias, metamórficas e ígneas.

Areniscas.—Las areniscas están compuestas de partículas de materiales vol-

cánicos, siendo en su mayor parte granos redondos de cuarzo, feldespato, hipersena, anfíbola y augita; el estado en que se presentan es diferente, pues unas veces son muy poco coherentes, siendo sumamente fácil desagregarlas, y otras lo son bastante, dando lugar a una arenisca resistente y casi compacta; su color gris varía entre los tintes claros y los oscuros; el cemento es generalmente carbonato de cal en proporciones

muy variables, lo que explica sus diferentes estados de coherencia, y también que algunas veces tome el aspecto de una caliza, que en ciertos lugares suele presentar moldes de fósiles.

Una colocación bien definida no se ha podido precisar, pero por las observaciones hechas en los arroyos de San Luis, San Hilario, el Pilar y en los pozos de Palo Bola, Laguna, Cervatillo, Arpillera y el Coyote, parece ser que las areniscas no son muy profundas, quedando abajo de los aluviones y del conglomerado, como en el arroyo de San Luis, o entre las tobas, pero cerca de la superficie, pues hay que tener en cuenta que los pozos no llegan a una profundidad superior a 30 metros.

Calizas.—Intercaladas entre las tobas y muchas veces acompañadas por las margas, se muestran las calizas en capas con espesores que varían de 0.^m25 hasta 2.^m00; su color es blanco con tendencia a los tintes amarillo y verde. son fosilíferas, siendo digno de notarse el buen estado de conservación en que se encuentran los fósiles, distinguiéndose entre otros Turritellas, Olivas, Pate-las y Ostreas; sus afloramientos se encuentran en el arroyo de San Luis frente al rancho del Rincón; cerro de las Caídas, entre San Luis y el Plátano; y en el camino de San Luis a La Paz, cerca del rancho llamado Punta del Cerro.

En el arroyo de San Luis existe el depósito más importante que visitamos, mostrando una caliza silicificada, con muy bonitos ejemplares de Turritellas de aspecto sacaroides, acompañada por margas e intercalaciones de caliza oolítica de 0.^m.10 de espesor.

La dirección y echado en los diferentes afloramientos es variable, pero en general oscilan entre 30° y 40° NW. y 30° y 55° al SW. respectivamente.

Margas.—Esta roca cuyo color varía entre el verde, blanco agrisado y café, se presenta de la misma manera que las calizas, intercalada entre las tobas, unas veces sola y otras al lado de las calizas; impregnada por soluciones de sílice es bastante dura y quebradiza; el espesor de las capas es alrededor de 0.^m10 y raras veces superior a 3.^m00; la dirección se aproxima a la de la roca antes descrita, es decir, entre 30° y 40° NW.

Siguiendo el camino que del Cayuco, en la Bahía de las Almejas, lleva a San Luis, ya cerca de este último lugar principian a verse las margas, pero donde mejor están expuestas, en contacto con las calizas, es en el arroyo de San Luis, frente al rancho del Rincón; en el Cerro de las Caídas, y entre las tobas en el arroyo de la Palmilla; arroyo de las Tinajitas, entre Iritu y el Obispo; arroyo del Caracol, precisamente en la poza de la Becerra, y en el arroyo de San San Hilario.

Sedimentos con espículas de esponjas. En San Luis y en sus alrededores rumbo a Achemes y a el Plátano, se manifiestan depósitos de un material de color rojo rosado, bastante duro y agrietado, que examinado al microscopio resultó formado de espículas de esponjas con material volcánico rhyolítico; en San Luis, y en el camino entre este lugar y el Plátano, se ve descansando sobre las tobas con un grueso de cerca de 3 metros; por los agentes atmosféricos se despedaza en fragmentos angulosos de aristas vivas, de modo que es muy

frecuente encontrar acumulaciones de éstos junto a la roca; las grietas están llenadas por calcedonia y cuarzo, que no son más que los depósitos que han dejado las soluciones de sílice que ahí circularon.

Por haberlo encontrado en la hondonada entre las colinas bajas que por el W. limitan a San Luis, y las primeras estribaciones de la sierra del E., así como por la relativa facilidad con que se despedaza, creo que las distintas acumulaciones de este material, no formaron sino un depósito continuo que fué después destruído por las fuerzas de erosión.

Conglomerado.—Los componentes del conglomerado son: fragmentos rodados de rocas eruptivas rhyolíticas, andesíticas y basálticas, adheridas por un cemento calichoso; no constituye un depósito unido y uniforme, pero esto se debe a desigualdades de la topografía del terreno, y también a que posteriormente ha sido destruído; antes de llegar al rancho de la Pitahaya, principian a verse pequeñas acumulaciones de acarreo de rocas volcánicas, que en mi concepto no son más que los productos del conglomerado destruído, pues en la superficie de los guijarros se nota aún las huellas del cemento; igual cosa sucede en distintas partes de la región recorrida, pero de preferencia al acercarse hacia la sierra.

Varios son los lugares donde pueden verse porciones de conglomerado aún no destruído, entre los cuales citaremos la Barranca de la Biznaga, entre la Pitahaya y San Luis; arroyo de la Soledad frente a los ranchos del Quemado, Codoraquí y el Frijol, observándosele en este último punto, sobre la rhyolita

y cubierto por una gruesa capa de caliche; y descansando sobre las tobas en el arroyo del Caporal, Iritu y arroyo de San Hilario, en el camino de San Luis a La Paz.

Aluviones.—Pasada la zona costera, ocupada en su mayor parte por los médanos, se distinguen los aluviones cubriendo casi toda la superficie del terreno, pero formando depósitos de más interés por su espesor, en los valles, las hondonadas y porciones de los arroyos y sus márgenes, donde la pendiente ha permitido su depósito; siendo la mayoría de las rocas de origen volcánico, es claro que en las arenas y gravas que forman los aluviones, domina este material; como los cantos y guijarros rodados son de andesita, basaltos y rhyolita, y esta última es la única que en la región objeto de este estudio aflora in situ, deduzco que los demás fragmentos que son rhyolíticos, y también muchos de estos, son en gran proporción productos de la destrucción del conglomerado, cosa que por otra parte parece recibir apoyo en el hecho de que se ve aún en su superficie las huellas del cemento.

En la planicie, las arenas están mezcladas con arcilla, formando algunas veces extensiones de poca permeabilidad donde se acumulan las aguas; estos aluviones arcillosos forman casi toda la llanura de Hiray, pero siendo particularmente interesantes en Llano Verde y Cervatillo, donde salvo un examen especial, me parecen muy apropiadas para la agricultura.

Pizarras Metamórficas.—Forman la roca dominante en las islas de Magdalena y Margarita, de color verde obs-

curo, se levantan en la Magdalena hasta cerca de 250 mts. sobre el nivel del mar; por efecto de los fuertes movimientos que han sufrido, se presentan muy trastornadas y dislocadas; el metamorfismo reconoce probablemente como causa principal, el que se encuentran atravesadas por intrusiones de diabasas, originando el aspecto casi cristalino de la roca y la falta de fósiles.

Varias especies minerales se encuentran en estas pizarras, estando unas en las zonas de contacto, y otras distribuidas bajo ciertas direcciones en forma de pequeñas vetas; entre las primeras se presentan la magnetita, clorita, actinolita, talco, serpentina y epidota; y entre las segundas, cuarzo acompañado de minerales cupríferos y ferruginosos, notándose las malaquitas y piritas.

Además de las especies anteriores debemos indicar la magnesita, que es de más importancia en la Isla Margarita.

Diabasa.—Entre las ígneas, es la que se manifiesta como intrusiva en las pizarras metamórficas.

Rhyolita.—En las cercanías de San Luis, a la altura de 140 mts. sobre el nivel del mar, comienzan a notarse unas pequeñas acumulaciones compuestas de fragmentos de rhyolita, diseminadas indistintamente; éstas no son más que los restos que han quedado de una corriente que, en esos lugares, ha sido destruída tanto por fenómenos tectónicos, como por la erosión.

Siguiendo hacia el E., a medida que se aproxima uno a las partes altas de la sierra, se encuentran afloramientos que definen mejor esta roca efusiva; en el arroyo de Achemes, frente al rancho

del mismo nombre, y entre San Luis y el Frijol, en el punto llamado el Rayo, tiene la corriente un espesor de 0.^m 15 a 0.^m 20; en el arroyo de la Pasión, entre la Cueva y la antigua misión de la Pasión, se le ve en las orillas coronando los acantilados de tobas y también atravesando el arroyo con un grueso de mas de 1.^m 50.

Desde aquí comienzan a ser muy notables las fuertes fracturas y derrumbes que han afectado a la corriente, pues las porciones que cubren a las tobas, y las que semejan diques atraviesan el arroyo, es muy probable que antes formaron una capa continua, y después por los fenómenos referidos, que se agregaron a los principales de dislocación, quedaron unas partes arriba y otras derrumbadas, obstruyendo el curso del arroyo, que me parece seguir, en este tramo, una de las líneas de dislocación.

Caminando hacia La Paz, antes de llegar al parteaguás entre el Golfo de California y el Océano Pacífico, se ve en el arroyo de Iraqui, pero de preferencia en el Cerro Colorado, Salto del Conejo y Salto del Mezquitito, donde a las alturas respectivas de 350, 410 y 400 metros, se manifiesta en su mayor espesor, superior a 4 mts. y en su verdadero carácter de corriente.

Pasada la mesa de La Vieja, que con la altura de 500 metros queda en el parteaguás, y ya descendiendo por el flanco E. de la sierra, que muy accidentado y con declives muy pronunciados se dirige hacia la costa del Golfo, vuelve a encontrarse a las alturas de 150 y 60 metros, en el Salto de los Reyes y en la entrada del Cañón de los Reyes; recorriendo este cañón, suele dis-

tinguirse coronando los acantilados de toba que en parte lo limitan.

Teniendo en consideración que la corriente aumenta de espesor en los afloramientos que se suceden hacia el E., es de suponerse que debe haberse originado en algún punto de la sierra cercana al Golfo de California, después se extendió llegando por el W., hasta los alrededores de San Luis, de donde, por el grueso de 0.^m 15 expuesto en Achemes y el Rayo, deduzco que no avanzó demasiado, pues no se le encontró en ningún lugar entre los alrededores al W. de San Luis y Bahía Magdalena; como en esta parte el terreno está cubierto por los aluviones, y ya aproximándose a la costa por los médanos, pudiera suceder que la corriente quedara oculta, pero ninguna de las perforaciones allí practicadas, alguna de las cuales se profundizó hasta 38 metros, encontró material de esta naturaleza.

Realmente no se puede precisar hasta donde termina la corriente, pero por lo anteriormente indicado, creo fundado expresar que no se desarrolló hasta las aguas del Pacífico.

La rhyolita es de color generalmente rojo, variando entre los tintes oscuros y los pálidos, hasta el gris rojizo; en su pasta se ven cristales de sanidino y cuarzo, y algunas veces presenta inclusiones de andesita; su textura se inclina a porfiroide, y su aspecto es algunas veces brechoso.

La colocación de la corriente es entre las tobas y brechas volcánicas, y si en ciertos lugares como en el arroyo de la Soledad, frente al Frijol, está cubierta por el conglomerado, y en otros desnuda, esto se debe a que la erosión ha

destruido la roca superior, verificándose posteriormente el depósito del conglomerado, que como en el caso citado, suele presentarse sobre ella.

Considerando las distintas alturas en que aparece la rhyolita, y no siendo esto más que porciones distintas de una misma corriente, hay que darse cuenta de las causas de la discontinuidad de la misma, la principal siendo la serie de dislocaciones escalonadas, que con rumbos entre 30° y 50° NW., afectan a la formación tanto hacia el Pacífico como hacia el Golfo, y que son mejor observadas en el abrupto flanco E. de la sierra.

Tobas y brechas volcánicas.—Estas rocas, del grupo de las piroclásticas, tienen el papel principal en esta parte de la Península, por ser las dominantes, tanto por su espesor como por su extensión.

Para mayor facilidad, consideraremos las brechas y tobas abajo de la corriente de rhyolita, y las brechas y tobas arriba de dicha corriente, pues aun cuando son rocas de un mismo grupo, la posición y abundancia de material rhyolítico en las segundas, puede servir para establecer una diferencia con las primeras.

El depósito inferior de material andesítico, comienza a observarse desde antes de llegar a San Luis, donde el capote de material detrítico ha desaparecido; a medida que se avanza hacia el E., para internarse en la porción más accidentada del flanco W. de la sierra, sus afloramientos son más y más manifiestos; no he podido precisar la relación de posición entre las brechas y las tobas, pero parece que formaron depósi-

tos alternantes, sobre los cuales ahora descansa la corriente de rhyolita.

Las tobas varían de color entre el gris claro, moreno obscuro y rojo rosado, notándose este último, de preferencia en las zonas cercanas a la corriente de rhyolita; en los acantilados del cerro Colorado y Cañón de los Reyes, que por su altura son de los puntos mejores para observar estas tobas inferiores, se ve la morena obscura en la base, y la rojo rosada entre ésta y la rhyolita; el material que las constituye se gradúa entre el muy fino, propio de las cenizas, y el granular del tamaño de las arenas, dándole el aspecto de tobas arenosas; además de los lugares ya indicados, existen otros donde se ven sin temor de confundirlas con las superiores, pues hay partes de la intermedia corriente de rhyolita, como en el Rayo; arroyo Soledad, frente al Frijol; Achemes; Cerro de las Caídas, en los alrededores de San Luis; arroyo de La Pasión, en los alrededores de Redención, y otros.

Los fragmentos angulosos de roca eruptiva, que unidos por cenizas constituyen las brechas, son de dimensiones cortas en lo general, y dan lugar a un conjunto bastante resistente.

El grueso total de estos depósitos inferiores, no se pudo determinar, a causa de que no se encontró la base, pero por los datos obtenidos en el Cerro Colorado y Cañón de los Reyes, es de gran importancia, pues la parte expuesta en el último lugar, se manifiesta con un espesor de cerca de 150 metros.

Sobre la corriente de rhyolita se verificó la acumulación de brechas y tobas, que difieren de las tratadas anteriormente por lo que ya expusimos; por

los cortes examinados en Achemes, las Caídas y otros puntos, se concluye que inmediatamente, sobre la rhyolita, vino la brecha con abundante material rhyolítico, que en las partes altas de la sierra, se encuentra cubierta por tobas de color rojo rosado, tan finas como las cenizas, y conteniendo pequeños fragmentos de pómez.

Esta cubierta de brechas y tobas sobre la rhyolita, forma las mesas escalonadas que se encuentran en las partes altas de la sierra; hacia el W. va desapareciendo, y ya en la planicie, casi no se encuentra sino en muy pocos lugares, en los alrededores de San Luis, a consecuencia de haber sido casi completamente destruída por la erosión.

Entre San Luis y Redención, se presentan restos de la brecha muy curiosos, pues afectan formas cilíndricas aisladas, de poca altura y de corto diámetro, rematando la formación de tobas, que los agentes de erosión, como principales, han cortado, determinando algunas hondonadas que interrumpen la continuidad de la porción superior, terminada en mesa, de la formación.

El espesor de este depósito superior no se ha podido determinar, pero en las mesas altas, donde ha sido más respetado, suele tener hasta 100 metros aproximadamente.

Ambos depósitos se caracterizan por una estratificación por lo general horizontal, como se comprueba en Redención, San Hilario, Cerro Colorado y otros lugares; y si algunas veces, como en el arroyo de la Pasión, entre Redención y el rancho de la Presa, se observa que las tobas están plegadas, dando la apariencia de una sucesión de anticli-

nales y sinclinales, no se debe sino a que las fracturas en ese tramo, están muy aproximadas, son de echados opuestos y han producido deslizamientos muy cortos.

Además de las dislocaciones de que dimos cuenta al tratar de la rhyolita, y que igualmente afectan a las tobas, éstas están surcadas por grietas establecidas con rumbos que varían, pero que en lo general pueden reducirse a dos

sistemas: uno según N. 10° E. y otro según E. W.; estas soluciones de continuidad en las tobas, suelen estar rellenadas por carbonato de cal cristalizado, suministrando unos bellos ejemplares que, en sección transversal a la grieta, muestran bandas blancas y amarillas, indicadoras de varios depósitos verificados por las soluciones carbonatadas.

ESTUDIO DE ALGUNAS MUESTRAS POR EL SR. DR. PAUL WAITZ.

Localidades.	Clasificación.
Arroyo de la Soledad, cerca de San Luis.	Arenisca poco endurecida, compuesta de materiales volcánicos (granos redondeados de cuarzo, feldespato, hiperstena, amfibola y augita).
Pozo No. 1. Rancho de la Laguna.	Arenisca de material fino, volcánico, impregnado de carbonato de cal.
Pozo No. 2. Rancho de la Laguna.	Arenisca poco coherente, de granos pequeños de materiales y minerales de procedencia volcánica.
Pozo No. 2. Rancho de la Laguna.	Material volcánico fino, cementado por carbonato de cal, formando una arenisca poco coherente.
Pozo en el rancho de Palo Bola.	Arenisca cementada por carbonato de cal.
Pozo en el rancho de Palo Bola.	Arenisca compuesta de minerales arredondados de rocas volcánicas (cuarzo, feldespatos, amfibola y augita, con fragmentos de rocas), cementados en una cantidad grande de carbonato de cal cristalino.
Pozo en el rancho del Coyote.	Arenisca de material y minerales volcánicos arredondados, fragmentos de andesita y de rhyolita, cuarzo, feldespato, amfibola y augita, cementados por carbonato de cal.
Pozo en el rancho de la Arpillera.	Arenisca cementada por carbonato de cal.
Arroyo de la Soledad.	Caliza sedimentaria, algo metamorfozada, con pedernal ⁽¹⁾ (globigerinos y polvo fino volcánico.)
Rancho de Achemes.	Conglomerado calcáreo con pedernal, cantos rodados rhyolíticos y andesíticos, están cementados por un depósito calcáreo y volcánico

Localidades.	Clasificación.
Rancho de El Plátano.	marino, con restos de organismos y con intercalaciones gruesas de pedernal. (1)
Rancho de El Plátano.	Conglomerado o arenisca compuesta de fragmentos y minerales de andesita y rhyolita, cementados por sílice en forma de ópalo (hyalita), calcedonia y cuarzo.
Rancho de San Nicolás.	Roca sedimentaria silicificada, probablemente un depósito marino, entremezclado con poco material volcánico.
Cerro del Rincón.	Roca sedimentaria compuesta de espículas de esponjas, con poco material volcánico (rhyolítico). Rhyolita brechoide con inclusiones de otra rhyolita.
Arroyo del Brinco.	Rhyolita rica en cuarzo, con inclusiones andesíticas (Sanidino con ángulo muy pequeño de ejes ópticos, cuarzo y pasta fundamental divitrificada.)
Del conglomerado cerca de San Luis.	Andesita microfelsítica, esponjosa, de hiperstena, fenocristales de andesina y de hiperstena, bastante escasos.
Del conglomerado en el Cañón de los Reyes.	Basalto de plagioclasa con hiperstena o enstatita, augita y olivino, alterado en un mineral parecido a la iddingsita, pero sin dicroismo.
Mesa del Brinco.	Toba andesítica con espículas de esponjas e inclusiones de andesitas de augita.
<p><i>Superposición.</i>—El orden de sucesión de las rocas que se han considerado, no se pudo precisar, porque en la región explorada no encontramos un corte que pusiera de manifiesto su conjunto, y por consiguiente sus relaciones exactas de posición, pero por los datos obtenidos en diferentes partes, entre las cuales hay que indicar: Achemes; arroyo de la Soledad, frente al Frijol; y cerro de las Caídas; donde el orden de sobreposición es respectivamente: tobas volcánicas de material fino, corriente de rhyolita, brecha volcánica; tobas volcánicas, rhyolita, conglomerado de material volcánico de cemento calicho-</p>	
<p>so, caliche; tobas volcánicas con intercalaciones de margas y calizas, rhyolita y brecha volcánica; y teniendo en cuenta además los fenómenos tectónicos y de erosión, que han modificado la formación en la península, me parece fundado llegar a la conclusión de que el orden ascendente en que están las rocas, que por su extensión son las principales al E. de Bahía Magdalena, es el siguiente: 1º depósito de tobas y brechas volcánicas, con intercalaciones de areniscas, margas y calizas; 2º corriente de rhyolita; 3º depósito de tobas y brechas volcánicas, con abundancia de</p>	

(1) Lo que el señor Waitz llama pedernal, no es, en mi concepto, sino la marga muy silicificada.

material rhyolítico; 4º conglomerado de cemento calichoso, y 5º aluviones.

Durante las excursiones emprendidas no logré ver la base de esta estructura, pero recordando que en las islas Magdalena y Margarita, en el Pacífico, afloran las pizarras que en distintos puntos de la península, tanto al N. como al S. de nuestra región, han sido encontradas por diversos exploradores como los señores Fairbanks, Lawson, Lindgreen, el Prof. Gabb, S. F. Emmons y G. P. Merrill, (1) asociadas con los granitos, a los cuales cubren como lo dice Lindgreen, y tomando en consideración lo que sobre el particular indica el Ing. Germán García Lozano en su informe respectivo, es de presumirse que en parte los granitos y en parte las pizarras, forman el apoyo sobre el que descansa la estructura antes referida.

Dislocaciones.—Como ya se manifestó al tratar de la rhyolita, las brechas y tobas volcánicas, la formación ha sufrido los efectos de fenómenos tectónicos que produjeron una serie de dislocaciones, siendo las principales aquellas que con rumbos comprendidos entre 30º y 50º N.W., determinaron las mesetas escalonadas que, con suave inclinación, se ven descender hacia el Pacífico; dislocaciones del mismo sistema produjeron los fuertes saltos que, en el flanco accidentado que termina en el Golfo, se manifiestan por los distintos afloramientos de la corriente de rhyolita.

Transversales a las anteriores, aunque con menos frecuencia, se presentan

(1) Bulletin of the Geological Society of America—Geological Sketch of Lower California by S. F. Emmons and G. P. Merrill. Pags. 495, 497, 498, 506, 507 y 511.

otras cuyos rumbos comprendidos en el cuadrante NE., suelen aproximarse a la línea EW.; ciertos accidentes del terreno me parece siguen algunas de estas fallas, como se deduce por los hechos observados en el arroyo de la Pasión, en los alrededores de Redención y en el Cañón de los Reyes.

La formación de las pizarras en las Islas, también ha sido afectada por dislocaciones semejantes a las del primer sistema, que probablemente originaron las profundidades, que permiten a los vapores llegar en Bahía Magdalena, a muy corta distancia de las Islas, y por consiguiente del lugar donde se encuentra el puerto.

Historia geológica de la región.—Las rocas más antiguas son las pizarras; a consecuencia de la falta de fósiles no puede determinarse el período a que pertenecen, y aunque el Sr. Wittich, por comparación con otras que ha encontrado en puntos lejanos, las supone del Cretáceo Medio, hasta no obtener una comprobación fundada, las consideraremos como Pre-Terciarias.

Al Terciario hay que referir la emisión de la rhyolita, tobas y brechas volcánicas; así como los depósitos de areniscas, margas y calizas, que se manifiestan intercaladas en las rocas piroclásticas inferiores a la corriente de rhyolita; y la formación del conglomerado de cemento calichoso.

Del Cuaternario son los aluviones, y en general el material detrítico, que como producto de la desintegración de las rocas, se ve de preferencia acumulado en las hondonadas, lechos de los arroyos, e indistintamente sobre la superficie del terreno.

Fundándonos en las relaciones de posición, y los efectos producidos por los agentes de la dinámica externa, se llega a concluir que después de que las pizarras estuvieron sujetas a la erosión y al plegamiento, vino un período de inmersión, durante el cual se formaron las capas sedimentarias, casi al mismo tiempo que la actividad volcánica se manifestaba, por la eyección de material andesítico, dando lugar a las capas de tobas y brechas; en seguida vino la efusión de la corriente de rhyolita, finalizando estos fenómenos volcánicos con el depósito de tobas y brechas, en que abunda el material rhyolítico; después la erosión dejó sentir sus efectos en las partes expuestas de esta formación volcánica, ayudando a otras causas a modificar el carácter de su relieve; en seguida para explicar los depósitos sedimentarios, compuestos de espículas de esponjas, cuya existencia notamos en los alrededores de San Luis, así como el conglomerado, hay que admitir una nueva inmersión cuando

menos parcial, aun cuando la presencia de subfósiles en las elevaciones, parece indicar que la mayor parte de la región explorada estuvo bajo las aguas. Desde ese tiempo se inició el levantamiento que ha alcanzado, en la mesa de la Vieja, alturas alrededor de 500 metros.

Como fenómenos semejantes han sido observados actualmente, en otros puntos de la península, por los Sres. Emmons y Merrill,⁽¹⁾ de entenderse es que el levantamiento es general; hecho por otra parte que puede fundarse en las observaciones, en distintos lugares, que de tiempo muy atrás han venido sucediéndose, como lo demuestran los escritos de los Sres. F. J. Clavijero,⁽²⁾ Ings. Jacobo Blanco y Manuel Tinoco,⁽³⁾ Gustavo Eisen,⁽⁴⁾ Lawson,⁽⁵⁾ y Lindgreen.⁽⁶⁾

Estos movimientos consecutivos, han producido las dislocaciones escalonadas que caracterizan de una manera notable, los flancos E. y W. de la Sierra, particularmente interesante por las casi niveladas mesas que la terminan.

Hidrología.

Por la corta extensión de las Islas Margarita y Magdalena, así como por su topografía más bien accidentada, con fuertes pendientes tanto hacia el Pacífico como hacia la Bahía, y por la naturaleza de las rocas que en ellas se presentan, pocas probabilidades existen de encontrar aguas subterráneas en cantidad suficiente para ameritar obras de captación, pues la superficie

de alimentación es muy reducida; las rocas que principalmente las forman, hay que considerarlas como impermeables, aún cuando estén agrietadas en

(1), (5), (6). Bulletin of the Geological Society of America-Geological Sketch of Lower California by S. F. Emmons and G. P. Merrill.—Pags. 507 y 496.

(2) Historia de las Misiones en Baja California.

(3) Memoria de Fomento.—1873, pág. 959.

(4) Proceedings of the California Academy of Sciences. Vol. 5. pág. 754.

la superficie, y además la falta de vegetación unida al carácter abrupto de estas rocas dislocadas, hace que el agua de lluvia no permanezca el tiempo necesario sobre ellas a fin de sumergirse en cantidad apreciable, antes más bien se precipita con fuerte velocidad por ambas pendientes, para mezclarse con las aguas donde surgen las Islas; de manera que tomando en consideración lo anterior, en lo de adelante no nos ocuparemos ya de ellas, y sólo llevaremos nuestra atención al terreno que en la península, se extiende al E. de la Bahía.

Las rocas son permeables e impermeables; entre las primeras las hay de permeabilidad localizada como la rhyolita, de permeabilidad continua como las arenas y aluviones, y de permeabilidad mixta, por participar del carácter de unas y otras, como las tobas y brechas poco coherentes; en las segundas comprenderemos las margas, que aunque agrietadas en la superficie, a poca profundidad pierden esta particularidad, y las areniscas muy coherentes y compactas.

Desde las alturas que marcan la línea de división de las aguas hasta las costas del Pacífico, el depósito de tobas y brechas volcánicas, inferior a la corriente de rhyolita, con sus intercalaciones de areniscas, margas y calizas, y las acumulaciones de arenas y aluviones, que en parte lo cubren, forman en nuestro caso, el material más importante como receptáculo para las aguas subterráneas.

La corriente de rhyolita por su poco

espesor, su división por las dislocaciones, su despedazamiento en la planicie, y porque en donde está mejor conservada, que es en las partes altas de la sierra, queda cortada en ambos flancos, no es a propósito para retener el agua; la que circula por sus soluciones de continuidad, muy pronto deja estos conductos para salir en donde aflora el contacto entre la corriente y las tobas, o filtrarse en estas últimas alcanzando mayores profundidades; esto explica por qué durante nuestras excursiones no encontramos nada de agua en esta roca.

La existencia de las aguas en las tobas, se manifiesta tanto por los manantiales, como por los pozos que se han perforado a fin de utilizarlas; la circulación se efectúa por los poros y grietas que se encuentran en este depósito, haciéndolo más bien por las últimas, que son las soluciones de continuidad de mayores dimensiones y de cuya disposición ya nos hemos ocupado; por esto es que las aguas de los manantiales que observamos, casi siempre las vemos derramarse por las grietas.

Manantiales.—Los manantiales están situados de preferencia, en la zona de unión entre la planicie y el flanco W. de la Sierra; debido a que la superficie de alimentación hay que considerarla desde el parteaguas, y que las tobas tienen una ligera inclinación hacia la planicie, por algunas de las grietas suelen brotar las aguas acusando una poca de presión, como sucede por ejemplo en San Luis. Los siguientes son datos que se refieren a varios de estos manantiales:

Nombres.	Altura sobre el mar.	Temperatura aire.	Temperatura agua.
San Luis....	140 metros.	26°	27°
Achemes....	190 "	26°	24°
San Nicolás.	150 "	22°	20°
El Plátano..	160 "	24°	26°
Agüi.....	175 "		
La Pasión...	195 "	26°	28°

La falta de uniformidad en las temperaturas, se debe a las variaciones en el estado del tiempo y a que fueron tomadas en distintos días y horas, pero de todas maneras, poca diferencia existe entre la de la atmósfera y la del agua, la que nos lleva a deducir: que las aguas son de circulación subterránea poco profunda y no muy extensa.

Parece que los manantiales no tienen variaciones notables, deducción fundada en el hecho de que los arroyos principales, que ya estudiamos en la parte referente a hidrografía, casi siempre tienen agua que en las secas proviene de los manantiales.

Pozos.—En la formación de las tobas varios pozos se perforaron, situados en la extensión entre los arroyos de Soledad y la Pasión, pero en mayor número

Nombre.	Altura sobre el mar.	Profundidades aproximadas.
La Pitahaya.....	70.00	30.00
Achemes.....	190.00	3.00
Bebelamas.....	190.00	4.00
Velázquez.....	50.00	20.00
Lagunita.....	50.00	20.00
Palo Bola.....	40.00	20.00
La Laguna.....	40.00	20.00
Los Tulares.....	30.00	14.00
Cervatillo.....	45.00	18.00
El Juncal.....	40.00	14.00
Arpillera.....	35.00	20.00
El Coyote.....	45.00	25.00

Las aguas son freáticas, límpidas y de buen sabor, con excepción de las de la Pitahaya y el Coyote, que son saladas; como estos pozos son los más profundos, probable es que a esta profundidad existen sedimentos salinos, o que en sus cercanías se encuentren depósitos que les dan este sabor.

Importancia de las aguas.—La im-

portancia de las aguas que circulan, no se puede tratar con la aproximación relativa a esta clase de estudios, pues no hay datos permeométricos, pluviométricos y de evaporación, en que fundarla, a lo que hay que agregar la carencia de un plano donde obtener medidas de superficie; pero a fin de tener una ligera idea sobre esta cuestión, nos apo-

ro en las proximidades del de la Soledad; cortaron las aguas a distintas profundidades, lo que se comprende teniendo en cuenta que el terreno se inclina hacia el Pacífico, de manera que mientras más cercano está el pozo al flanco de la sierra, menor será la profundidad, ésta es entre 3 y 30 metros; desgraciadamente no se conservaron muestras de las rocas extraídas, pero en varios que tenían en sus brocales restos del material atravesado, encontramos además de las tobas, fragmentos de areniscas en distintos estados de coherencia, mostrando algunas veces impresiones de fósiles, como en el pozo de la Pitahaya. La siguiente es una lista de obras de esta naturaleza, con sus profundidades correspondientes hasta la superficie del agua:

yaremos en algunos datos obtenidos en regiones próximas, y nos concretaremos a la superficie comprendida entre el parteaguas y los arroyos de la Soledad y de la Pasión, tal como resulta en el croquis adjunto, pues de esta manera creo que nos colocaremos un poco más cerca de la verdad.

El terreno que vamos a considerar, forma parte del menos favorecido bajo el punto de vista de las precipitaciones atmosféricas, pues de las tres provincias geográficas en que divide el Profesor Gabb⁽¹⁾ la península, es en la llamada desértica donde está contenido; como las aguas de circulación subterránea tienen por causa primitiva las lluvias, que son escasas, pues se reducen a un cierto número de precipitaciones distribuidas entre los meses de Julio a Febrero, y el terreno es de poca extensión entre el parteaguas y el Océano, con una topografía poco a propósito para retener las aguas, así como desprovisto de vegetación que obrando como cubierta protectora, retarde los efectos de la evaporación, probable es que poca cantidad se filtra para abastecer el receptáculo subterráneo.

En el mapa sobre repartición de lluvias, en la región del cabo, que ilustra los trabajos del Sr. G. Eisen,⁽²⁾ encontramos que la lluvia para la parte indicada con el nombre de las Mesas, que es la más cercana y de condiciones más semejantes al terreno objeto de nuestro estudio, es menor de 2'' anuales, por lo

que adoptaremos 0.^m04 como altura de lluvia en nuestras apreciaciones.

La superficie es aproximadamente de 4,000 kilómetros cuadrados, y teniendo en cuenta las condiciones del terreno, que como ya indicamos, son poco favorables para permitir que el agua de lluvia alcance la región subterránea, tomaremos como coeficiente el 20 por ciento de la precipitación total; con estos datos se llega a la conclusión de que el receptáculo, si posible fuera captar todo su contenido, sería capaz de suministrar agua en la cantidad aproximada de un metro cúbico por segundo; ésta sale en parte por los manantiales, derramándose en la superficie, y parte es probable que en su circulación subterránea, se pierda al llegar a la costa y se agregue a las aguas saladas del Océano.

Captación.—Las obras de captación están dictadas por varias circunstancias, que dependen principalmente de la topografía del terreno y de la forma de los receptáculos; en nuestro caso se pueden aprovechar los socavones, pozos y la combinación de pozos y crueros. Los socavones están indicados al pié de las estribaciones de la sierra, su dirección debe ser la normal a la de las grietas, como éstas son N. 10° E. y EW., los socavones tendrán los rumbos S. 80° E. o N. S. según el caso, o si se juzga prudente se pueden proyectar socavones intermedios, con el rumbo N. 50° E. que serían igualmente oblicuos a los dos sistemas de grietas; estas obras no me parecen ser las más a propósito, porque los lugares donde tendrían que practicarse, quedan muy lejos de la costa y por consiguiente sería necesario canalizar

(1) Bulletin of the Geological Society of America—Geological Sketch of Lower California by F. S. Emmons and G. P. Merrill.

(2) Proceedings of the California Academy of Sciences—Vol. V—Explorations in the Cape region of Baja California in 1894, with references to former expeditions of the California Academy of Sciences by Gustav Eisen, pag. 733.

zar las aguas en un gran trayecto, lo que haría su empleo demasiado caro; además, como con estos trabajos sólo se desaguaría la parte comprendida entre el pie de la sierra y las mesas en que se termina, lo que no ofrece extensión suficiente como superficie de alimentación, por ser relativamente corto el desnivel y por lo angosto de la sierra, así como por las causas que antes hemos indicado, poco fundamento hay para esperar el obtener cantidades competentes de agua; por lo demás, puntos convenientes para los socavones, se encuentran en los alrededores de Redención y la Misión de la Pasión.

En la planicie hay que hacer uso de las perforaciones verticales, y con el fin de aumentar la afluencia de las aguas, es conveniente combinarlas con cruces de rumbos semejantes a los de los socavones, pues así se cortarían las grietas por donde circulan las aguas, y se permitirá su llegada al fondo del pozo, de donde habrá que elevarlas; la profundidad de estas obras será variable, pero por lo que hemos visto anteriormente, no será mucho lo que habrá que perforar; en cuanto a los lugares apropiados para varias de estas obras, que en mi concepto serán las que resuelvan, de una manera más económica, la posibilidad de suministrar agua potable, hay que elegirlos no muy cerca de la costa, a fin de evitar que el agua del Océano se mezcle con la dulce que procede de las lluvias, y sobre todo regirse en esto por lo que indica la experiencia obtenida en las perforaciones ya practicadas.

Otro medio a que se puede recurrir, es el tratar de almacenar las aguas superficiales que descienden por los le-

chos de los arroyos; dada la situación de Bahía Magdalena y del puerto, así como las condiciones de los arroyos, no es de esperarse se obtenga un resultado eficiente y económico, pues los lugares donde se pudiera proyectar una presa, quedan demasiado lejos, y en aquellos que, aunque siempre a gran distancia, son los más cercanos a la Bahía, los lechos de los arroyos tienen muy poca profundidad y por consiguiente muy poca capacidad como vasos para almacenar agua; de manera que como medio directo para obtenerla no me parece prudente, aunque sí servirían para aumentar las filtraciones en el subsuelo.

Recordando los caracteres que expusimos al tratar la parte referente a Geología y que definen la formación, se deduce que no existen aguas artesianas, por lo menos hasta la profundidad en que se hizo posible el estudio, pues las siete condiciones necesarias para estas aguas no están satisfechas, de manera que hasta la profundidad ya dicha, sólo se encontrarán aguas freáticas; esta conclusión está comprobada por el hecho de que ya en años anteriores, la Compañía Colonizadora de Baja California, perforó un pozo que no dió resultado⁽¹⁾; de suponerse es que la Compañía no emprendió el estudio geológico de la región, pues es probable que así se habría dado cuenta de la inclinación del terreno hasta terminar en la costa, de las dislocaciones que la afectan y de otras circunstancias que fundan la conclusión a que llegamos.

Antes de terminar, creo prudente llamar la atención sobre la conveniencia

(1) Memoria de Fomento 1873. Documento núm. 34. Informe relativo al plano de la Bahía Magdalena, por el señor Ing. Jacobo Blanco.

de cambiar el puerto a algún punto de la costa de la península, pues actualmente se encuentra en la Isla de Magdalena, y esto es una dificultad para suministrarle agua, por la razón de que los receptáculos más eficientes están en la península, y para llevar esa agua se-

ría necesario atravesar la bahía, lo que sería antieconómico; el puerto se compone de unas cuantas casas de madera, donde existen habitantes que no llegan a un centenar, de manera que su importancia actual no sería un gran obstáculo para su translación.

Conclusiones.

Haciendo un resumen de lo expuesto en la parte referente a hidrología, se llega a las principales conclusiones siguientes:

- 1ª Existencia de rocas permeables.
- 2ª Existencia de rocas impermeables.

3ª Las aguas son freáticas.

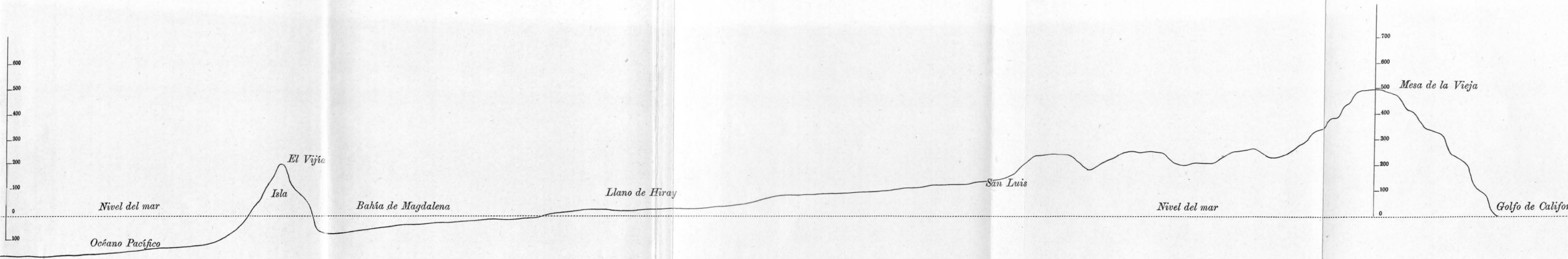
4ª Captación de las aguas por pozos con cruceros.

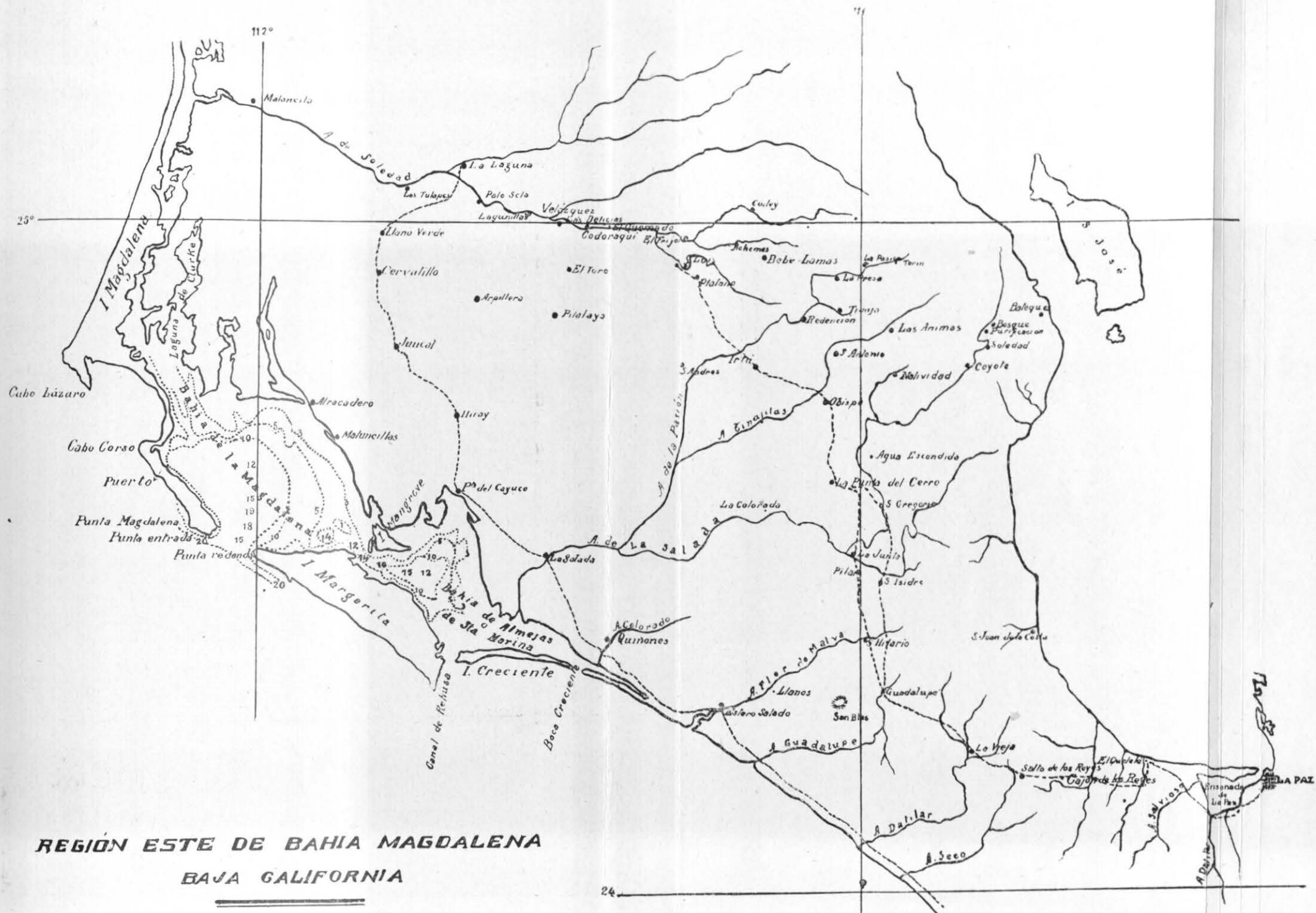
5ª Conveniencia de cambiar el puerto.

México, Diciembre de 1915.

CORTE DEL GOLFO AL PACIFICO

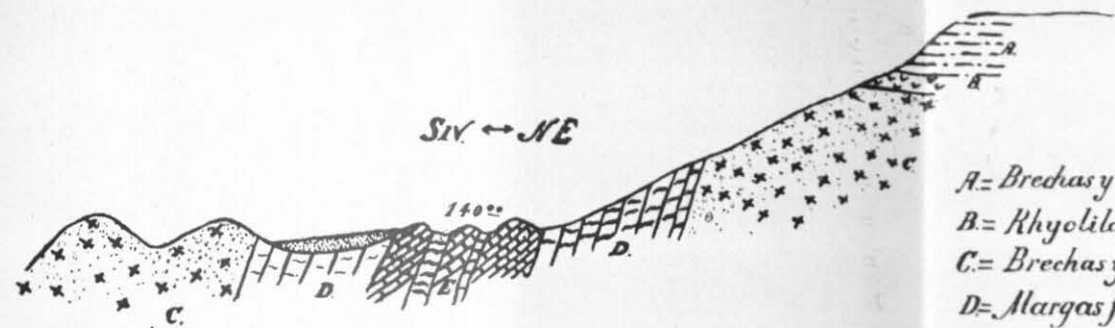
ORIZONTAL 1 : 400,000
VERTICAL 1 : 10,000





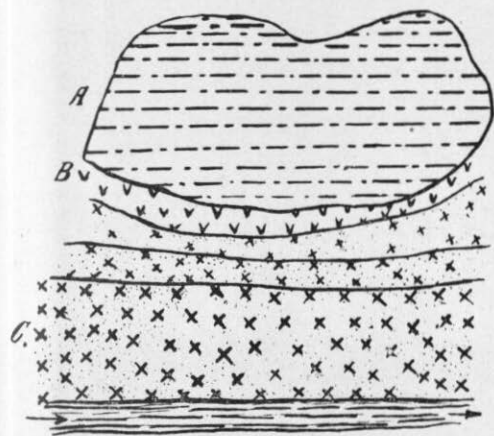
REGION ESTE DE BAHIA MAGDALENA
BAJA CALIFORNIA

Escala 1:750 000



- A= Brechas y lobas con material rhyolitico*
B= Rhyolita
C= Brechas y lobas con material andesitico
D= Algas fosiliferas
E= Caliza fosiliferas.

*Perfil de las Caídas entre la Hda
 de San Luis y el Rancho del Platano*



*A = Brechas y lobas con
material rhyolítico.*

B = Rhyolita

*C = Brechas y lobas con
material andesítico.*

Perfil frente al Rancho de Achemes.

