CONTRIBUCIONES A LA GEOLOGIA DE LA REGION MERIDIONAL DE LA BAJA CALIFORNIA. (con dos cortes).

Por el Dr. Ernesto Wittich.

El Territorio mexicano de la Baja California forma la península de mayor tamaño en la costa americana del Pacífico. Se extiende por más de 1,000 kilómetros de Norte á Sur paralela con el continente, del cual está separada por el hundimiento en forma de fosa del Golfo de California. No obstante su situación geográfica favorable, la Baja California ha sido estudiada geológicamente muy poco. Esta circunstancia puede justificar la publicación de las siguientes observaciones que ciertamente sólo se refieren á la punta meridional, la llamada región del Cabo.

El zócalo de esta parte lo forman las rocas cristalinas; encima de ellas yace Terciario moderno: Mioceno y Plioceno. En un lugar de la costa occidental quedan restos del Cretáceo. A la pendiente de la montaña hacia el mar siguen líneas de nivel que bajan hasta la ribera y que se continúan como terrazas en los valles. (*)

Acercándose á la punta meridional de la península se reconoce ya desde una distancia grande, sierras altas y abruptas con crestas denticuladas y agudas, que llegan hasta la costa y que se proyectan al mar en la forma de cabos empinados. Todas las diferentes bandas montañosas tienen un curso de E. á W.; desde la costa meridional hacia el interior y el Norte se levantan estas sierras paulatinamente y forman así varios escalones, de los cuales el más alto (en la región del cabo en sentido propio), alcanza la altura de 1,500 metros en el Picacho de San Lorenzo. Más al Norte aproximadamente en la mitad entre la capital de La Paz y el puerto de San José del Cabo, en el Sur se encuentra la sierra más alta del Sur, que se levanta en el Cerro Porfirio Díaz hasta 2,500 metros.

Entre las diferentes sierras se extienden valles anchos también con un rumbo principal de E. á W. Pero el valle más grande y más ancho (hasta de 3 kilómetros) del Sur, el del río de San José corre de Norte á Sur como la península en su totalidad; corta pues todos

(*) Eisen G. Explorations in the cape region of Baja California. Proc. Cal. Ac. Sc. S. 5, 2d. 1895.

los valles transversales casi en ángulo recto. Sorprende que la región al Este del río de San José es bastante más baja que el Oeste, y falta aquella dirección pronunciada de E. á W. de las diferentes sierras. Los pequeños valles corren en lo esencial de N. á S. y separan la montaña en varias crestas paralelas. Hacia el Sur y el Este este país montañoso pasa en una altiplanicie, sobre la cual se levantan inmediatamente á la costa, cerros irregulares y empinados.

LAS ROCAS CRISTALINAS. (1)

La roca principal de la parte más meridional de la región del Cabo es el *granito*, que respecto á su estructura y su composición mineralógica forma numerosas variedades. El zócalo de estas masas graníticas lo forma una *diorita* que ciertamente se descubre sólo en las cañadas más profundas. Pero frecuentemente la base diorítica se indica por grandes inclusiones irregulares de ella en los granitos. Los bordes de semejantes partes dioríticas son entonces resorbidos irregularmente, mientras que venas de granito cortan la masa de la diorita. Pequeños blocks de diorita se disuelven frecuentemente en forma de "Schlieren" en el granito. Sólo en un pequeño valle lateral del río de San José se halla la diorita como una masa montañosa independiente y de mayor tamaño. En los fragmentos frescos de ella se reconoce al lado de plagioclasa y hornblenda mucha biotita y un poco cuarzo.

Como otra inclusión en el granito se encuentran *pizarras de biotita metamórficas*. Generalmente se trata de partes separadas en lajas y cortadas por numerosas venas de granito; en los límites de contacto se hallan siempre los típicos minerales de contacto como el granate y la epidota. Muchas partes del granito que son sumamente ricas en biotita deben esta riqueza á la resorción de los mencionados blocks de pizarras. Según los autores americanos ya citados las pizarras de biotita metamórfica ocupan más al Norte de la península terrenos más extensos.

Más modernos que las dioritas y las pizarras cristalinas son como ya lo mencionamos, los granitos. Las diferentes variedades son

(1) Merrill G. P. Notes of the geology and natural history of Lower California. Rep. U. S. Nat. Mus. 1895-97.

Merrill and Emmons S. T. Geological sketch of Lower California. Bull. Geol. Soc. Amerc. 5, 1894.

Castillo Negrete Fco. Geografía y Estadística de la Baja California.- Bol. Soc. Geogr. 7-1859.

en parte fenómenos de facies pero en parte también tienen que referirse á diferencias de edad.

Según el carácter microscópico pudieron distinguirse las siguientes variedades del granito:

La mayor extensión en la costa meridional especialmente en los alrededores de la ciudad de San José del Cabo tiene una roca de grano mediano, rica en ortoclasa y en grandes partes de biotita pero pobre en plagioclasa y cuarzo; además contiene esta roca escasa hornblenda.

Al Oeste de San José hasta el Cabo de San Lucas, el punto más meridional de la península se presentan granitos rojos de grano grueso con mucha ortoclasa roja, poca plagioclasa, muy pequeñas cantidades de cuarzo y biotita, y escasa hornblenda.

Al Norte y Noroeste de San José en la Sierra de San Lázaro es la roca principal un granito claro de grano fino rico en ortoclasa y plagioclasa clara pero pobre en mica.

Sorprende en todos estos granitos la falta de la muscovita, pero ocasionalmente se encuentran biotitas descoloridas, que entonces se parecen mucho á las muscovitas, pero la roca fresca aclara luego la verdad.

De los granitos en diques se presentan en lo esencial dos tipos: pegmatitas y aplitas.

En el granito rojo caracterizado arriba se hallan principalmente pegmatitas de grano grueso, con las cuales tienen mucha semejanza dejando aparte el tamaño del grano. Las ortoclasas color de carne de estos diques de pegmatita alcanzan una longitud de más de 10 cm. y un diámetro de varios centímetros; mica de magnesia ciertamente se halla con menos frecuencia pero siempre en acumulaciones más grandes; cuarzo y plagioclasa son escasos y siempre de grano pequeño. Estos granitos en diques parecen ser eyecciones posteriores del mismo magma.

Los diques aplíticos se hallan más frecuentemente en la Sierra de San Lázaro; tienen el grano fino y ricos en cuarzo. Entre ellos y los granitos cortados por los diques existe la misma relación que entre las pegmatitas y los granitos rojos.

EL TERCIARIO.

En el Sur de la península yacen inmediatamente sobre las rocas cristalinas depósitos del Terciario moderno; en la costa del poniente en la Bahía de Todos Santos se encuentra un pequeño block del

Cretáceo moderno, quizá el resto de una transgresión más grande. Como más al Norte en los Estados Unidos una gran parte de las formaciones sedimentarias está bien desarrollada, se podrá probablemente suponer que el gran hiato en la región del Cabo de Baja California se debe explicar por una denudación extraordinaria.

Una buena idea de la sucesión de las capas de estos depósitos terciarios la ofrece la mesa baja al Este del río de San José. Comienzan con arenas calcáreas y margosas de la ribera, que contienen grandes cantidades de conchas de Ostrea, otros moluscos son más raros. Sobre éstas siguen calizas puras de la región de la costa con restos de corales, muchos fragmentos de Balanus, Donax, Cytherea y pequeños gastrópodos. En las partes superiores de estos depósitos se presentan paulatinamente aumentando en cantidad guijarros de granito, que más arriba predominan, de modo que se forma una arcosa calcárea con numerosos restos de conchas. La potencia de estos diferentes horizontes parece ser muy variable; los dos pisos inferiores tienen apenas más de 20 m., pero mucho más potente es el grupo superior que contiene los guijarros, alcanza una potencia de más de 50 m. En muchos lugares esta sucesión de capas está completamente alterada por la influencia de la atmósfera. Las conchas están completamente disueltas, sólo sus moldes internos se han conservado en forma de impresiones toscas y poco marcadas, el cemento calcáreo y arcilloso fue destruido y así sólo se quedó una grava gruesa de granito, que más bien hace suponer la existencia de una base de granito que de Terciario.

Estos depósitos ricos en guijarros forman el fin del Terciario de la región del Cabo. Parecen ser de edad pliocénica, y á la misma formación pertenecerán los bancos de Ostrea así como las capas con Balanus y corales (1), pero los geólogos americanos ponen las capas inferiores en el Mioceno.

Los cerritos empinados mencionados arriba que se levantan al Este de San José del Cabo en las inmediaciones de la costa y que desde lejos se parecen perfectamente á pequeños conos volcánicos, no son otra cosa que los restos conservados pero con laderas muy abruptas de estos depósitos de guijarros de la ribera. En sus pendientes se presentan en fajas angostas las calizas con corales y Balanus; las capas con Ostrea no parecen aflorar.

(1) Véase E. Böse. Sobre algunos fósiles recogidos por el Sr. Dr. E. Angermann en Baja California.—Parergones del Instituto Geológico de México, 1907, Tomo 2, No. 2, p. 41 y sig.

Perfil de la costa 2 kilómetros al poniente de S. José del Cabo.
 Dirección Norte Sur 1,5 kilómetro; altura ampliada.

Perfil del terreno terciario y de la costa al Oriente de S. José del Cabo. (aprox.)
 Altura ampliada, distancia horizontal 3 kilómetros.

LAS TERRAZAS CUATERNARIAS Y RECIENTES.

La pendiente de la mesa terciaria así como de las montañas graníticas hacia el Océano, la forman varias terrazas cuaternarias, que limitan todo el borde de la costa y que están interrumpidas sólo por las proyecciones del granito en forma de promontorios. La terraza más antigua y más alta se depositó directamente sobre el Terciario; se compone de guijarros gruesos de granito mezclados con gravas finas, que por un cemento arcilloso delgado están ligeramente cementados. Fósiles faltan por completo en este escalón. Su altura media es de 100 m. Este escalón más antiguo ocupa el nivel más alto y está más tierra adentro que los otros. Forma una faja de 100 á 300 m. de ancho que al principio se continuaba en toda la costa y que se extendía lejos en los valles más importantes. En la actualidad esta faja cuaternaria naturalmente está frecuentemente interrumpida y destruída.

Más abajo que esta terraza se presenta un segundo *escalón más moderno*, en una altura de unos 30 á 50 m. sobre el nivel del mar. Hacia el Cuaternario antiguo de más arriba se apoya esta terraza como un terraplén plano, mientras que hacia el mar se inclina abruptamente. Su material es en lo general más fino que el del escalón superior; guijarros de mayor tamaño faltan casi por completo, en lo esencial se compone sólo de arena gruesa del Cuaternario con detritus de granito y pedazos de cuarzo y feldespato. Sólo en algunos lugares, allí donde los pequeños arroyos han depositado sus conos de acarreo se presentan también guijarros más gruesos de granito. En las partes inferiores de la terraza existe una mezcla con tierra vegetal, probablemente á causa de las algas marinas y de plantas terrestres depositadas juntas con las arenas. En todo el depósito son muy frecuentes las conchas marinas y muchas veces en separadas asociaciones oecológicas así como sucede en la actualidad. En un lugar se encuentra en cantidades los géneros *Donax*, *Cytherea*, *Conus*, *Oliva*, etc.; en otros *Ostrea*, *Spondylus*, *Barbatia*, en un tercero *Pecten*, *Murex*, *Purpura*, *Cypraea*, etc. Es notable que los gastrópodos predominan en especies é individuos, mientras que hoy en la costa del Sur los lamelibranquios son mucho más numerosos.

La última terraza forma un parapeto de médano que forma un reborde en toda la ribera, interrumpido sólo en las desembocaduras de los arroyos ó de las lagunas ó mezclado con acarreo de ríos. La altura de la terraza pasa apenas los 10 m. y la distancia hasta la segunda línea de la ribera raras veces es de más de 50 m. Esta línea

de la costa inferior debe considerarse como una formación al principio del período reciente.

En la costa occidental, desde la punta más meridional, el cabo de San Lucas hacia el Norte hasta más adelante del Cabo Falso, la *terrazza más moderna tiene una posición considerablemente más alta* sobre el nivel del Océano; su nivel alcanza 50 m. y más sobre el mar. Al mismo tiempo está cubierta completamente por arena de médanos. Es interesante que los numerosos guijarros de granito de la terraza más reciente demuestran claramente un pulimento por el viento claro. Todos los guijarros de mayor tamaño son pulidos y lisos, á veces con planos pulidos; aquí y allá los feldespatos de granito son ligeramente excavados con las costillas de cuarzo conservadas. Así resultan exactamente aquellos cantos como los he descrito y figurado en otro lugar. (1)

Estas tres terrazas de la ribera se reconocen en toda la costa meridional en una longitud de unos 80 km.; demuestran que el nivel del mar ha bajado en diferentes etapas y que la tierra correspondientemente ha aumentado en saltos. Lo mismo nos enseñan también las líneas de la costa en la costa del Poniente de la península. Así existen ya en el Cabo Falso tres de estos parapetos, uno sobre el otro, más anchos y altos que en la costa del Sur, y se continúan hasta la bahía de Todos Santos, casi en el Trópico de Cáncer, donde Lindgren (2) igualmente observó tres terrazas, una sobre la otra. Esta retirada del Océano y el avance de la tierra es tan notable, que no escapó al primer naturalista que hizo observaciones en la península, el Padre Fr. J. Clavijero. Este viajó en el país en el año de 1770, y dice sobre esta cuestión en su Historia de la antigua ó de Baja California lo siguiente:

“Se hallan conchas embutidas aun en las partes más internas del monte y se ven algunas cavidades que parecen haber estado ocupadas con cuerpos marinos consumidos ya por el tiempo; esto prueba que el monte se formó dentro del mar. Las piedras de esta clase son muy conocidas en toda la costa del golfo. Los misioneros jesuitas de Loreto observaron que las aguas en menos de cuarenta años se habían retirado muchos pasos de aquella costa, y este decrecimiento se hace más palpable en la costa occidental, pues todo el es-

(1) Wittich, Dreikanter von Frankfurt. -Ber. d. Senckenbergischen Gesellsch. 1898.

(2) W. Lindgren. Notes of the geology of Baja California, Mexico. Proc. Cal. Acad. of Sciences, 1888, p. 179; 1889 y 1891.

pacio que hay entre el mar y los montes, está completamente cubierto de arena litoral. Es, pues, cierto, que la California tiene hoy más anchura que antes, y podemos pronosticar con seguridad que esta anchura irá creciendo en lo sucesivo....”

De especial importancia era para mí poder paralelizar esta retirada escalonada del océano con los acontecimientos de la tierra. Para esto ofrecieron un medio de comparación muy bueno los depósitos de los arroyos del río de San José. Con las tres diferentes líneas de la costa se mezclan, como lo hemos mencionado, los conos de acarreo de las corrientes de agua. Más tierra adentro las terrazas de la ribera se juntan inmediatamente con terrazas correspondientes de los arroyos y ríos. En la línea de la costa actual se encuentran los conos de acarreo modernos. Primitivamente éstos fueron masas de acarreo grueso, de las cuales la marea deslava paulatinamente todo el material fino, de modo que finalmente queda sólo una acumulación de grandes cantos graníticos, mientras que valle arriba se junta una terraza plana. Semejantes intercalaciones de acarreo grueso demuestran también las terrazas de la costa superiores en la salida de los valles grandes. No cabe duda que aquí los conos de acarreo están en un nivel más alto; también ellos se continúan hacia arriba en los valles y forman así una segunda y tercera terraza fluvial más alta y más antigua, pero ambas son más ó menos destruidas y alteradas por la erosión, la denudación y por dislocaciones. Particularmente en el valle del río de San José las tres terrazas están claramente conservadas. Cerca del pueblito de San José Viejo, á unos 8 km. de la costa río arriba, se ve todavía el escalón superior como un terraplén ancho acompañar á la ribera occidental á unos 30 m. sobre el curso actual del río; hasta en los valles laterales que desembocan viniendo desde la sierra, se continúa aún esta terraza más alta.

Unos 4 km. al Poniente de San José del Cabo desemboca un pequeño arroyo en el mar, cuya terraza antigua se mezcla claramente con la línea de la ribera; más tierra adentro se encuentra á unos 20 m. sobre esta terraza otro depósito fluvial. Todavía más hacia adentro sigue hasta una quinta terraza á unos 30 m. sobre la anterior, pero separada de ella por una dislocación fuerte del rumbo E-W.

No en todos los valles se puede observar semejante tripartición de las terrazas; en los arroyos angostos frecuentemente se borran los restos de las terrazas de la ribera por los escombros de las pen-

dientes. De éstas las pocas, pero muy fuertes lluvias, deslavan todo el material de alteración, como grava y arena fina, y cubren con esto las depresiones. La consecuencia es una acumulación de grandes pedruzcos en las pendientes de las montañas. Semejantes formaciones fueron consideradas como canchales por investigadores americanos.

Las condiciones climatéricas singulares, grande sequías, raras pero muy fuertes lluvias, traen consigo que un suelo de alteración profunda ó una buena tierra de labor apenas se pudo formar. Faltando una vegetación densa, toda la poca tierra fina la deslava la lluvia y la lleva hacia el fondo de los valles. Por esto los aluviones aumentan considerablemente en potencia y anchura. Pero en los aluviones de gran espesor se pierden bastalluvias muy fuertes, para salir en la desembocadura del río en forma de una corriente cuantiosa subterránea. Así se encuentra semejante corriente en el valle del río de San José, que hoy, á causa de la retirada del mar, desemboca muy cerca de la costa en una laguna ancha. Un brazo de esta agua subterránea sale á luz del día ya cerca del pueblo de San José en forma de manantiales en las pequeñas lomas graníticas. El resultado es que allí grandes terrenos se pueden cultivar con caña de azúcar no obstante la escasez de las lluvias.

Lagunas de agua dulce, es decir, salidas de las corrientes subterráneas, se encuentran más al Este en varios puntos. Cerca del rancho de El Tule, unas 2 horas á caballo al Oeste de San José, sale el agua subterránea dentro del Océano como un manantial que sólo es visible durante la baja marea.

CONDICIONES TECTÓNICAS.

El paisaje caracterizado arriba brevemente está recorrido por un sistema de fracturas recientes que han ejercido una influencia considerable sobre la configuración. En lo general, las dislocaciones tienen dos rumbos diferentes de EW. y de NS. corresponden, pues, á las líneas de la costa. Ambos sistemas de dislocación dieron frecuentemente origen á pequeños valles. Queda en duda si el ancho valle principal del río de San José se haya formado de esta manera ó si se trata de un hundimiento en forma de fosa con el rumbo de NS. Es seguro que las fracturas cortan también las formaciones terciarias, de modo que por lo menos pertenecen al Terciario moderno; en el arroyo del Rancho Salado, al Oeste de San José, se ve también la terraza cuaternaria superior en las lomas gra-

níticas, cortada por una dislocación, que así pertenece todavía al Cuaternario. Por tales dislocaciones se han hundido y frecuentemente quebrado en blocks, separándose de la sierra alta, las lomas graníticas de San José, así como todas las montañas bajas cerca de la costa. Tales zonas de fracturamiento se continúan todavía lejos hacia el interior del país, hasta en la Sierra de San Lázaro, siempre paralelas con la costa meridional.

Que tales hundimientos se producen todavía en la actualidad, esto lo prueban las diferentes líneas de la costa y las terrazas fluviales. Es cierto que las líneas de fracturamiento están en el Océano, pero los fenómenos en la costa marcan claramente los acontecimientos tectónicos submarinos.

El hundimiento sucesivo del nivel del mar se expresa por las líneas de la costa; pero con él cambia simultáneamente la caída de los arroyos, y á consecuencia de esto cambia también el comportamiento geológico del agua movida. En relación con la permanencia duradera del mar en cierto nivel, está la formación de sedimentos de la ribera en la costa del Océano y del depósito de una terraza fluvial correspondiente en los valles que desembocan en el mar. Una oscilación repentina del mar tiene como consecuencia el aumento del grado de la caída, y así, de la erosión en el valle y una baja correspondiente del curso del agua. Otra permanencia del mar en su nuevo nivel causa la formación de nuevos sedimentos litorales y fluviales, es decir, de nuevas terrazas pero en un nivel más bajo. Así se marcan los cambios del nivel del mar todavía lejos de la costa, en el interior del país, en las diferentes terrazas fluviales hasta en los vallecitos laterales.

Esta retirada escalonada del mar comienza ya á fines del Mioceno. Mientras que en el Mioceno el mar avanzaba aún lejos en el interior del país, se limita el océano pliocénico ya más á la zona de la costa. Más rápida era según parece la sucesión de los cambios de la línea de la costa durante el Cuaternario; pero durante este tiempo el país ganaba más en altura que en anchura. El mayor aumento de la tierra en dirección horizontal no habrá sido más que 2 kilómetros. El Dr. E. Angermann que hace algunos años hizo observaciones en La Paz (1) pone el límite entre el "Pleistoceno" (con *Fasciolaria*

(1) E. Angermann, Fisiografía, Geología y Hidrología de los alrededores de La Paz, etc.-Parergones del Instituto Geológico de México, 1904, Tomo I, núm. 2.

princeps Lam.) y el "Cuaternario" allí donde acaban las últimas dislocaciones tectónicas. En la costa meridional como lo hemos demostrado es imposible trazar semejante límite porque los fenómenos tectónicos siguen todavía en el Cenozoico.

Que en estos fenómenos se trata en lo esencial de una bajada del nivel del mar lo comprueba el vecino hundimiento de la fosa del *golfo de California*. Paralelo con éste van las líneas de dislocación de E-W. y de N-S. que se continúan hasta en el Cuaternario. Todos estos acontecimientos se pueden determinar en cuanto al tiempo de su origen por las líneas de la costa y las terrazas fluviales. Desde este punto de vista las terrazas fluviales obtienen una importancia todavía más grande como indicadores del movimiento oscilatorio del nivel del mar.

El Sr. Dr. Böse tuvo la bondad de hacerme la traducción de este informe, por lo cual hago pública mi gratitud hacia él.