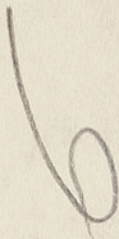


11(554a-5)

DR. JUAN BRÜGGEN

**GEOLOGIA  
DE LAS  
GUANERAS DE CHILE**



IMPRESA UNIVERSITARIA  
ESTADO 63 - SANTIAGO DE CHILE - 1939

BIBLIOTECA NACIONAL  
SECCIÓN CHILENA

**GEOLOGIA**  
**DE LAS**  
**GUANERAS DE CHILE**



DR. JUAN BRÜGGEN

GEOLOGIA  
DE LAS  
GUANERAS DE CHILE



IMPRENTA UNIVERSITARIA

ESTADO 63 : SANTIAGO DE CHILE : 1939

VISITACION  
de IMPRENTAS y BIBLIOTECAS

AGO 1 1939

DEPÓSITO LEGAL



## I. INTRODUCCIÓN

Con la palabra «guano» los incas designaban los excrementos de las aves que se acumularon en ciertas islas y rocas situadas frente a la costa de su país. Usaron grandes cantidades de guano como abono y apreciaron su valor de tal manera que prohibieron matar las aves productoras del guano bajo pena de muerte. Las diferentes islas de guano estaban distribuídas entre las diversas provincias del país.

También los primeros españoles que llegaron a Sudamérica, aprendieron el uso de este importante fertilizante; pero su aplicación no se propagó a Europa, hasta que los estudios del famoso químico *Liebig* hicieron ver la necesidad de mejorar los suelos exhaustos por medio de la aplicación de abonos. En el año de 1804, A. v. Humboldt llevó las primeras muestras de guano a Europa; en 1824 se hicieron los primeros ensayos de abono. Pero sólo en 1840 principió la exportación en gran escala del guano del Perú, que luego tomó un desarrollo fabuloso cuya importancia bien puede compararse con la exportación del salitre en la segunda mitad del siglo pasado.

La explotación se dedicó en primera línea a extraer las potentes capas de guano colorado, que con un espesor de 7 a 25 m., cubrían la mayor parte de las islas Chinchas y que, en las islas de Lobos de Afuera, alcanzaron hasta

63 m. Al mismo tiempo se explotaron también los importantes depósitos de la costa de Tarapacá, aunque en ellas no había riquezas tan enormes como en las islas de más al norte.

La gran riqueza de guano en el norte desértico se explica en primer lugar por la abundancia de peces de la corriente fría de Humboldt, de los cuales se alimentan los millones de aves. Gran importancia tiene también la extrema sequedad de la costa del desierto; ésta no sólo impide que el guano sea lavado rápidamente por las lluvias, sino protege también a las aves contra sus enemigos, que los podrían molestar durante la empolladura: ni los animales terrestres, ni el hombre primitivo podían existir en la costa del Norte debido a la falta de agua dulce.

La actual formación del guano, llamado «guano blanco», por su color, puede estudiarse en el Perú, donde las islas de guano se hallan bajo la protección del Gobierno, que mantiene guardianes en ellas que protegen a las aves contra las persecuciones y molestias de parte de los hombres. Esta protección era indispensable, porque en el siglo pasado se había agotado la mayor parte del guano rojo y, con la explotación y las persecuciones por los trabajadores, habían desaparecido casi todas las aves.

Enorme ha sido el efecto de las medidas protectoras aplicadas por el Gobierno del Perú, porque en unos 15 años se consiguió la repoblación de las islas por millones de aves que encuentran allí una zona donde están en perfecta tranquilidad durante el tiempo de la empolladura. En el escaso tiempo de 10 años, la producción peruana de guano aumentó de 25.000 a 90.000 toneladas, de los cuales se exportaron 20.000 tn. y 70.000 se emplean en el Perú mismo. Hoy la producción pasa de 150.000 toneladas.

La gran ventaja del actual sistema de explotación es que no se trata, como antes, de la extracción de riquezas acumuladas durante miles de años que tarde o temprano se agotan, sino la explotación del guano constituye más bien una cosecha anual que puede repetirse sin peligro de que la producción termine algún día; al contrario, todavía el rendimiento anual puede aumentarse considerablemente.



La explotación actual se lleva en tal forma, que no molesta a las aves, porque se espera el fin de la empolladura y de la crianza de las aves nuevas. Además, la explotación se limita a ciertas fajas que se cambian en otro año por otra zona, de modo que las aves encuentran siempre extensos terrenos apropiados para la construcción de sus nidos. Cuando se ha terminado la explotación de la faja, se retiran inmediatamente los trabajadores y la isla queda a disposición exclusiva de las aves protegidas por unos pocos guardianes. La misma faja vuelve a explotarse solamente después de  $2\frac{1}{2}$  años, cuando se ha depositado una nueva capa de guano de unos 8 a 10 cm. de grueso.

Entre los guardianes hay siempre unos buenos tiradores para matar los animales enemigos de las aves del guano. Los enemigos más importantes son los cóndores, los gallinazos y la gaviota ordinaria, que comen los huevos de las aves del guano y causan estragos fuertes en las colonias. *Cushman* observó personalmente a un cóndor que estaba en medio de un círculo de nidos abandonados y saqueados. Después de haber matado al cóndor, se levantó el animal por las patas y las gemas intactas de casi una docena de huevos salían de su boca.

Según *Cushman*, que visitó últimamente a las islas de guano del Perú, las aves más importantes de guano son hoy las siguientes:

En primera línea el *guanay* (*Phalacrocorax bougainvilliei*), un cormorán de pecho blanco que anida en millones de ejemplares en las islas del Perú. También en el Norte de Chile prevalece esta ave; durante mi visita había en la Punta Chomache centenares de miles de guanayes que cubrían algunas hectáreas con sus masas negras en que las aves se hallaban cuerpo a cuerpo (véase fotografía N.º 1). Pasaron las noches allá y en el día se dirigían en bandadas gigantescas hacia el sur para seguir a los cardúmenes de sardinas.

En el Perú, estas aves anidan en las mesetas y en las faldas de barlovento de las lomas, constituyendo colonias cerradas en que se halla un nido al lado del otro. En una de tales colonias había alrededor de 1 millón de aves adul-

tas y su número en la Isla Chincha Central se calcula en 5.600.000. La época de la empolladura se extiende por todo el año, pero hay un máximo en los meses de Diciembre y Enero.

El *piquero* (*Sula variegata*) ocupa el segundo lugar entre los productores de guano. Es el ave más abundante y cada uno de los piqueros produce diariamente alrededor de 140 grs. de guano. Suponiendo con *Cushman* que sólo la quinta parte de este guano quedaría depositado en la isla, un millón de piqueros produciría alrededor de 11.000 toneladas de guano. Los piqueros anidan con preferencia en los riscos de la costa, pero últimamente han ocupado también las partes planas de las islas.

El *alcatraz* (*Pelecanus thagus*) parece haber sido el ave de guano más importante en las épocas anteriores, a juzgar de los testimonios del siglo pasado. Su importancia parece seguir decreciendo, lo que se debería a la intervención del hombre, ya que el alcatraz es el ave más tímida que primero abandona su nido al ser molestado.

## II. PETROGRAFÍA Y MINERALOGÍA DEL GUANO

Según el color, se distinguen dos clases principales de guano: el blanco o nuevo y el rojo o colorado, que tiene mayor edad, de pocos siglos hasta un millón de años.

El *guano blanco* tiene este color únicamente en la superficie misma del depósito, porque solamente la costrita delgada superior es blanca. Debajo de ella hay un agregado medio terroso separado en láminas delgadas de color gris verdoso, y de la consistencia y estructura de un cartón grueso blando. Despide un fuerte olor a ácido úrico y se compone en primera línea de los excrementos de las aves marítimas mezclados con plumas, huesos y cadáveres.

El *guano colorado* es un polvo impalpable y blando, de color rojizo, anaranjado o gris, que presenta una fina estratificación, distinguiéndose las fajas en primera línea por sus diferentes colores. El guano colorado ya no presenta ninguna estructura orgánica y el olor es poco penetrante, aunque característico. En el caso extremo, el guano rojo

pasa al guano casi libre de sustancias nitrogenadas, como en el guano de Mejillones que ya no despide ningún olor. Su color es un poco más amarillento y su estructura un poco más pulverulenta que la del guano colorado más rico en nitrógeno. Por esto el guano colorado se divide en *guano amoniacal* o *nitrogenado* y *guano fosfatado*.

El guano amoniacal se presenta a menudo bastante cementado, de modo que es necesario molerlo antes de venderlo. Tales guanos endurecidos han recibido el nombre de *camotillo*. El endurecimiento puede deberse a mezclas con cloruro de sodio, que pueden alcanzar hasta 15 a 18%. Pero también los fosfatos y sulfatos que existen siempre en el guano, pueden ser la causa como se desprende del análisis de un nódulo no muy duro hecho por *Karmrodt* (véase 6 bis). En caso de una ley muy alta en sal, se habla de la *costra del guano*, que constituye a menudo la parte superior del manto. La ley en sal puede subir hasta 30 y más por ciento y el cloruro de sodio se reconoce por sus caras de clivaje que aparecen como numerosos puntitos brillantes que reflectan la luz del sol. La costra presenta generalmente un color chocolate obscuro.

Sobre la composición química del guano existen varios estudios según los cuales el guano se compone de ácido úrico, ácido oxálico, ácidos grasos, resina y otras combinaciones nitrogenadas y sulfuradas, además de ácido fosfórico combinado con calcio, magnesio, amoníaco y potasio y un poco de sílice. El contenido muy importante de nitrógeno se halla en forma de ácido úrico y amoníaco (fosfato, sulfato, cloruro y carbonato de amonio). El ácido oxálico es un producto de descomposición del ácido úrico.

El señor *Krull* (1) publicó una lista de análisis de guano de los primeros tiempos de la explotación de las islas Chinchas que corresponden a guanos muy ricos en nitrógeno.

BIBLIOTECA NACIONAL

SECCIÓN CHILENA

(1) *Guillermo Krull*: Estudio de dos guaneras y la descomposición del guano. *Boletín de la Sociedad Nacional de Minería*. 1894. pág. 308.

	%	%	%	%
Urato de amoníaco.....	16,0	12,2	9,8	3,2
Oxalato » » .....	—	17,7	10,6	13,4
Fosfato » » .....	—	6,9	6,0	6,3
Cloruro » » .....	—	2,3	4,1	6,5
Fosfato de amoníaco y magnesia.....	—	11,6	2,5	4,2
Sodio, fosfato de.....	—	—	2,6	5,3
» cloruro de.....	0,5	—	—	—
» sulfato de.....	—	4,9	3,8	1,1
Potasa, sulfato de.....	—	4,0	5,5	4,2
Calcio, fosfato de.....	10,0	20,2	14,3	9,9
» oxalato de.....	12,7	1,3	7,0	16,4
» carbonato de.....	—	1,6	—	—
Agua y materia orgánica indeterminada.....	28,8	12,6	32,8	22,8
Arena y arcilla.....	32,0	1,7	4,7	5,9
Amoníaco húmico.....	—	1,0	—	—
Materia carboide.....	—	0,75	—	—
	100,0	99,35	93,8	99,2

Un análisis que da el término medio de 14 análisis de guanos provenientes de las islas Chinchas, lo da *Heiden* en su texto de Abonos:

	%
Agua.....	14,81
Sustancia orgánica (Acido úrico, oxálico, amoníaco).....	52,38
Nitrógeno en total.....	31,49
Acido fosfórico combinado con tierras alcalinas.....	13,52
Cal.....	10,99
Magnesia.....	1,19
Acido fosfórico combinado con alcalis.....	2,75
Acido sulfúrico.....	2,09
Cloro.....	1,25
Potasa.....	2,28
Soda.....	1,35
Oxido de fierro.....	0,30
Acido silícico.....	0,09
Arena.....	1,67

Las combinaciones nitrogenadas se descomponen fácilmente y en presencia de la humedad suficiente se lixivian el nitrógeno o escapa en forma de gases, un proceso que queda indicado por el olor que despiden los guanos nitro-

genados. De este modo los guanos pierden uno de sus componentes más valiosos y se transforman en guanos fosfatados. La lista siguiente, tomada de *Stutzer*, nos da análisis de diferentes clases de guano, correspondiendo cada cifra al término medio de 25 análisis:

Procedencia del guano	Nitrógeno	Acido fosfórico
Ballestas . . . . .	12,50	12,23
Guañape . . . . .	11,00	12,25
Macabi . . . . .	11,05	11,95
Bahía de la Independencia . . . . .	7,05	11,85
Pabellón de Pica . . . . .	6,92	14,18
Huanillos . . . . .	6,60	13,30
Punta de Lobos . . . . .	5,70	15,10
Punta de Lobos . . . . .	3,60	16,70
Mejillones . . . . .	0,2-0,3	20-30

El proceso de la lixiviación del amoníaco se desarrolla en forma muy variada según la situación. La parte superior de un depósito de guano será más pobre en nitrógeno que las partes inferiores. Una costra superficial puede atrasar el escape del amoníaco, mientras que un pendiente poroso de arena lo facilita. Por esto no puede sorprender que se observen las leyes más variadas de nitrógeno en un mismo depósito de guano y a veces a pocos metros de distancia.

El señor *Krull* publicó los siguientes análisis del guano de Mejillones que se embarcó en los primeros tiempos:

Acido fosfórico . . . . .	35,9	39,1	38,4
Cal . . . . .	30,7	39,7	34,4
Magnesia . . . . .	7,9	1,4	6,5
Oxido de fierro . . . . .	0,2	0,4	0,04
Acido sulfúrico . . . . .	1,6	1,7	1,7
Cloro . . . . .	2,3	2,0	2,3
Potasa . . . . .	0,5	0,2	—
Soda . . . . .	1,5	2,3	1,4
Nitrógeno . . . . .	0,7	0,7	0,7
Materia orgánica y agua de cristalización . . . . .	6,5	9,3	6,5
Agua perdida a 100° . . . . .	7,7	2,1	3,1
Roca insoluble . . . . .	2,4	1,7	2,8
Acido carbónico . . . . .	1,6	—	—
Acido silícico . . . . .	0,1	—	—

La fuerte lixiviación del guano de Mejillones se deberá probablemente a las frecuentes neblinas que envuelven a la cumbre del cerro con sus guaneras.

La ceniza del guano es enteramente blanca y contiene todo el ácido fosfórico, la cal y la potasa. Algunos análisis de cenizas de guano dieron los resultados siguientes (según Mayer y Zoeller):

Potasa.....	1,56— 2,03
Cal.....	34,00—37,00
Magnesia.....	2,56— 2,00
Acido fosfórico.....	41,00—40,00

La pureza del guano depende en primera línea de la mezcla con material inorgánico, que puede haber entrado al guano sea en forma de escombros de falda o en forma de arena transportada por el viento. En algunas guaneras, como en las Tétas de Mejillones, en el Toyo y en Chipana, hay también mayor cantidad de conchuela mezclada, que puede haber llegado trasportada por el viento o también por las olas del mar, aunque en general parece excluía la intervención directa del mar en la depositación del guano.

Se conocen acumulaciones de decenas de metros de guano puro, como en las islas Chinchas, pero también hay depósitos de guano, en que este abono está mezclado con una gran cantidad de escombros de falda, entre los cuales el guano aparece como una clase de masa fundamental pulverulenta; esta última forma se observa especialmente en la falda occidental del Morro de Mejillones (véase fotografías Nos. 16 y 17). Si las impurezas son de grano grueso, entonces pueden separarse fácilmente harneando el guano.

Por los procesos de descomposición se originan concreciones de mayor o menor dureza dentro del guano. Como tales conocemos ya el camotillo y la costra del guano. En vista de la pequeña ley en NaCl que caracteriza los guanos puros, la sal de la costra no puede derivarse del guano mismo, sino debe provenir directamente del mar. Tendrá el mismo origen que las costras superficiales de sal que se observan a menudo en las arenas de la terraza principal como al Norte de Antofagasta y en innumerables puntos

de la costa del Norte. Lo mismo que en estas costras, la sal habrá llegado trasportada por el viento en forma de espuma.

Ya hemos mencionado más arriba el *camotillo* poco endurecido y sin mayor ley en sal. Una concreción de una composición parecida fué analizada por *Karmrodt*; según la descripción, se trató de un nódulo rojizo no muy duro, que tenía la composición siguiente:

Sulfato de potasio.....	7,49%
Fosfato de potasio.....	9,52 »
» de sodio.....	9,08 »
» de amonio.....	7,57 »
Sulfato de calcio.....	3,40 »
Urato de amoníaco.....	4,09 »
Oxalato de amoníaco.....	41,28 »
Sustancia orgánica nitrogenada.....	10,17 »
Agua.....	7,40 »
	<hr/>
	100,00%
Nitrógeno.....	14,84%

En los depósitos de guanos de las islas Chinchas se observan capas delgadas de color blanco que consisten principalmente en carbonato de amonio. Son agregados cristalinos compactos que se deshacen fácilmente. Despiden olor a amoníaco y son solubles en agua. Su composición es la siguiente:

	%
Oxido de amoníaco.....	29,76
Cal.....	6,02
Magnesia.....	indic.
Agua.....	11,00
Acido carbónico.....	51,53
Acido fosfórico.....	0,60
Uratos de álcalis.....	1,09
Acido sulfúrico y cloro.....	indic.
	<hr/>
	100,00

En las capas inferiores se concentran especialmente las tierras alcalinas y los álcalis. Entre ellas se encuentran concreciones de estructura concéntrica de una sustancia

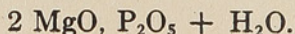
en parte hojosa, en parte de estructura radiada, que es rica en sulfato de potasio y sulfato de amonio. Un análisis de *Kraut* dió la composición siguiente:

	%
Potasa .....	24,68
Soda.....	5,77
Oxido de amonio.....	16,07
Acido sulfúrico.....	34,60
Acido fosfórico.....	8,33
Acido oxálico.....	5,31
Arena, oxalato, fosfato de calcio y fosfato de magnesia .....	1,91
sustancia orgánica.....	0,94
Agua.....	3,39
	100,00

El señor *Krull* describe varias concreciones de fosfatos de magnesia que él encontró en el guano de Mejillones. La composición es un tanto variable por la mezcla con cristales encerrados de yeso. El primero de estos minerales existe en capas o bancos de 0,30 a 1 m. de grueso como costra superficial o encapado en el guano, que consta principalmente de un *fosfato bibásico de magnesia* mezclada con fosfato y sulfato de calcio y con 32% de agua de cristalización. Es una masa parda oscura, dura, trasluciente, con fractura concoidal. Se hallaría especialmente en el lado oeste, más hacia el Sur. La gran variabilidad en la composición queda indicada por la observación de otra costra del mismo aspecto, compuesta por fosfato calizo, con 50% de cloruro de sodio.

El *fosfato tribásico de magnesia* se halla también en masas irregulares de estructura fibrosa gruesa. Sus fibras parten radialmente de un centro, así es que se presentan como bolas o segmentos de tales. Son agregados en cuyas circunferencias se entrelazan los rayos cristalizados, todo penetrado de la materia humosa orgánica parda. Los radios alcanzan un palmo de largo; hay partes puras y blancas.

Con más pureza se descubre este mineral en varias formas, llenando huecos (drusas). Son haces de columnitas rayadas o agujas de brillo vidrioso o sedoso. También en bolitas blandas de láminas o agujitas brillantes sedosas cuya fórmula corresponde a:





Fuera de estas concreciones encontró *Krull* también un borofosfato en forma de bolitas globulares y arriñonadas de 1 a 3 cm. de largo. Las más puras se fracturan fácilmente, deshaciéndose en polvo grueso, del cual cada uno es un hermoso cristal del sistema rectangular. Tendrían la composición:  $P_2O_5$ ,  $B_2O_3$ ,  $MgO$ ,  $9 H_2O$ . Pero hay también bolas mayores, amarillentas, de fractura conoidal de gran tenacidad y a veces con costras; son borofosfatos de magnesia, cal y alúmina en variable composición, como lo indican los análisis siguientes de *Krull*:

	1	2	3	4	5
Acido bórico.....	14,5	11,6	10,0	6,80	4,2
» fosfórico.....	28,7	29,5	29,0	27,60	10,9
Magnesia.....	24,6	23,2	20,4	24,38	20,5
Cal.....	—	1,9	6,6	0,14	—
Alúmina.....	—	—	—	2,30	29,2
Agua.....	32,8	33,8	33,13	38,30	35,0
	100,2	100,0	99,13	99,52	99,8

N.º 1 cristal puro; 2 y 3 bolitas menos puras; 4 y 5 análisis de Ignacio Domeyko de bolitas homogéneas.

Se ve que se trata de un borofosfato de magnesia, que se presenta a menudo impurificado por cal y alúmina.

A estos fosfatos concrecionarios debemos atribuir con *Krull* también el manto blanco de «tosca» que parece rodear todo el pie del Morro de Mejillones; no se halla solamente en el lado oriental, como afirma *Krull*. El manto tiene un espesor que varía entre pocos centímetros y 2 metros. A primera vista presenta el aspecto de una toba volcánica de color blanco; es una roca relativamente liviana, algo porosa y áspera al tacto. Se parte fácilmente y se empleó en gran escala para la construcción de las casas. Según *Krull* tendría la composición siguiente:

Ferrifosfato.....	13,5
Acido fosfórico.....	20,—
Acido sulfúrico.....	2,1
Cal.....	18,3
Magnesia.....	1,4
Agua.....	13,8
Insoluble (caolín).....	30,4
	99,5

La formación de todas estas masas y mantos concrecionarios se debe a la reacción del agua del mar con el guano, especialmente con su contenido en ácido fosfórico. En el extremo sur del Morro de Mejillones, estas concreciones son especialmente numerosas y parecen sustituir completamente al guano, cuyos restos se hallan solamente como relleno alrededor de las bolas blancas.

También en otras guaneras, como en Pabellón de Pica y Guanillos, estas concreciones blancas son más frecuentes en los sectores australes. Parece que el fuerte oleaje que viene constantemente desde el Sur, hizo caer grandes cantidades de agua del mar en forma de espuma; esta espuma cayó especialmente en las faldas australes, donde las sales marinas de magnesia y cal reaccionaron con el fosfato del guano.

El origen del ácido bórico es todavía inexplicable, porque este cuerpo está relacionado generalmente con procesos volcánicos y difícilmente puede haber llegado de la zona volcánica del interior hacia la costa.

### III. GEOLOGÍA DE LOS DEPÓSITOS DE GUANO

#### 1). *Los yacimientos de guano blanco*

La geología de los depósitos de guano blanco es muy sencilla; tiene cierta importancia, porque nos puede enseñar algo sobre la situación de las guaneras antiguas.

En general, las aves prefieren las islas para la empolladura, porque en ellas tienen la mejor protección contra los animales terrestres. Por esto encontramos todos los islotes del Norte de Chile, que son por desgracia bastante escasos en número, ocupados por grandes cantidades de aves, como se ve en la fotografía número 3. En vista de que estos islotes escasean, las aves se ven a menudo obligadas a pernoctar en la costa misma. En tal caso prefieren las partes más salientes, como en la Pta. Chomache (Fotografía 1), o también las salientes del acantilado mismo con que descende la Cordillera de la Costa y que quedan enteramente cubiertas por costras de guano blanco. También las

salientes rocosas de la costa misma, al lado del mar son puntos preferidos para pernoctar.

Las costras de guano blanco quedan más o menos firmemente pegadas en el subsuelo, de modo que en terrenos arenosos las piedras o arenas quedan fácilmente adheridas al guano. En las rocas desnudas de la costa y de los islotes, la costra de guano puede separarse fácilmente y sin mezcla de materia estéril. En general se explotan ya costras de pocos centímetros de grueso que se pueden retirar cada 5 a 6 años. Una excepción la constituye la Pta. Chomache, donde se pudo recoger una buena cantidad de guano (fotogr. 2) después de un año.

Tomando en cuenta la escasa extensión de la superficie del guano blanco y el reducido espesor, se formula la pregunta, si no será posible tener en el norte de Chile una producción parecida a la del Perú. El espesor reducido del guano blanco depositado en un tiempo relativamente largo se explica, porque las aves visitan nuestras costas solamente para pescar y se acumula solamente el guano que dejan las aves durante la noche. Para empollar, con muy raras excepciones, las aves vuelven a las islas peruanas, donde en el período de la empolladura cada pareja de los millones de aves deja entre 25 y 50 libras de abono en su nido.

Las experiencias hechas en el Perú con la protección de las aves, permiten un pronóstico favorable, aunque la costa del Norte de Chile presenta algunos defectos grandes. En primera línea le faltan islas importantes situadas a suficiente distancia de la costa para un aislamiento suficiente del tráfico humano. En el norte tenemos sólo islas muy pequeñas, como la isla Alacrán en Arica. La antigua isla Serrano está hoy día unida al continente y constituye el centro del puerto de Iquique; en el siglo pasado se extrajo de ella guano durante 25 años.

La única isla bastante importante, que podría dar cabida a algunos millones de aves, es la Santa María o Constitución, situada en el suroeste de la península de Mejillones (véase Fig. N.º 9). Tiene varias hectáreas de superficie plana, muy apropiada para que las aves construyan sus

nidos en ella. Para evitar molestias a las aves, habría que impedir que los pescadores suban a la isla o queden con sus botes en las bahías de la misma.

En vista de que se sabe muy poco acerca de la vida de las aves en el norte de Chile, sería conveniente visitar primero la isla y coleccionar datos entre los pescadores, si ellos han observado, p. ej., pequeñas colonias de aves que empollan en la isla. En este último caso sería más fácil repoblar la isla, porque en unos pocos años de tranquilidad absoluta, las primitivas colonias podrían aumentar a muchos miles de aves. Importante sería saber, si la riqueza del mar del norte en peces es la misma durante todo el año, para permitir la nutrición de las aves durante la empolladura.

Otra isla grande es la de Chañaral, situada entre el Huasco y Coquimbo, a bastante distancia de la costa. Pero hasta ahora no se tiene ningún dato acerca de la existencia de guano blanco en ella.

Mayor importancia tendrían dos islas situadas cerca de Caldera y de Chañaral, sobre las cuales encontramos algunas noticias dadas por A. Villanueva, en los *Anales de la Universidad*, 1878, I, p. 403 ss. Refiriéndose a la Isla Grande, situada entre Caldera y la desembocadura del río Copiapó, escribe Villanueva:

«En una planicie que hay al sur de la Isla Grande... existe una guanera de poca extensión. Contiene actualmente hasta 1.200 metros cúbicos, pero esto es sólo lo que queda de varios carguíos hechos en diferentes ocasiones...».

«En todas partes se ve el depósito cruzado por agujeros, en que las aves marinas hacen actualmente sus nidos. La isla tiene más de un kilómetro de largo, 150 m. de ancho y 70 m. de altura...».

Además, Villanueva menciona la isla Pan de Azúcar, al Norte de Chañaral, «donde hay otro depósito aparentemente de mayor extensión».

Si las aves del guano han tenido sus nidos en estas islas hasta la visita de Villanueva, en 1877, debería haber todavía hoy aves que empollan en la isla y debería averiguarse su número, si son molestadas actualmente por los pescadores, etc.

Más difícil parece la tarea de hacer empollar a las aves en el continente mismo, porque aun en la costa de Tarapacá, a lo menos entre Iquique y Patache, hay siempre zorros que vienen a mariscar en el mar y que persiguen también a las aves. Especialmente desfavorable es la vecindad del río Loa, que les proporciona agua abundante a los zorros. Así se explica probablemente que las decenas o centenares de miles de guanayes no pernoctan en la vecindad de la bahía de Chipana, con su gran riqueza en pescados, sino prefieren volver todas las noches a la Pta. Chomache. Pero en vista del enorme número de guanayes en esta punta, representados en la foto 1, sería interesante observar, si a lo menos algunos de ellos se atreven a empollar en el continente. En tal caso, podría aumentarse probablemente su número con el tiempo. La Pta. Chomache tiene la ventaja de estar bastante retirada del tráfico actual de la costa y, en caso de construirse el camino de autos, habría que llevarlo lo más retirado posible de la guanera.

Otros puntos muy abrigados y distantes del tráfico se hallan en la costa norte de la península de Mejillones, cerca del faro, donde hay también gran extensión de guano blanco.

## 2). *Los depósitos de guano colorado.*

Muy numerosos son los depósitos de guano colorado en la costa del norte y sus formas y estructuras son también muy variadas. Principiaremos con la descripción de algunos de los que se han estudiado con mayor detención. Después describiremos las guaneras en el orden desde el Norte hacia el Sur.

### a) *Pabellón de Pica*

En el panorama de la fotografía 4 tenemos el aspecto muy característico que tiene el cerro de Pabellón de Pica. Se levanta como un gran promontorio del mar presentando la forma de un gran morro que está ligado al precipicio de la Cordillera de la Costa por un portezuelo ancho y relati-

vamente alto. Es una forma que volveremos a encontrar en varias partes de la costa, como en Chomache, Patache etc, sin que se conozcan hasta ahora depósitos de guano en ellos.

El guano se hallaba en Pabellón de Pica rodeando todo el pie del morro subiendo por la falda hasta los 100 a 150 m. En vista de la altura grande del portezuelo, el morro no habrá formado una isla antepuesta a la costa, sino solamente un promontorio que fué solevantado, junto con la costa del continente, durante la depositación de guano.

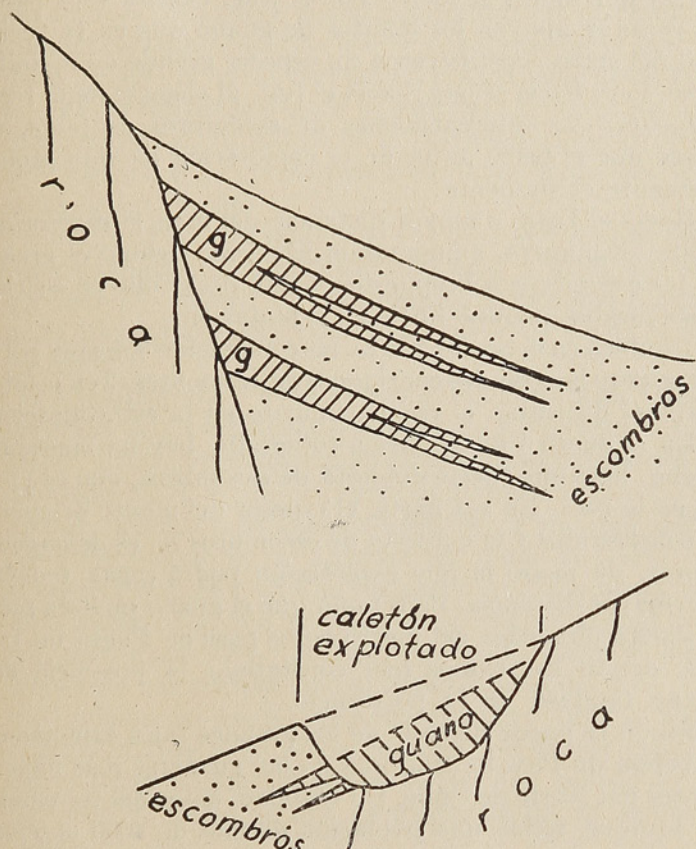
Tanto en el panorama como en la fotografía 5 se ven los enormes rajos que estaban llenos de guano y que suben desde el nivel del mar hasta unos 150 metros de altura. Estos rajos son denominados caletones por los guaneros, porque corresponden a los caletones actuales del mar que son rajos estrechos a los cuales entran las olas con gran vehemencia. Los caletones se deben a la obra erosiva de las olas que ensanchan paulatinamente a las grietas de las rocas. Muchos de los rajos del guano continúan hacia actuales caletones bañados todavía por el mar, como lo demuestra la fotografía 5.

No cabé duda de que los caletones altos de guano también han sido excavados por las olas, cuando el mar tuvo un nivel en 100 ó 150 m. más alto. En favor del origen marino hablan especialmente las grandes cuevas que se observan al interior de muchos caletones y que también estaban llenas de guano.

El aspecto que tenían los caletones antes de la explotación, puede verse en el panorama de la fotografía 4, en el punto 3, donde se presentan como depresiones poco profundas entre zonas rocosas y rellenadas superficialmente por escombros de falda; debajo de esto sigue la capa de guano que se puede reconocer por su color más obscuro y estratificación más fina. La estratificación es siempre paralela a la fuerte inclinación de la falda del cerro. Pero también desde los dos lados rocosos que encierran un caletón, hay pequeña inclinación hacia el centro.

Hoy día no podemos observar en Pabellón de Pica la forma del relleno, porque la antigua explotación no ha

dejado ningún resto importante. Si se ha conservado un poco de guano en algún puente antiguo, se trata siempre de una capa relativamente insignificante, que no valía ser retirada anteriormente.



Figs. 1 y 2.

Fig. 1.—Perfil esquemático por el Sector Sur de Pabellón de Pica.

Fig. 2.—Término de un caletón de guano.

En los caletones grandes del sector occidental de la guanera quedan solamente reducidas cantidades de guano. Más importantes son los sectores Norte y Sur donde ya no hay caletones, sino un manto continuo de guano que se

intercala entre las grandes masas de escombros de falda.

El sector Sur se presenta bien descubierto por la explotación. Hacia el Norte la guanera Sur queda limitada por la pared vertical de roca que corresponde a la falla transversal que limita el morro por el Sur. Contra esta pared de rocas se apoyan los mantos de guano que en la vecindad del cerro constituyeron un espesor grande de material puro. Pero hacia afuera, hacia el Sur, al alejarse de la roca, aumentan las intercalaciones de escombros de falda, de modo que el perfil antes de la explotación ha sido probablemente el siguiente:

Hacia el Este, a mayor distancia del mar, el espesor del guano disminuye, aumentando al mismo tiempo el grueso de los escombros sobrepuestos y este desarrollo en sentido desfavorable pondrá fin a la explotación.

También en el Sector Norte, las condiciones son muy parecidas, pero las grandes cantidades de desmontes (2 en la fotografía 4) dificultan el reconocimiento de la estratificación.

En el punto 1 de la misma fotografía, hay un manto de guano, bajo una fuerte cubierta de escombros, que se apoya en la roca. En esa parte, el espesor del manto de guano es considerable y la cubierta de escombros no es demasiado gruesa, de modo la que explotación podrá seguir todavía por mayor distancia. Pero temo que el guano no dará toda la vuelta alrededor del morro como pasa en Punta de Lobos, donde los cateos han constatado la presencia del guano también en el portezuelo.

Según se puede deducir de los grandes rajos explotados, Pabellón de Pica ha sido una de las guaneras más importantes del Norte de Chile. En realidad, antes del terremoto de Iquique, había una población de más de 4000 obreros, en su mayor parte chinos. Según la Geografía del Perú por *Paz Soldán*, en que se cita un estudio de *M. Peacock*, había 2.975.000 toneladas de guano en Pabellón de Pica.

b) *Patache*.

Patache es una punta larga que se halla a unos 15 km. al Norte de Pabellón de Pica. Vista desde el Sur o desde el Norte, la Pta. Patache presenta un perfil muy característico,



como se ve en la fotografía 6. Pegado al precipicio de la Cordillera de la Costa, se levanta el «Morro» (m) de formas parecidas a las de Pabellón de Pica. Desde este morro hasta la punta saliente se intercala una serie de montículos cuya altura disminuye paulatinamente hacia el Oeste. Los montículos eran pequeñas islas rocosas cuando el mar ocupaba todavía la ancha terraza que se extiende entre la costa y el pie del precipicio de la cordillera de la Costa. Estos montículos son de la mayor importancia para los depósitos de guano y los volveremos a encontrar en la mayor parte de las guaneras.

Los depósitos principales de Patache se hallan en los llamados «Caletones Centrales», situados a unos 200 m. al poniente del cerro I de la fotografía 6; hay que distinguir entre las explotaciones recientes y las antiguas de la época peruana.

En la fotografía 7 se ve el panorama de la falda Oeste de un grupo de montículos pertenecientes a los caletones Centrales. Los montículos constituyen un cerro alargado en dirección N. S. El guano puro, que puede alcanzar varios metros de espesor, se encontró solamente en Caletones, en parte muy angostos, que descienden desde la cresta hacia el Oeste y que, en parte, se extienden también hacia la falda oriental. El guano principia en la cumbre misma del cerro, pero hacia abajo alcanza solamente hasta el pie del montículo que corresponde al antiguo nivel del mar.

El relleno del caletón más septentrional tuvo la estratificación indicada en la figura 2; el perfil nos explica la forma cómo termina el guano al pie del montículo perdiéndose en forma de uña en medio de los escombros de falda.

Muy importante es que los caletones no corresponden siempre a la parte más baja de una depresión superficial o de una pequeña quebrada que desciende por la falda, sino que se hallan a menudo escondidos debajo de una falda de declive uniforme, como se ve en los caletones *a* y *b* de la fotografía 7.

Idénticas han sido las condiciones de las antiguas guaneras peruanas situadas más al Este; esto sí, en ellas, al-

gunos caletones corresponden a la parte central de pequeñas quebradas.

Las guaneras principales de Patache pertenecen a dos antiguas islas de bastante extensión, rodeadas por montículos de dimensiones más pequeñas. Muchos de estos montículos tienen capas delgadas de guano superficial, en parte de mala calidad, como se me comunicó en mi visita. Pero no pude convencerme de que siempre se había llegado hasta suficiente hondura con los pozos de reconocimientos. Naturalmente los montículos más grandes pueden contener caletones más numerosos y más grandes que los pequeños, especialmente si estos últimos se levantan muy poco encima de la terraza que corresponde al antiguo nivel del mar. Hay en Patache otro montículo grande situado al Sur de los Caletones Centrales. No obstante de haberme aseverado que este cerro no contiene guano, creo que sería conveniente hacer algunos reconocimientos profundos en él.

Otros montículos de aspecto bastante favorable para un cateo, son el cerro del Teléfono (T) y los cerritos I y II, situados a su pie occidental (fotografía 6). En la falda Norte del cerro II hay varios cateos pequeños de más o menos  $\frac{1}{2}$  m. de hondura, que han encontrado un caletón con guano de rumbo NE. que atraviesa un pequeño portezuelo. Además, existen varios cateos poco profundos en el pie Norte donde hay mucha arena superficial que puede explicar el resultado negativo de los pozos.

También en el portezuelo entre el cerro II y el cerro del Teléfono hay un pozo de 1,80 m. de hondura, que encontró solamente costra. El cerro del Teléfono no tiene ningún cateo, pero en el portezuelo bajo que lo separa del «Morro» hay algunos pozos que no alcanzaron a atravesar la arena superficial.

Tanto el cerro del Teléfono como los cerritos I y II merecerían cateos más detenidos y de suficiente profundidad, principiando por el caletón de guano ya descubierto en el cerro II.

Muy interesante es el «morro» por su semejanza con el de Pabellón de Pica. Su mayor distancia del mar no tiene importancia, porque cuando se formó el guano, el mar cu-

bría toda la ancha terraza de la cual se levantan los diferentes montículos de Patache. Actualmente el morro se presenta cubierto por una gruesa capa de arena y escombros de falda, que no permiten reconocer ningún caletón. Pero si nos acordamos de la gruesa capa de escombros de falda que existe en las guaneras Norte y Sur de Pabellón de Pica, nos damos luego cuenta que solamente pozos de varios metros de hondura pueden resolver el problema de la existencia de guano en el morro de Patache.

No habrá una seguridad absoluta de descubrir guano en el morro de Patache, pero existe gran probabilidad de que exista un depósito grande parecido al de Pabellón de Pica, de modo que bien podría arriesgarse alguna suma importante en trabajos de reconocimiento.

En situación muy excepcional se halla un pequeño depósito de guano en la planicie misma de Patache, al N. O. del campamento. A primera vista parece tener una situación muy distinta de las demás guaneras, porque se halla en la terraza que antes ha sido el fondo del mar. Pero, al examinar el depósito, se nota luego que se relaciona también con pequeños montículos que constituyeron islotes, cuando el nivel del mar ya estaba muy cerca del actual. El guano se halla bajo una costra de 0,3 a 0,5 m. y entra a las grietas del granito. Esta guanera fué trabajada por Mac Auliffe, que habría sacado unas 10.000 t. de ella. Por su situación se asemeja a la guanera de Toyo, que estudia-remos más abajo.

c) *Chanavaya*.

Chanavaya es el nombre de un antiguo fuerte peruano, situado a unos 2 km. al Norte de Pabellón de Pica. Quedan todavía algunos cañones rodeados por las excavaciones de las antiguas guaneras, como se ve en la fotografía N.º 4. Tuvo más de 3000 habitantes en 1876, cuando se trabajaron las covaderas vecinas de Pabellón de Pica. Pero la población fué arrasada por la salida del mar que acompañó el terremoto de Iquique del 9 de mayo de 1877.

Las guaneras de Chanavaya tienen una situación característica en una antigua isla antepuesta al continente. El

guano rellenaba antiguos caletones y anchas depresiones situadas entremedio de las rocas.

En el tomo IX del *Anuario Hidrográfico de la Marina de Chile* se le atribuye una existencia de 15.000 t. de guano. Esta cifra será más exacta que los 1.292.500 t. de *M. Peacock* que cita *Paz Soldán* en su Geografía del Perú. Esta cifra se refiere al «Puerto Inglés», nombre antiguo que tuvo Chanavaya.

Si comparamos Chanavaya con los Caletones Centrales de Patache, vemos que las experiencias adquiridas en una guanera no pueden aplicarse en todos sus detalles a otro depósito. Así, no existen los estrechos caletones en Chanavaya sino depresiones anchas; además, en Patache, el guano principia a unos 40 m. sobre el mar, y en Chanavaya la altura máxima alcanzada por el guano no pasa de 10 m.

Entre Chanavaya y Patache existe otro grupo de montículos no muy altos, que todavía no han sido estudiados.

d) *Las guaneras del Dique y de Patillos.*

Las guaneras del *Dique* constituyen un grupo de montículos muy característicos, situados a pocos kilómetros al Norte de Patache.

Existen varios cateos poco profundos en los montículos del *Dique* que han encontrado unas capas superficiales de guano pobre en nitrógeno. En uno de los pozos había una cubierta de arena de 20 cm., debajo de ella seguía costra y después guano con un espesor de 80 cm. Los cateos son muy poco profundos de modo que su resultado negativo no puede considerarse como definitivo.

Las *guaneras de Patillos* se hallan a unos 5 km. al Norte de las anteriores, al Sur del puerto de Patillos. Constituyen una serie de montículos parecidos a los del *Dique* y situados en las cercanías de la costa.

Hay varios pozos poco profundos en que se encontraron mantos superficiales de guano. En el pozo N.º 2 había más de 20 cm. de guano con 4% de nitrógeno, situado debajo de 30 cm. de arena y costra y en el pozo N.º 1, situado a unos 20 m. al Sur del anterior, el espesor del guano era superior a 40 cm. Ambos pozos se hallan a la salida de una

honda depresión, entre dos montículos, la que bien puede corresponder a un caletón de guano.

En este punto representado en el croquis anterior, con- vendría seguir el manto de guano por medio de una zanja, indicada por la línea cortada; en los puntos convenientes, por ej. en  $x^1$  y  $x^2$  deberían profundizarse pozos de varios metros, si fuera posible, hasta llegar a la roca. La zanja persigue el fin de saber en qué dirección aumenta el espesor del guano.

Otro punto de cateo sería  $x^3$ , situa- do a unos pocos metros abajo del por- tezuelo.

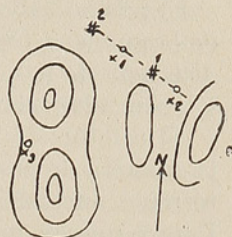


Fig. 3.

Los pozos hasta ahora descritos se hallan en el punto desde donde se tomó la fotografía N.º 8, en dirección hacia el noroeste. En los montículos de esta fotografía se observan dos caletones que descienden desde el cerro 2. Otros hay en el cerro 1, que tiene un caletón muy prometedor en su falda de atrás (Norte), que atraviesa a la cresta del cerro y que ha sido reconocido por varios pequeños pozos. Todos estos caletones merecen reconocimientos sistemáticos y más profundos.

Los montículos siguen hasta la costa misma, donde se observan caletones recorridos todavía por las olas que hacia la tierra continúan como caletones de guano. Uno de ellos tiene un depósito de guano que todavía no se ha explotado debido a una cubierta de 3 a 4 m. de arena.

En la misma región, frente a la isla Patillos, hay dos caletones más grandes, cada uno de ellos ha producido 1.500 t. de guano colorado. Caletones parecidos podrán descubrirse probablemente en mayor cantidad en esa región.

e) *Las guaneras de Payta, La Guaija, Chucumata y San Pedro.*

Se trata de guaneras parecidas a las anteriores, aunque no contienen montículos tan altos, con excepción de San Pedro. El guano se halla en caletones o depresiones entre

los pequeños montículos rocosos. Las antiguas guaneras de Chucumata se encontraron cerca del mar en la punta saliente de la terraza principal. La guanera Payta fué explotada por don Manuel Prado, bajo el nombre de guanera León.

El mismo caballero se dedicó más tarde a la explotación de la guanera *Chucumata 13*, que está situada a bastante distancia de la costa. Hay en ella varios caletones grandes y ensenadas con guano.

El caletón de la fotografía 9 atraviesa todo el cerro de la guanera de Norte a Sur; atrás, en la fotografía se ve el término austral del guano (g) en los escombros de falda. Parece que los montículos grandes están rodeados exteriormente por un delgado manto de guano que se prolonga hacia los caletones donde se halla la mayor riqueza.

La guanera de *San Pedro* es interesante bajo varios aspectos. Primero, es una guanera recién abierta en que puede observarse todavía todo el espesor del guano y, además, se halla a gran distancia de la costa. En la fotografía 9 vemos que tiene una situación y un perfil muy parecido a la parte oriental de Patache, a la región del cerro Teléfono y del «morro». La existencia de un abundante depósito de guano en el cerro *x* de San Pedro hace probable que existan también otros caletones no sólo en el mismo cerro, sino también en los montículos vecinos y aún en el «morro» (m).

El caletón recién abierto tiene un manto de 2,50 m. de guano debajo de una costra de arena y arena suelta de 1 m. Este caletón parece estar en comunicación con otro abierto un poco más al Sur, donde el guano desciende hasta 5 m., presentando un ancho de otros 5 m. Según me comunicaron, el guano tiene 3,40% de nitrógeno y el camotillo hasta 6,40%.

Nuevos reconocimientos en estos cerros de San Pedro parecen muy indicados. Pero, además, la guanera de San Pedro es un indicio favorable para la existencia de guano en otros montículos de situación parecida, que se hallan al pie del precipicio de la Cordillera de la Costa. Tales cerritos no son raros y parece que hasta ahora no se han explorado.

f) *El Toyo.*

Es una guanera muy distinta de las anteriores, en cuanto se refiere a la situación y estructura. La guanera se halla en terreno plano, en medio de la terraza principal, sin presentar la forma característica de montículos. El guano constituye un extenso manto de 0,60 a 2,50 m. de espesor y termina en una terraza más alta que se compone de rodados de desierto caracterizados por su forma esquinada y mucha arcilla como masa fundamental.

En algunas partes se observa la roca debajo del guano, constituyendo un montículo bajo que estaba enteramente cubierto por una capa de 2,50 m. de guano. Hacia el mar, el guano parece pasar a conchuela con poca cantidad de guano. Esta transición no puede sorprender, ya que el guano mismo contiene siempre bastante cantidad de conchas. Cateos hechos en la terraza baja, al poniente de la guanera, encontraron más de 6 m. de conchuela y debajo de ella rodados bien redondeados del mar. El perfil de la figura siguiente explica la situación:

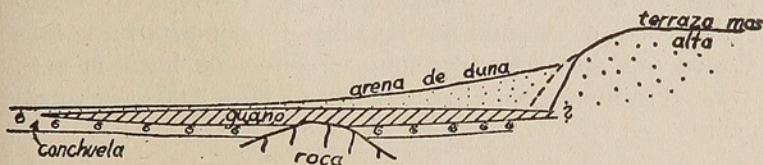


Fig. 4.—Perfil por la guanera del Toyo.

El problema es la relación entre el guano y los rodados de desierto de la terraza más alta; ésta debe ser más antigua que la terraza más baja, y en tal caso, el manto de guano no puede seguir con mayor distancia, sino se halla solamente como relleno de una pequeña circa excavada debajo de los rodados de la terraza.

Sería posible también que las lomas de la terraza más alta correspondan a una sedimentación en forma de corriente de barro, que se habría depositado encima de la terraza más baja. En tal caso, que no me parece muy probable, el guano podría extenderse hasta mayor distancia debajo de la terraza más alta.

En contra de una extensión muy grande del guano habla la relación con los montículos rocosos puestos a descubierto en la zona explotada y la observación que haremos más abajo en Chipana, según la cual la extensión del guano en terrenos planos no es limitada.

Aun en el caso de comprobarse una mayor extensión debajo de la terraza más alta, queda siempre el problema de la explotación, porque el pendiente estéril sería tan grande que no podría removerse económicamente. Y, una explotación subterránea será muy difícil o imposible en vista de la poca dureza. de la capa superpuesta que fácilmente se derrumbaría.

Hacia el Norte, el manto de guano se cubre por una potente capa de arena de dunas, cuyo espesor siempre creciente ha puesto término a la explotación en esa dirección. La pared de explotación tiene forma de semicírculo.

La capa de guano presenta perfecta estratificación y está mezclada con algunas piedras esquinadas y con bastante conchuela y conchas enteras y grandes. Esto hace probable que el guano fué depositado por las aves en un rincón abrigado de la terraza más alta, pero que fué alcanzado de vez en cuando por las olas que depositaron la conchuela que sustituye al guano en dirección hacia el mar.

En término medio el guano tiene 2,60 a 3,00% de nitrógeno y 14 a 15% de  $P_2O_5$ .

g) *Punta Gruesa.*

La Pta. Gruesa se halla a poca distancia al Sur de Iquique; constituye el pie del gran Morro de Tarapacá y presenta un perfil característico de su terraza principal que sube desde el mar con fuerte declive hacia el pie del precipicio de la Cordillera de la Costa. Encima de esta terraza se levantan muchos montículos que merecerían un cotejo detenido, especialmente los cerritos más grandes.

Las *antiguas guaneras peruanas* se hallan en la parte Sur de los montículos, en la vecindad de la costa, rellenando anchas depresiones entre los cerritos bajos. En algunas excavaciones se observa el guano debajo de una cubierta de arena con mucha conchuela. Este hecho es importante,



porque generalmente se considera a la conchuela como base del guano y se estiman como negativos los pozos que encuentran la conchuela. Por esta razón se paralizó probablemente un pozo a la escasa hondura de 50 cm. que se hallaba a solamente 15 m. de distancia de una guanera, cuyo pendiente consistía en 30 a 40 cm. de conchuela. En este caso sería conveniente seguir al manto de guano por medio de una zanja para ver dónde queda el guano. También convendría excavar uno o dos pozos de 5 a 8 m. de hondura en medio de las depresiones grandes.

En la costa misma de la Pta. Gruesa, se encuentran varios caletones que descienden hasta el mar y que contienen mayores cantidades de guano colorado. No se trata

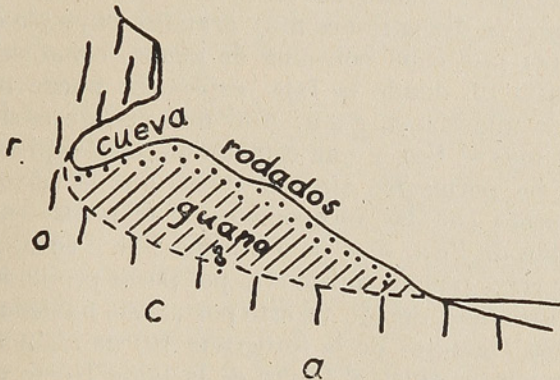


Fig. 5.—Perfil por el caletón austral de Pta. Gruesa.

de caletones estrechos como los que hemos estudiado hasta ahora, sino más bien de antiguas ensenadas anchas, separadas por partes salientes de la roca. Una gran cueva, situada al interior del caletón austral, indica que las ensenadas se deben al trabajo de las olas, cuando el mar tuvo un nivel en 20 m. más alto. El perfil longitudinal por el caletón austral tendrá el aspecto de la fig. 5.

Debido que no se sabe la posición exacta de la base rocosa, ni el espesor de los rodados superficiales, es difícil hacer una cubicación exacta sin suficiente número de pozos de reconocimientos. Pero, bien puede haber un mayor número de toneladas de guano y, además, pueden existir

también muchos otros caletones de la misma clase. El guano colorado aparece debajo de los rodados superficiales, especialmente al pie del caletón, donde ha sido cortado por las olas del mar.

*h) Punta de Lobos.*

Al Sur de Pabellón de Pica siguen primero dos grupos de montículos, llamados Torrecillas y Caleta Gómez, que no fueron visitados por falta de tiempo.

Punta de Lobos es una de las guaneras más importantes de la actualidad, que tiene todavía reservas considerables. Es una punta saliente donde los montículos ocupan un largo trecho en Dirección N. -S. Entre ellos hay algunos de dimensiones muy grandes, cuyo pie estaba rodeado por una capa continua de guano, como se ve en la fotografía 10, donde la faja explotada puede reconocerse en la faja blanca g-g-g. Aun más grande es el cerro que sigue más al Sur y que está unido al precipicio de la costa por un portezuelo alto, de modo que el cerro tiene algo parecido con las formaciones de «morros» como el de Pabellón de Pica, o el de Patache, San Pedro, etc.

En este cerro pudo comprobarse por pozos profundos que el guano atraviesa debajo de este portezuelo habiendo una zona virgen («guano» de la fotografía 10) de algunos centenares de metros entre el frente de la falda Norte y el de la falda Sur. Este último presenta un gran espesor de cubierta estéril, debajo de la cual aparecen dos mantos de guano que se ponen más delgados hacia el Sur, perdiéndose al fin entre los escombros de falda, tal como lo hemos descrito más arriba en Pabellón de Pica. Y en la misma forma el guano se apoya en la falda rocosa de declive muy fuerte y de trazado rectilíneo; quiere decir, esta falda rocosa casi vertical corresponde a una falla trasversal que limita la Punta de Lobos por el Sur.

La faja de terreno virgen de guano tendrá una longitud de unos 200 m. y en el frente Norte hay un manto de guano puro de 1,80 m. debajo de una cubierta estéril de 5 m.

Fuera de los depósitos que rodean como manto continuo a las antiguas islas, hay también depósitos en caletos-

nes. Un caletón interesante está representado en la figura N.º 13; tiene forma de una larga depresión de superficie casi plana. En el corte de la pared de explotación se ve una cubierta importante de arena y costra, y debajo de ella se encuentra el manto de guano *g*. Importante es el peñasco de roca que se levanta en el medio del caletón, sin que su presencia se pueda sospechar en la superficie. En caso de un caletón todavía no descubierto, un pozo de reconocimiento puede fácilmente dar con la roca en el medio de la depresión causando la suposición equivocada de que no existe guano, que en realidad se halla a poca distancia del pozo.

También en los montículos más bajos, situados al Norte del campamento de la guanera, hay varios caletones muy estrechos de guano que suben hasta muy arriba en los cerros. Otros caletones recién explotados se hallan hasta muy cerca del mar.

Además, hay mantos de guano en las depresiones entre los montículos y otros mantos explotados en la falda del precipicio de la Cordillera de la Costa, tal como lo describiremos más abajo al tratar las guaneras de Guanillos.

Unos 100 a 200 metros al Sur de Pta. de Lobos hay algunos caletones que principian en el nivel del mar y que se extienden hasta bastante distancia de la costa. Los estudiaremos más abajo en el párrafo IV.

*Paz Soldán* atribuyó a Punta de Lobos una existencia de guano de 1.460.000 t., citando a *M. Peacock. F. Vidal Gormaz*, en su Geografía Náutica de Chile (Anuario Hidrográfico de la Marina de Chile. Tomo IX. 1884), da una cubicación de 2.000.000 de metros cúbicos. En 1877 se exportó de esta guanera la considerable cantidad de 81.000 t., con un valor de 2 millones de pesos.

#### *i) La Guaira y Chomache.*

A unos pocos kilómetros al Sur de Punta de Lobos se hallan las dos zonas de montículos de Guaira N. y Guaira S., que presentan formas muy prometedoras para la existencia de guano. Se observan varios caletones que descienden de los cerritos que merecerían cateos sistemáticos. Además, hay un morro antepuesto al precipicio de la costa.

El morro de *La Guaira S.* es el más pronunciado. En su falda Norte presenta tres grietas que pueden corresponder a grandes caletones y que merecerían un reconocimiento para descubrir la continuación de las grietas debajo de los escombros de falda. Un poco desagradable es el fuerte desarrollo de arena depositada por el viento; pero por esto no está excluída la presencia de un importante depósito de guano. Los cateos se ubicarían mejor arriba en la falda, a unos 10 m. del pie de la roca.

Fuera del morro, hay también numerosos caletones situados más cerca del mar. Los montículos siguen hacia el Sur con formas favorables para el guano.

La *Punta Chomache* es otro grupo de montículos y morros de formas muy prometedoras. Se halla a poca distancia al Norte de Guanillos; en su saliente baja se hallan las guaneras de San Marcos, que contienen guano blanco. Es la región donde se tomaron las fotografías 1 y 2 en que aparecen los miles de guanayes descritos en la primera parte del informe.

Al mirarlos desde lejos, los cerros de Chomache presentan un perfil idéntico a la Pta. Patache, San Pedro y muchas otras guaneras. Los montículos se agrupan en un sector Norte y otro Sur, ambos con formación de morros y montículos antepuestos que disminuyen en altura hacia el mar. En las partes bajas hay mucha arena eólica, pero a mayor altura no molestará tanto. Como favorable puede considerarse la presencia de numerosas manchas superficiales con un poco de guano colorado arenoso. En la falda Norte del portezuelo situado al pie occidental del morro Norte descubrí una capa superficial de guano rojo, debajo de una capa de 10 cm. de arena y escombros; el guano tenía 10,53% de  $P_2O_5$  y 0,42% de N. Fuera de este punto, situado a unos 40 m. al Norte del portezuelo, hay muchos otros caletones altos en los montículos, que merecen estudios detenidos, lo mismo que las faldas de los morros N. y S. En este último puede recomendarse especialmente la ensenada situada en la falda Norte y estrechada por dos pequeñas lomitas.

## j) Guanillos.

Es otra de las guaneras más importantes tanto del siglo pasado como de los últimos años. Se distingue de las demás porque en el depósito principal no hay ni formación de montículos ni de morro. El yacimiento principal se halla en una saliente del precipicio de la costa que está bañado directamente por las olas del mar. Antepuesto hacia el Norte se halla un extenso grupo de montículos con anchos caletones intercalados pero, hasta ahora, no se han encontrado depósitos explotables en ellos.

En el yacimiento principal, la mayor riqueza se halló en el sector occidental, donde el guano se encontraba tanto como extenso manto como en grandes caletones. Desciende hasta 20 m. sobre el mar. La fuerte explotación y la cu-

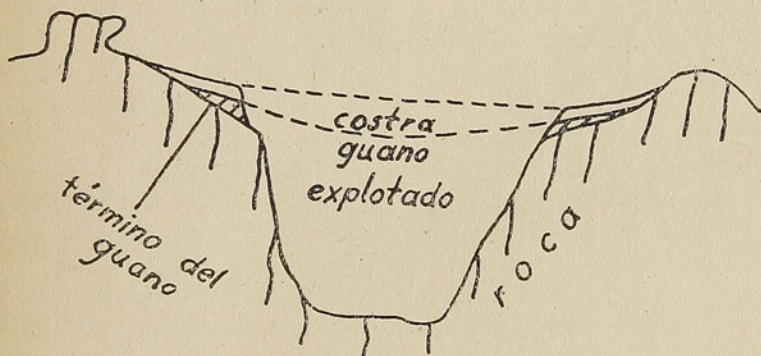


Fig. 6.—Perfil trasversal por un caletón de Guanillos.

bierta con desmontes impiden darse cuenta exacta de la forma del antiguo depósito. Uno de los grandes caletones está representado por la cueva del Gallinazo, que es la continuación de un caletón activo en el nivel del mar.

Un corte muy característico por uno de los caletones bajos lo presenta la figura 6.

Vemos que el caletón principia encima de la roca del montículo a bastante altura, pero que solamente a mayor distancia se tiene el espesor total del guano, de modo que un cateo demasiado lateral puede causar fácilmente una impresión negativa.

La punta de Guanillos termina hacia el Sur en una pared vertical rectilínea como ya lo hemos observado en otras guaneras, donde la explicamos como falla trasversal que limitaba la punta por el Sur. Debido al destrozamiento de la roca en la vecindad de la falla, las olas del mar han excavado un gran caletón a continuación de la falla.

Las guaneras del *sector Sur* son muy parecidas a las de Pabellón de Pica y Punta de Lobos. La mayor concentración del guano se halla en la cercanía de la roca disminuyendo el espesor de los mantos hacia el Sur, porque aumentan las capas intercaladas de escombros de falda; al mis-

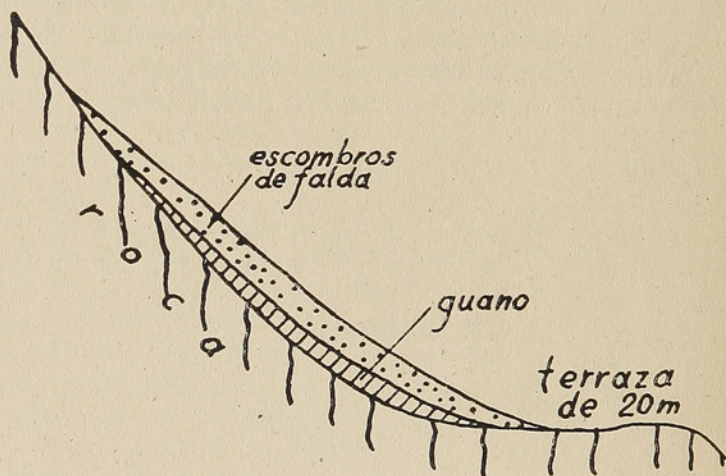


Fig. 7.—Perfil por la guanera del sector norte.

mo tiempo se bifurca el manto superior que de este modo se pierde ramificándose entre los escombros de falda.

El *sector Norte*, donde se halla concentrada la explotación de los últimos años, constituye una nueva forma de depósito, que consiste en un manto continuo situado en el precipicio de la costa con un perfil aproximado de la figura 7.

Vemos en el perfil que el guano principia en la terraza de 20 m. de altura y que de allá sube por la falda. Alcanza su mayor espesor a cierta altura encima de la terraza y desaparece en forma de cuña hacia arriba y abajo. Arriba

se pierde también en parte mezclándose con los escombros cuyo aumento dentro del guano lo hace inexplorable. El pendiente del guano consiste en gruesos escombros de falda que alcanzan hasta 4 m. de espesor. En estos escombros llama la atención la acumulación enteramente suelta con grandes huecos, llenos de guano, debido a la falta de material fino como arena o arcilla. Así se explica que el guano se puede separar por un simple harneo de los componentes estériles, lo que sería imposible en guanos cubiertos por arena o escombros mezclados con arenas.

Aun en el sector Norte, el guano está dependiente de la punta saliente de la costa, ya que con la mayor distancia de la punta de Guanillos, desciende el límite superior del guano indicado por la línea cortada en la fotografía 11, de modo que resulta un campo de forma triangular.

Los *montículos septentrionales*, son muy parecidos a la zona de montículos que se halla al norte del yacimiento principal de Punta de Lobos. Los cerritos no alcanzan tanta altura, pero en ellos se ven siempre algunas depresiones superficiales que podrían corresponder a caletones profundos. Además, aparecen caletones largos y anchos que se dirigen desde el mar hacia el interior y que merecerían reconocimientos más detenidos, cuya ejecución se discutirá más abajo, en el capítulo dedicado al programa de exploraciones. Guano poco puro se conoce en estos caletones anchos, como p. ej. en el cateo que se principió durante mi visita. El perfil observado era el siguiente:

- 20 cm. arena superficial.
- 30 » guano impuro con 2% de ácido fosfórico e indicios de nitrógeno.
- 20 cm. costra dura de arena cementada por sal.
- 20 » guano impuro.
- 5 » costra muy dura de arena cementada por sal, tomada por los trabajadores como roca.
- 70 cm. alternación de costras parecidas de 2 a 5 cm. con arena de guano grueso. Más abajo siguieron unos 4 m. de conchuela.

La existencia de depósitos importantes de guano en esta zona Norte depende del problema de si las aves han aprovechado estos caletones y montículos para sus nidos fuera de sus colonias grandes ubicadas en la saliente de la Punta de Guanillos. El hecho de que las guaneras del sector oeste o central descienden hasta el mismo nivel de los montículos del Norte, y también las condiciones parecidas encontradas en Punta de Lobos, pueden considerarse como indicios favorables, que permiten aconsejar trabajos de reconocimiento, que no deban abandonarse solamente porque las capas superficiales tengan guano de mala calidad.

Guanillos ha sido una de las guaneras más importantes del siglo pasado. Citando a *M. Peacock, Paz Soldán* les atribuye 1.912.000 toneladas en su *Geografía del Perú*.

*Vidal Gormaz* (1) escribe sobre Guanillos: «Sobre esta punta existe un abundante depósito de guano que asciende desde la orilla del mar hasta unos 100 m. de altitud, y que se estima en 700.000 metros cúbicos. A fines de 1858 se embarcó un cargamento de guano de este depósito, y en el segundo semestre de 1877 se extrajeron 77.000 toneladas».

*k) Punta Blanca.*

Se halla a pocos kilómetros al Sur de Guanillos. presentando un agrupamiento muy característico de montículos. Se compone de un grupo de cerros más septentrionales y otro grupo austral, entre los cuales el más característico es el cerro del Jote.

En el cerro Norte había un caletón de unos 80 m. de largo y de rumbo E.-O. que tuvo el perfil trasversal de la figura de la página siguiente.

Se ve que se trata otra vez de un caletón situado a media falda del montículo, encima del cual pasó una falda de escombros de declive uniforme. En el extremo Este del caletón queda todavía un manto de 1,50 m. de guano que se comunica hacia el Norte con otro caletón superficial que todavía no ha sido explorado y que conduce hacia el mar.

(1) *Anuario Hidrográfico de la Marina*. T. IX, p. 19.



Esta parte oriental merecería otro cateo, que debería ubicarse a unos 8 m. al Norte de un pequeño picado situado al lado del camino. Este picado había encontrado 20 cm. de arena superficial, 30 cm. de costra y después la roca. El pozo nuevo quedaría situado directamente al lado Norte del camino.

Pocas decenas de metros más al Sur sigue otro caletón paralelo al primero. En su término occidental hay varios pozos de hasta 7 m. de hondura que encontraron arriba 6 m. de arena y abajo un guano arenoso de color amarillo.

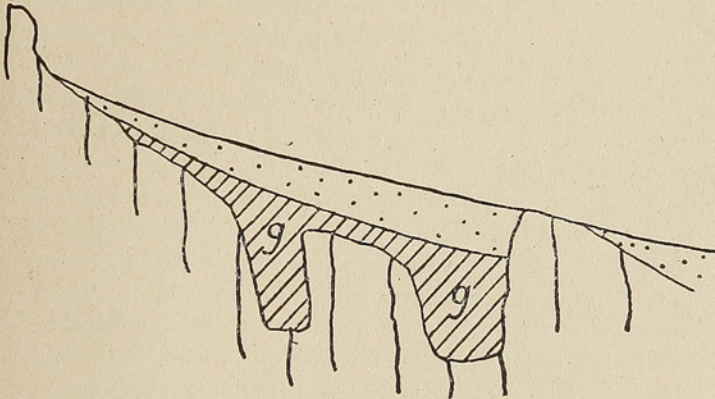


Fig. 8.—Perfil por un caletón de Pta. Blanca.

La arena ha sido depositada por el viento y cubre toda la falda Sur y occidental del cerro. Pero hacia el Este disminuye la arena y, en la parte central del caletón, se encontró una capa de guano de 40 a 50 cm. en un picado superficial situado cerca del borde Sur del caletón; el manto tiene inclinación hacia la parte central de la depresión. Habría que seguir a esta capa de guano que hacia el centro puede aumentar en espesor y pasar a un profundo caletón.

Entre estos caletones septentrionales y el cerro del Jote hay una zona de unos 200 m. de montículos bajos; en las depresiones entre los cerritos se halla un guano amarillento, rico en arena.

En la falda Este del cerro *Jote* había un gran caletón recién agotado, del cual se han extraído unos 14.000 sacos

de 80 kg. El caletón sube por toda la falda, pero no atraviesa la parte central del cerro.

La falda Norte del cerro Jote ofrece condiciones muy interesantes. Un pequeño cateo abierto en medio de los escombros de falda encontró arriba 30 cm. de escombros, después 1 m. de costra y debajo de ella guano rojo mezclado con arenas y escombros. La estratificación es paralela a la falda. El punto no carece de importancia y valdría la pena, hacer un cateo más profundo, de unos 6 a 7 m. porque la calidad inferior de la capa superficial no indica nada acerca de la calidad del guano que puede existir más abajo.

A unos 10 m. al oeste de este punto debe pasar la continuación de una grieta que atraviesa la roca del cerro y que puede transformarse abajo en un importante caletón, que merecería otro reconocimiento de suficiente hondura. Otra rinconada de aspecto favorable se halla a unos 50 m. más al Oeste no obstante el resultado negativo de unos pozos poco profundos que encontraron solamente arena. También en la falda oeste parecen existir otros caletones.

Un poco más al oeste del cerro Jote hay unos caletones que descienden hasta el mar y que superficialmente están cubiertos de guano blanco. En ellos se reconoció un manto de guano de 1 m. con 22,95% de ácido fosfórico, pero con solamente 0,94% de nitrógeno. Parece que existen mayores cantidades de guano en estos caletones y sería muy posible encontrar leyes más altas de nitrógeno en la parte más profunda.

Toda la playa entre la Punta Blanca y Guanillos está cubierta de montículos bajos; algunos cerritos bastante grandes se hallan directamente al sur de Guanillos. Todos estos montículos y los caletones situados entre ellos pueden contener guano; pero, por el momento sería preferible concentrar la exploración a las puntas principales con sus montículos más altos que, según las experiencias adquiridas hasta ahora, son los portadores principales de los yacimientos de guano.

#### 1) *Chipana.*

La guanera, lo mismo que todo el paraje de la Punta de Chipana, ofrecen caracteres distintos de los depósitos que

hemos estudiado hasta ahora. En la región de Chipana hay una meseta o terraza baja de muchos kilómetros de ancho, antepuesta al precipicio de la costa. Esta terraza se reduce más al Norte a una faja estrecha, tal como la conocemos en Guanillos y otras partes. La ribera septentrional de la ancha terraza coincide con un pequeño avance brusco del precipicio de la Cordillera de la Costa y corresponde a una falla transversal. Termina hacia el Oeste en la Punta de Chipana y a unos 1.000 m. al Sur de ésta se halla la *Punta Falsa de Chipana*, que contiene un gran depósito de guano, que se ha agotado hoy día. Pero existen todavía muy grandes masas de granzas que siguen explotándose.

En la guanera no hay los montículos puntiagudos que dan un aspecto tan característico a la mayor parte de las guaneras, sino solamente algunas lomas bajas y de faldas suaves. Una ancha zona de superficie un poco más baja y ondulada, rodeada por las lomas, contenía el potente manto de guano, que tenía varias hectáreas de superficie. En la parte central, el manto alcanzó hasta 2 m. de espesor. Según me comunicaron, parece que debajo del manto principal siguió otra costra delgada y debajo de ésta un mantito de 10 a 20 cm. de guano que se observaba solamente en las depresiones directamente encima de la roca.

Una gran parte del guano era bastante rica en sal (12 a 15% de NaCl), de modo que estaba un poco endurecido y debía molerse antes de la venta.

En una de las lomas situadas al Oeste de la guanera explotada se puede observar el guano rico en sal, siguiendo abajo un guano pulverulento pobre en nitrógeno. En el guano aparecen frecuentes piedras redondas del mar; además, puede observarse conchuela encima del guano.

La cantidad de guano de la Punta Falsa de Chipana ha sido de 280.000 tn., según *Paz Soldán*. *Vidal Gormaz* indica 200.000 metros cúbicos en el año de 1884.

Se han construído muchos pozos profundos de reconocimiento en la vecindad del depósito: muchos llegaron hasta la roca, pero ninguno de ellos encontró guano.

Otra guanera interesante es la de la *Rinconada*, situada al Este del campamento. Tampoco está ligada a mon-

tículos, sino se halla debajo de la terraza plana, como se ve en la fotografía 12. El guano constituye una capa de 1 m. de espesor que sube lentamente paralelo a la superficie, pero no se extiende a más de unos 40 a 50 m. desde la guanera abierta. Los antiguos indios habían elegido esta guanera para cementerio, porque era fácil excavar las tumbas en la capa blanda del guano. En la fotografía se ven los hoyos de las tumbas al lado de las numerosas calaveras y huesos que se han retirado antes de principiar con la explotación.

En la guanera abierta por los trabajos de explotación, el guano se presenta en un solo manto cubierto por una delgada capa de rodados con conchuela (*r* en la fotografía). Hacia atrás, hacia el Sur parece ramificarse, porque en los pozos de reconocimiento se han encontrado varios mantos. El perfil de uno de los pozos era el siguiente:

- 7). 20 cm. rodados oscuros de la superficie con conchuela.
- 6). 10-30 > *guano* amarillo; dicen que tiene 0,5% N.
- 5). 30 > rodados oscuros y arena con conchuela.
- 4). 30 > escombros esquinados de 10 a 15 cm. de diámetro.
- 3). 25 > *guano* con 1% de N.
- 2). 10-15 > arena oscura con poca conchuela.
- 1). 15 > *guano*.

Piso: arena oscura, arriba con grandes conchas de choros.

En otro pozo vecino, la capa 3 de guano tiene 50 cm. de espesor y la capa 1 de guano aumentó a 30 cm.

Los reconocimientos hechos por medio de pozos comprueban que aun debajo de una terraza plana, el guano tiene una extensión bastante limitada, que coincide con la extensión que tuvo la antigua colonia de aves que anidaban en la región.

En vista de que los depósitos de la Chipana no están ligados a ningún cerro o accidente topográfico característico, es imposible indicar otros puntos donde podría haber nuevos yacimientos de la misma clase. Lo más probable es que se hallen en la cercanía inmediata de la costa.

*m) La costa entre el río Loa y Mejillones.*

En la desembocadura del río Loa hay varios montículos, no muy altos; en cuanto se puede ver en el corte del río,

no tienen mantos de guano. Hacia el Sur siguen varias guaneras que, según me comunicaron en la Chipana, son las siguientes:

Huachán.  
Lautaro.  
Pta. Arenas.  
Paquica.

Por falta de tiempo no las pude visitar, sino seguí inmediatamente a Antofagasta, desde donde visité los extensos cateos de la bahía Hornos, al norte de Mejillones, al lado del camino a Tocopilla.

Los innumerables pozos, que tienen hasta 2 m. de hondura, han encontrado una capa superficial de escombros esquinados o arena amarillenta y debajo de ella conchuela. Creo que en ninguno de los pozos se habrá encontrado guano en forma de un mantito puro. Hasta 1 km. de la costa no había necesidad de construir pozos porque los profundos barrancos de numerosas quebradas secas nos enseñan la composición del subsuelo; este consiste arriba en una capa de conchuela y debajo de ella en más de 20 m. de arena amarillenta.

Más favorable se presenta la Pta. Hornos con sus pequeños montículos. En las depresiones entre ellos hay numerosos pozos poco profundos que han encontrado solamente conchuela. Los montículos tienen mayor extensión hacia el sur. Creo que por el momento hay otros puntos más favorables para cateos que la región de los Hornos.

Un grupo muy prometedor de montículos se halla al lado del camino de Antofagasta a Tocopilla, a unos 5 km. al Sur de la posada de Chacayes. Se observan varias depresiones que suben por las faldas y que pueden corresponder a caletones. Pude dedicarles solamente una visita rápida, dejando un estudio más detallado para otro viaje. También estos montículos eran islas del mar, cuando éste cubría toda la llanura entre Mejillones y Antofagasta.

Numerosos montículos bajos existen también al Norte de Antofagasta; pero son bajos y las expectativas dudosas.

BIBLIOTECA NACIONAL  
SECCIÓN CHILENA

*n) La península de Mejillones**1). Su morfología general*

La península de Mejillones constituye una gran irregularidad en el trazado rectilíneo de la costa de Chile septentrional. Tiene forma de una meseta marina que sube desde unos 30 m. sobre el mar hasta unos 120 m. y en parte hasta 200 m. Por su posición corresponde a la terraza principal de la costa; es la misma terraza que lleva los montículos de las diferentes guaneras. Lo mismo que la terraza principal está cubierta por un gran espesor de conchuela que no deja lugar a dudas acerca de su origen como antiguo fondo de un mar poco profundo en que abundaban los mariscos y donde, por consiguiente, debe haber existido abundante alimentación para las aves del guano.

Encima de esta terraza principal, que presenta varias dislocaciones en forma de gradas, se levantan varios cerros situados especialmente en la parte occidental. Entre medio de ellos pasa la llanura de la terraza principal en forma de anchas aberturas que descienden lentamente hasta el mar en la costa occidental de la península. Hay tales aberturas entre el cerro Moreno y el Bandurrias y entre este último y el cerro de Mejillones (véase figura N.º 9).

El cerro más austral es el morro Moreno que presenta las formas redondas características de los cerros de la Cordillera de la Costa. En el morro Moreno se ven terrazas solamente en poca extensión y poco pronunciadas. Parece haber constituido una importante isla en el mar y por esto podría contener depósitos de guano. Tales depósitos no se conocen todavía y su reconocimiento haría necesario un cateo bien detenido de varios días.

Muy distintas son las formas de los cerros situados más al norte, principiando por el cerro Bandurrias, que es una meseta larga, pero de ancho reducido; en la fotografía 13 se reconoce la larga y rectilínea falda occidental del mismo cerro. Idéntica y paralela es también la falda oriental.

Arriba en la meseta encontramos restos de la misma conchuela de más abajo, de modo que no cabe duda de que se trata de la misma superficie que más abajo constituye la terraza principal y que ha sido solevantada posteriormente en forma de una «silla tectónica». De esta observación podemos deducir que el cerro Bandurrias, o mejor dicho, la meseta del cerro Bandurrias no constituyó una isla en el mar de la terraza principal, por lo cual no hay mucha esperanza de encontrar depósitos de guano al pie del cerro meseta.

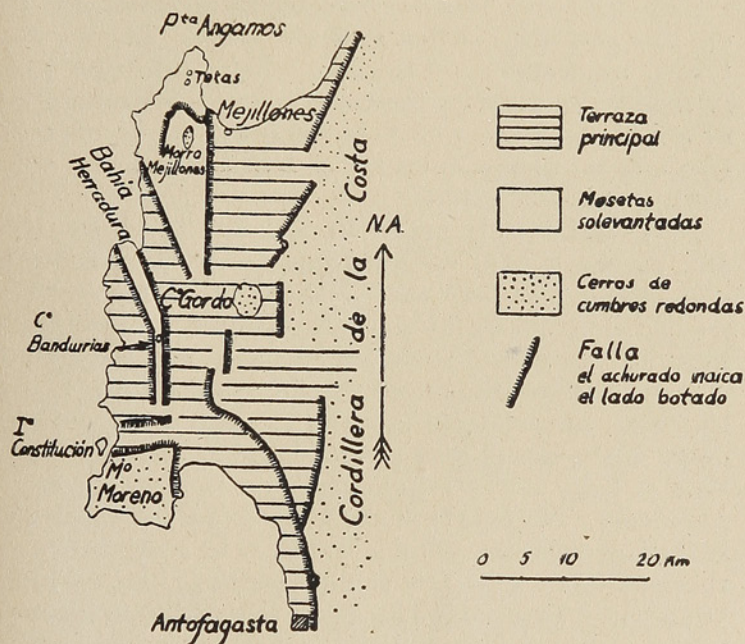


Fig. 9.—Croquis de la península de Mejillones.

Hacia el norte, la falla se desvía hacia el Noroeste, presentando los mismos caracteres hasta la bahía Herradura. También por el otro lado sigue la falla occidental con posición paralela.

Más al norte se halla una ancha depresión que comunica la terraza principal con la bahía Herradura. Al norte de

la depresión, siguen varios bloques inclinados que terminan con su elevación más alta en el oeste, en un precipicio de falla de dirección SSE. La superficie de los bloques tiene inclinación suave hacia el Este. El bloque más septentrional lleva como cumbre sobrepuesta al Morro de Mejillones, a cuyo pie se hallan los grandes depósitos de guano.

## 2). *Las guaneras del Morro de Mejillones*

Estas guaneras fueron descubiertas relativamente tarde, sólo en 1862, por dos chilenos Matías Torres y Juan López, residentes en Tocopilla. Este atraso no puede sorprender en vista de la situación de las guaneras a más de 500 m. de altura, casi en la cumbre de los cerros, mientras que las demás guaneras se hallaban todas a orillas del mar y a poca altura.

En el plano de la figura 10, que fué levantado por el Dr. KRULL a fines del siglo pasado, se ha indicado un gran número de terrazas marinas que según él corresponderían a diferentes solevantamientos del continente. Pero, en realidad, uno de los escalones más importantes que separa la meseta del Morro de la meseta más baja de las Tetas, es un precipicio de falla, como puede deducirse de su unión con el gran precipicio de la falla que constituye el largo borde oriental de toda la larga meseta de Mejillones. Por esto la ancha terraza (5-6 de la figura 10) en que se levantan las dos Tetas, es la continuación del zócalo alto (7 a 9 de la figura) que forma la base del Morro y tanto este Morro como las Tetas constituyeron islas en el mismo mar y al mismo tiempo. Estas relaciones pueden verse muy bien en la fotografía panorámica 15, en que se puede admirar también el grandioso zócalo encima del cual se levanta el Morro.

*Descripción de las guaneras del Morro.*—Las guaneras principales de Mejillones rodean como una ancha zona al Morro. Principian arriba en la falda con una terraza poco pronunciada que, como una «hombreira», aparece en la fotografía 16 en H. De allá, la superficie de la te-



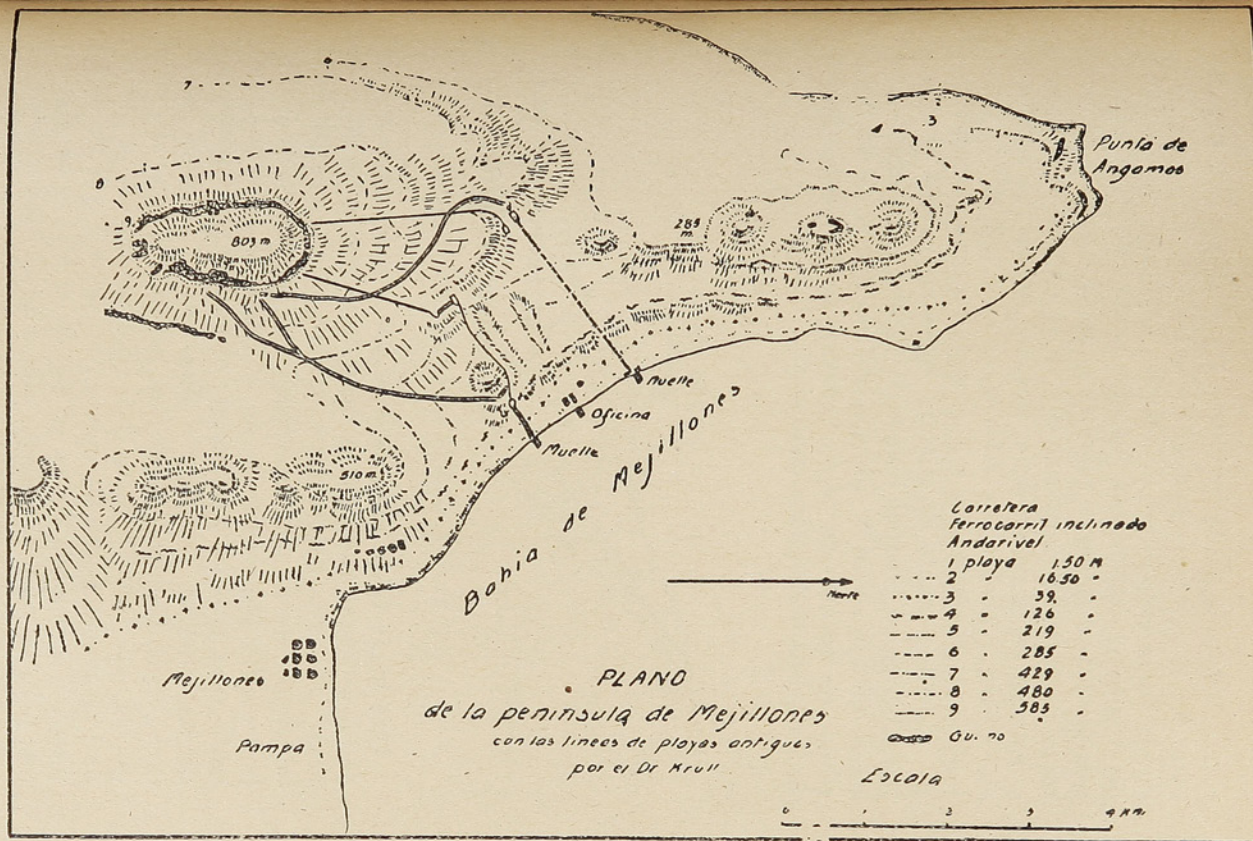


Fig. 10.—Plano del Morro y mesetas de Mejillones, según Krull.

rroza desciende paulatinamente y debajo de ella sigue la capa con guano con estratificación paralela a la superficie. En la falda occidental del Morro, cerca de las «cuevas» de la antigua explotación situadas al sur del actual campamento de trabajadores, observé el perfil siguiente del contacto entre las capas del guano y la roca granítica del cerro.

Encima de la roca vienen primero escombros graníticos sin guano y encima de ellos siguen los escombros cuyos huecos están rellenos por el guano y que corresponden al verdadero manto de guano. Estos escombros terminan hacia arriba en el banco blanco de «tosca» que, según vimos en el párrafo sobre la mineralogía del guano, es un precipitado de fosfatos de calcio. Encima de la «tosca» quedan todavía restos de guano más puro.

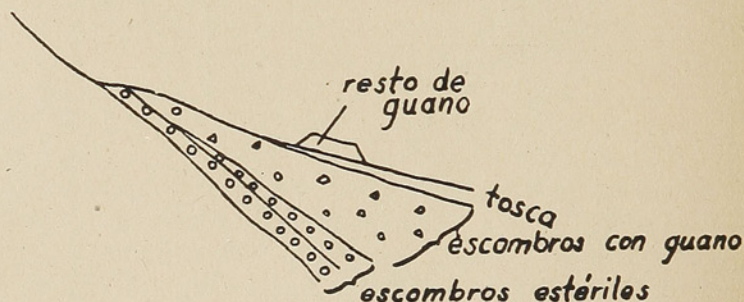


Fig. 11.—El contacto entre la roca y el guano.

Más hacia falda abajo siguen las grandes excavaciones de las antiguas guaneras, y después la región de las «cuevas». En esta dirección hacia falda abajo, desaparece el banco de «tosca» en forma insensible: se pone muy blanda la tosca tomando el aspecto de arcilla caolínica en que yacen numerosas piedras esquinadas; al aumentar el porcentaje de las piedras, desaparece finalmente la tierra blanca como cemento entre las piedras, pasando a una capa blanquizca que constituye en las «cuevas» el límite inferior de una costra pobre en guano que tiene 2 a 3 m. de espesor. La palabra costra se usa en el Morro de Mejillones para la cubierta estéril, aun cuando ésta consiste en una aglomeración enteramente suelta.

El guano, que se explotó en las «cuevas» constituye un manto relativamente puro con pocas piedras; su espesor es de más o menos 1 m. También las intercalaciones más ricas en piedras y lo mismo el yacente tienen un porcentaje bastante alto de guano. En esta forma continúa el guano hasta el término de las cuevas en que queda cierta cantidad de mineral debido a los numerosos pilares que se han dejado. Los socavones tienen unos 15 a 20 m. de largo.

En la superficie hay extensos desmontes que no permiten hacer estudios acerca de la estructura. Un pozo situado a unos 40 m. al Oeste de las cuevas encontró guano bueno

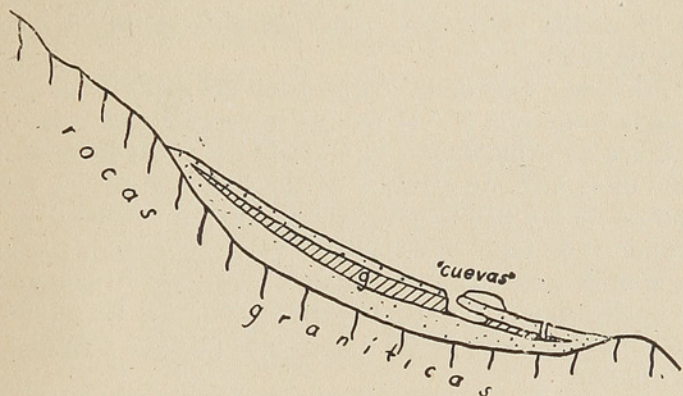


Fig. 12.—Perfil esquemático por las guaneras de la falda occidental del Morro de Mejillones.

debajo de la costra pobre de 2,5 a 3 m. Pero un poco más al oeste reaparece la roca en la superficie y luego sigue el precipicio de la terraza alta del guano. El perfil de la figura 12 da una idea de la estructura general de la región.

Al suponer que todo el relleno de escombros y guano haya desaparecido, el cerro se presentaría rodeado por una depresión limitada en su parte exterior por islotes rocosos bajos. Esta depresión se rellenó posteriormente por los escombros de falda y por el guano depositado por las aves que anidaban en las partes bajas de la isla grande. La parte inferior de la terraza tiene hoy una estructura muy varia-

da porque al lado del guano de las cuevas, se observan extensos terrenos en que la roca constituye la superficie de la terraza. El relleno posterior, y dentro de él el guano, tiene su mayor espesor en una faja media de la terraza.

En la misma forma sigue la zona occidental de guano hacia el norte, donde queda todavía una faja considerable de terreno poco explotado, en que puede verse la antigua forma de la superficie como en la fotografía 16. También aquí existen los montículos bajos en la parte exterior de la terraza, de modo que en la parte noroeste del Morro la estructura geológica es idéntica a la del perfil de la figura N.º 11. Pero, en el noroeste falta el manto de «tosca» o quedará substituído por una zona apenas visible de arcilla blanquizca como cemento entre los escombros de falda.

Una buena idea de la composición del depósito de guano lo da la fotografía N.º 16 en que se ven algunos socavones antiguos de explotación; la entrada del socavón delantero tiene unos 5 m. de altura. Arriba hay una costra estéril o pobre de 2 a 2½ metros; debajo de ella vienen 6 m. de escombros de falda cuyos huecos están rellenos por guano, que se concentra en algunos mantitos irregulares, a los cuales siguió la antigua explotación. La fotografía 17 presenta el aspecto de tal manto más puro de más de 1 m. de espesor.

Con esta misma composición existe todavía una faja de guano de 100 a 150 m. de ancho y de 800 m. de largo que puede considerarse como relativamente virgen. El espesor reconocido es en partes superior a 10 m.; en término medio será de 6 m. Desconocida es la relación entre el guano y los escombros, especialmente no se conoce el porcentaje de recuperación en la explotación.

La explotabilidad de esta cantidad depende de la posibilidad de explotar el guano en escala grande con palas a vapor. La explotación podría principiarse con una larga pared de explotación en el norte, que presentaría la suficiente protección contra los vientos que desde mediodía soplan desde el sur. Pero, antes de principiarse con tal trabajo, debería hacerse primero una determinación exacta de la

cantidad de guano que se puede recuperar y además deberían hacerse muestreos en varias partes, para ver si la ley del guano en ácido fosfórico es suficientemente alta. Además habría que estudiar bien el empleo de las palas a vapor, que necesitarían probablemente una construcción especial, porque el polvo fino que cae siempre de las palas ordinarias, sería en nuestro caso el guano valioso que se quiere extraer.

La faja, que acabamos de describir termina hacia el norte en la región de las antiguas casas de administración situadas al pie norte del morro. Al sureste de las casas sigue una zona de 200 m. cubierta por antiguas explotaciones, que han llegado hasta cerca de la roca. Las antiguas explotaciones casi continuas y además, los extensos desmontes impiden restablecer las condiciones originales de esta zona.

Cerca del punto, donde el camino de bajada se separa del camino cintura, se presenta el manto de «tosca» con un espesor de más de 1 m.; debajo de él se halla un manto de guano puro. La «tosca» desaparece hacia el norte en la región de las antiguas casas de administración; hacia el sur los enormes desmontes impiden seguirlo.

En la misma región donde se juntan los dos caminos hay todavía una faja de unos 200 m. de largo de terreno no tocado por la explotación; parece tratarse de una zona relativamente pobre que no valía la explotación. Hay varios picados que encontraron medio a un metro de guano; otros tienen una posición desfavorable por hallarse encima de un cono de rodados depositado por una quebrada.

Las explotaciones que siguen hacia el sur por la falda oriental del Morro, han llegado todas hasta la roca granítica o a lo menos hasta la parte más alta de los escombros que ya no encierran guano. Así, un pozo de 8 m. de hondura, situado a solamente 7 m. de distancia del borde superior de una guanera encontró solamente cantidades muy reducidas, apenas 5% de guano entre las piedras.

En dirección hacia el sur, las guaneras cambian lentamente de aspecto presentándose paredes altas de explotación y de posición vertical; están formadas por la roca y al-

canzan 10 à 20 m. de altura. Además aparecen entradas a la roca de forma de caletones, en parte con terminación circular, como en la fotografía 18. Los depósitos de esta clase parecen haber contenido un guano muy puro que se observa todavía en restos pegados en la roca en partes difícilmente accesibles. En otra guanera representada en la fotografía 19, el guano relleno una gran rinconada entre precipicios rocosos; encima de la pared de rocas sigue un poco de guano en forma de cemento entre los escombros de falda. Guano especialmente puro se encontró en cuevas laterales que a veces entran muchos metros a la roca, como se ve en la cueva a la derecha de la misma fotografía. No me parece exacta la aseveración de que esta cueva no haya tenido comunicación con el resto del depósito, sino que fué encontrada solamente al romper la roca. Se basa esta opinión en el aspecto fresco de la roca en la parte superior de la cueva; pero las superficies frescas se deben a derrumbes posteriores; antes la cueva tuvo una altura de entrada mucho más baja.

Hacia el sur siguen otros caletones parecidos y en la punta más austral del Morro, allá, donde el camino cintura está interrumpido, parece existir un pequeño caletón que sube por la falda del morro. Pero presenta un relleno formado casi exclusivamente por los nódulos blancos de concreciones fosfatadas, entre las cuales queda un poco de guano obscuro.

Las guaneras del lado oriental están situadas en su mayor extensión encima del camino cintura, respectivamente, entre el camino y el Morro; pero en parte alcanzan hasta 5 y más metros debajo del nivel del camino. En el lado exterior prevalece la roca como subsuelo de la terraza; además, en los numerosos pozos de reconocimiento que tienen 5 a 8 m. de hondura, se han encontrado capas delgadas de guano o escasa cantidad de guano entremedio de los escombros de falda. Falda abajo de la rinconada de la fotografía 19 existen varios socavones accesibles que se hallan en escombros con bastante cantidad de guano.

Pero, en general, el terreno situado al Este del camino está tan cubierto por los antiguos desmontes que es impo-

sible formarse una idea exacta de la estructura geológica original. Probablemente ésta no ha sido muy distinta de la del lago occidental; la diferencia más importante ha sido la pureza mucho más grande que tuvo el guano en el lado oriental, donde se hallaba en caletones y rinconadas. Esta pureza se desprende de las siguientes palabras de Krull (pág. 255):

«En el oriente, al lado de la bahía, especialmente al sureste, el guano está recostado contra paredes más o menos perpendiculares, subiendo hasta 30 y más metros; la ensenada triangular del sureste (fotografía 19) estaba toda llena de una masa compacta, bajando ésta bastante con las irregularidades de la roca y rellenando unas grandes cuevas laterales».

Un poco más abajo sigue la descripción: «en el cabo sur sureste hallamos una pequeña quebrada llena de un osario amasado con guano amarillo que penetra y llena también las hendiduras o espacios entre las rocas vecinas. Son huesitos, fragmentos, falanges, cráneos de pájaro-niño o Piquero Penquín. El doctor R. A. Philippi los reconoció por antecesores de la raza actual de este voraz pescador de la costa. Y es notable que esta acumulación de innumerables huesitos tenga poca cubierta y sea el único punto donde se han encontrado tales restos».

«La superficie del guano es algo más pendiente y generalmente tapada con grueso manto de ripio, arena y cascajo, escombros del cerro, que en el medio llega a 40 pies de grueso; más delgado hacia arriba y rematando abajo como el guano, en el terreno pendiente».

«Por el lado del mar es muy diferente: aquí predomina un encapamiento alternativo y con mezcla de guano más o menos puro, con arena, cascajo y piedras. La cubierta estéril es más delgada; pero, en cambio, hay muchas lomas divididas por quebraditas radiales al Morro. El guano mismo es igual al otro, en trechos limpio, sobre todo en las honduras.»

### 3). *Las Tetas y la parte norte de la península*

En el panorama de la fotografía 15 vemos las dos Tetas de Mejillones situadas en una ancha terraza marina que constituye toda la parte delantera y que tiene suave declive tanto hacia el Oeste como hacia el Este. Las Tetas son dos cerros de unos 80 m. de altura relativa, mientras la terraza sube desde unos 200 a 280 m.

En el lado sur de los dos cerritos hay solamente unos pocos cateos de escasa importancia. Así, en la Teta Sur, se encontró un pequeño caletón con 1 m. de guano mezclado con piedras. Favorable parece la pequeña rinconada situada debajo de este cateo. Las otras faldas del mismo cerro contienen muy poco guano directamente encima de la roca.

En la falda occidental de la Teta Norte se hallan varios pequeños picados que encontraron una capa de escombros de 20 a 100 cm. y un poco de guano directamente encima del granito.

El campo más importante de guano se encuentra en la falda oriental y noreste de la Teta Norte; aparece en la fotografía 15. El guano constituye un extenso manto que principia ya a cierta distancia del pie del cerro, donde encierra piedras redondas del mar y muchas conchas. Este punto constituye una clase de rinconada entre la falda norte de la Teta y una lomita baja antepuesta al N. E. Hacia la Teta aumenta el espesor del guano y los rodados se substituyen por los escombros esquinados del cerro que alcanzan dimensiones muy grandes. Debido al espesor enorme que alcanzan estos escombros, el depósito pierde su explotabilidad, no obstante el aumento considerable del grueso de la capa de guano. El perfil siguiente explica la relación entre el guano y los escombros:

- 0,70 m. escombros graníticos de la superficie;
- 0,40 m. *guano* estratificado;
- 3,00 m. escombros esquinados de tamaño grande;
- 0,70 m. *guano*;
- 0-1,3 m. escombros gruesos;
- 1,00 m. *guano* con piedras.



Unos 20 m. más allá se juntan los mantos inferiores constituyendo un solo manto de 3 m. de guano con algunos mantitos de 20 a 50 cm. de escombros intercalados.

Según me comunicaron, el guano de las Tetas explotado por los «Cesantes» es de baja ley.

Una situación enteramente distinta, la tiene el guano de la Punta Angamos, que es el cabo norte de la península de Mejillones. El faro de esta Punta se halla en una pequeña terraza marina de unos 100 m. de altura que desciende casi verticalmente hacia el mar. Hacia el SE. la terraza disminuye rápidamente en ancho y se reduce a un escalón de apenas 20 m. de ancho. En este escalón termina una pequeña quebrada en cuya desembocadura hay una pequeña guanera. Debajo de una cubierta delgada estéril hay guano colorado bastante puro de más de 1 m. de espesor. La rinconada donde desemboca la quebrada, mide solamente unos 15 por 25 m.; pero las mismas capas siguen hacia el NO. y SE. Es bien posible que se encuentre guano colorado debajo de los sedimentos de rodados. También el talud al interior de la terraza del faro puede contener guano y merecería un cateo; porque, tal como hoy día se forma mucho guano blanco por las aves que pernoctan en estas alturas casi inaccesibles, pueden haber anidado antiguamente las aves en las rinconadas protegidas de la costa.

Esto queda comprobado por una pequeña explotación que tuvieron los «cesantes» durante algún tiempo en la misma terraza, a unos 2 Kms. más al sureste pero se dice que la calidad del guano era muy inferior.

No puedo aseverar que estos pocos puntos visitados por mí serán los únicos en que existen restos de guano. Es bien posible que haya muchos otros puntos más en la parte septentrional de Mejillones; pero su descubrimiento haría necesario un cateo detenido después de un estudio geológico de a lo menos 2 semanas que debería hacerse en forma de una expedición bien provista con animales de montar y con campamento en la costa misma.

#### 4). *El cerro Bandurrias y la costa vecina.*

En el Morro de Mejillones y en las Tetas el guano se halla concentrado al pie de antiguas islas que se levantan de mesetas planas, las que corresponden al antiguo fondo del mar. Desde años la forma exterior del cerro Bandurrias, situado al sur de Mejillones me llamó la atención por su forma muy parecida al Morro de Mejillones. Constituye una meseta larga, pero muy estrecha que se ha levantado entre fallas de dirección N.-S. (véase fotografía N.º 13). Su superficie es enteramente plana y en medio de ella se levanta un pequeño morrito muy parecido al Morro de Mejillones. La superficie plana es una terraza de abrasión cuyo subsuelo está constituido por la roca. Pero en varias partes hay también conchuela en la meseta que no deja lugar a dudas acerca del origen marino de la planicie. De mayor interés es el pequeño Morro que debe haber formado una isla o un grupo de islas en el mar, de modo que hay mucha esperanza de que hayan existido condiciones favorables para una mayor concentración de guano.

La fotografía 14 se tomó arriba en la meseta; adelante tenemos la superficie de la meseta y atrás al «morro» y delante de éste se observan numerosos montículos rocosos que también han constituido antiguos islotes en el mar. Pero son demasiado reducidos para poder esperar mayores cantidades de guano en ellos.

El «morro» de Bandurrias se compone de varios cerros más bajos que se agrupan alrededor del cerro central y más alto. Especialmente interesante es la forma como el cerro central está rodeado de un círculo de pequeños montículos, lo que hace recordar la falda occidental del Morro de Mejillones, en la cual la depresión queda rellena por un gran espesor de escombros de falda y guano (compárese la figura 12). Debido a la menor elevación del cerro central de Bandurrias, la cantidad de escombros que constituye la componente principal del relleno, es muy reducida y, por esto, en algunas partes se ve la roca en medio de la depresión. Pero hay mucha arena superficial, debajo de

la cual podría existir guano. Superficialmente éste no se ve, pero en partes la arena toma un color amarillento que puede deberse a una pequeña mezcla con guano.

Para cateos sirven tanto la depresión occidental, como la oriental. En ambas depresiones los pozos de reconocimiento deberían ubicarse en la vecindad del cerro central. También algunos caletones que descienden de este cerro o de los cerros más bajos merecerían reconocimientos.

También en otras de las mesetas solevantadas parecen existir «morros» parecidos al del Bandurrias, aunque un poco más bajos: observé uno al NO. del cerro Bandurrias, al sur de la bahía de Herradura.

La *costa situada al oeste del cerro Bandurrias* fué visitada en la tarde del mismo día en que subí a este cerro. La terraza principal sigue entre los cerros Bandurrias y Moreno como una depresión de algunos kilómetros de ancho y después vuelve a ensancharse, constituyendo una extensa terraza que acompaña la costa desde el morro Moreno hacia el norte.

La *isla Constitución*, llamada Sta. María en el mapa de Mensura de Tierras, es la continuación de la terraza principal; por su altura corresponde a la depresión que separa el morro Moreno del cerro Bandurrias. La isla ha tenido antes depósitos de guano, como puede deducirse de un perfil publicado por *Larroque* (1), en el cual le da el nombre de «Isla del Bolfín», agregando la indicación que «se sacó todo el guano que la cubría poco tiempo ha». Esto podría considerarse como indicio favorable para la repoblación de la isla con aves, como se insinuó en la primera parte de este informe.

Al norte de la depresión que conduce hacia la isla, sigue una costa baja rocosa, cubierta por un sinnúmero de montículos que son muy parecidos a los cerritos del guano de más al norte. Estos montículos cubren una enorme superficie, lo que puede considerarse como menos favorable,

BIBLIOTECA NACIONAL

SECCIÓN CHILENA

(1) LUIS LARROQUE: «Informe sobre los depósitos de guano de Mejillones». Santiago. 1863. Tabla III.

Informe presentado al señor Ministro de Hacienda.

porque no habrá dado ocasión a una concentración fuerte de las aves. Por una falla reciente se ha originado una larga grada rectilínea en la cual descubrí un poco de costra de guano. Pero más arriba, en la misma falda aflora la roca, de modo que no habrá mucha esperanza de descubrir mayores cantidades de guano en este punto.

#### IV. EL CATEO DE NUEVOS DEPÓSITOS DE GUANO

En la descripción anterior hemos observado repetidas veces que los cateos recientes no tienen generalmente la hondura suficiente para resolver el problema de la existencia de guano explotable en cierto punto. Excepciones las constituyen solamente los reconocimientos hechos cerca de un manto de guano conocido, como en Pta. de Lobos o Guanillos, donde se sabía de antemano la profundidad aproximada del manto cuya continuación estaba explorándose.

Según mi opinión, la hondura reducida de los pozos de reconocimiento en terreno virgen se debe en primera línea a ciertas dificultades administrativas, especialmente de la supervigilancia del trabajador, por lo que se le entregan los pozos a contrato por metro corrido. Aún aumentando el precio para las honduras más grandes y poniendo más gente al trabajo que ayude en la extracción de la saca, el trabajador siempre preferirá excavar un mayor número de pozos poco profundos, porque constituyen un trabajo mucho más cómodo para él que la excavación de un pozo de 5 metros.

Por esto, el trabajador se pone muy pesimista cuando su pozo ya tiene más de un metro de profundidad. Si hay indicios de guano, dice que es de mala calidad y si encuentra una costra dura en el fondo, dice haber encontrado la roca. Esto me pasó con el pozo que se construyó en los montículos septentrionales de Guanillos, donde los trabajadores me porfiaban que habían encontrado la roca dura en el fondo, a 90 cm. En realidad era una capa muy dura, pero me parecía demasiado blanda para ser granito.

Por esto hice saltar un pedazo grande de ella y resultó que se trataba de una costra de arena cementada por sal.

A estas dificultades hay que agregar las irregularidades de los depósitos y las variaciones en la calidad del guano. Muchos cateos poco profundos se me mostraron que no se habían seguido por la mala calidad del guano. Pero, la calidad del guano no puede determinarse en la vecindad inmediata de la superficie, porque aun a 1 m. de hondura con cubierta de arena porosa, el guano habrá perdido la mayor parte de su nitrógeno. Esto no excluye que más abajo en el caletón, a 2 ó 4 m exista un rico guano amoniacal.

Muy grandes son las dificultades ofrecidas por la repartición muy irregular de los depósitos de guano, especialmente si se trata de caletones que a menudo no se manifiestan en la superficie. En el perfil de la figura N.º 6 se presenta un caletón de Guanillos que tuvo un gran espesor de guano en la parte central, mientras que en los bordes, cerca del pie de la roca de los montículos hay solamente una delgada capa de guano, probablemente de baja ley en nitrógeno. Un pozo de reconocimiento situado cerca del borde del caletón habría encontrado solamente este mantito de 20 a 30 cm. de guano malo y se habría declarado el caletón como estéril, habiendo en realidad un importante depósito de guano a pocos metros de distancia.

Y aun un pozo ubicado en el medio del caletón puede dar origen a equivocaciones, como lo demuestra el perfil de Punta de Lobos de la figura N.º 13. En medio del caletón hay una elevación de la roca que no llega a la superficie, sino queda tapada por el relleno estéril. En caso de ubicar un pozo en el medio del caletón, se encontraría luego la roca y el caletón se declararía como estéril, habiendo en realidad un importante depósito de guano a unos 2 a 3 m de distancia.

Por estas razones, en un pozo que encuentra la roca a poca hondura, hay que seguir a la superficie de la roca. En caso que la consistencia del terreno no permita tal trabajo subterráneo, hay que excavar otro pozo al lado, a po-

cos metros de distancia. A estas dificultades que presenta el perfil transversal del caletón hay que agregar las dificultades y complicaciones ofrecidas también en el perfil longitudinal, quiere decir en un perfil trazado a lo largo del fondo de un caletón.

Para explicar los detalles tomamos como punto de salida a un caletón situado al sur de Punta de Lobos. Los detalles se ven en el perfil de la figura N.º 14.

En la región del caletón pueden distinguirse dos terrazas de solevantamiento que corresponden a antiguos nive-

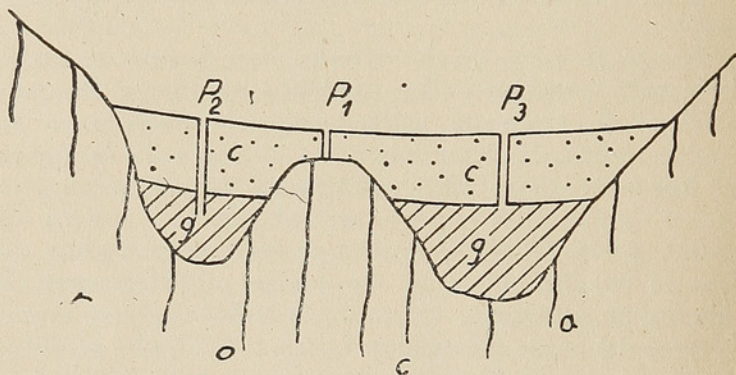


Fig. 13.—Perfil trasversal por un caletón de Punta de Lobos.

c = cubierta estéril; g = guano

P<sub>1</sub> sería un pozo con resultado negativo

P<sub>2</sub> y P<sub>3</sub> descubrirían el guano.

les más altos del mar. La superior es la terraza principal, que lleva los montículos más importantes, mientras la más baja contenía como islas a varios montículos más pequeños. Un último solevantamiento de la costa hizo bajar el mar a su nivel actual, sin que hasta ahora se haya formado una terraza de dimensiones apreciables.

Aprovechando unas grietas en la roca, las olas del mar excavaron largos caletones a los diferentes niveles, pero que se hallan situados en la misma grieta. Así vemos a la izquierda el caletón al nivel actual del mar cuyo fondo es alcanzado a veces por las olas. Hacia la derecha continúa

el caletón a un nivel más alto correspondiente a la terraza  $m^2$  y más hacia la derecha sigue el caletón a un nivel aún más alto atravesando también la terraza más alta  $m_1$ .

En la misma forma que el actual fondo del caletón constituiría un sitio abrigado para las aves—en ausencia del hombre—, también los niveles más altos pueden haber servido a las aves para la construcción de sus nidos hasta que quedaron rellenos por guano y por las arenas y escombros superficiales.

Hoy día, el fondo del caletón forma una depresión que descende con declive uniforme, haciendo abstracción del descenso del nivel  $m^2$  al actual nivel del mar. Pero, en vista de que el fondo rocoso del caletón sube en escalones, resulta que no hay una capa continua de guano, sino ésta se interrumpe de vez en cuando. Por esto, los pozos en la situación  $x$  serán estériles, mientras que los pozos en la

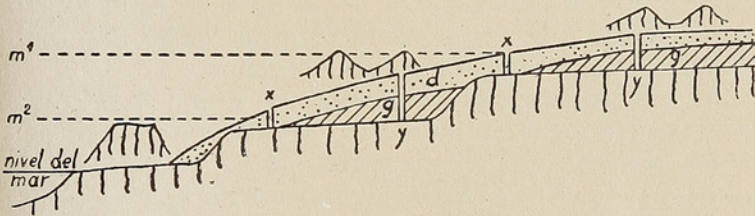


Fig. 14.—Perfil longitudinal por un caletón, al sur de la Punta de Lobos.  
 $m^1$  y  $m^2$  = niveles anteriores del mar.  
 $x, x$  = pozos con resultado negativo  
 $y, y$  = pozos con resultado positivo.

situación  $y$  pueden encontrar un grueso manto de guano.

También hay que tomar muy en cuenta esta repartición del guano al hacer cubicaciones basadas p. ej. en los dos pozos positivos  $y$ , cuyo resultado no debe extenderse siempre a toda la longitud del caletón.

En vista de las irregularidades de los depósitos de guano, el mejor método de reconocimiento sería por medio de martillos neumáticos movidos desde una compresora instalada en un camión. Esta máquina se usa con buen éxito en las salitreras y permite ejecutar rápidamente sondajes hasta 7 y 8 m. de hondura. Si la perforación encuentra la roca dura, puede paralizarse y ejecutarse otro sondaje a

uno o dos metros de distancia. Un caletón de guano puede descubrirse fácilmente por la facilidad con que entra el sondaje en esta capa blanda. De este modo será posible ejecutar en poco tiempo centenares de sondajes en un monículo de aspecto favorable para la existencia de caletones

#### V. CUBICACIONES Y RESERVAS DE GUANO.

En vista de la repartición tan irregular de los depósitos de guano y en vista de la forma tan irregular que tiene cada uno de los depósitos, se comprende la dificultad o mejor dicho, la imposibilidad de hacer cubicaciones más o menos exactas.

Cubicaciones son solamente posibles donde se trata de mantos continuos como en Punta de Lobos, en Guanillos y en el Morro de Mejillones y en parte también en los sectores N. y S. de Pabellón de Pica. En tales casos un número reducido de pozos puede permitir hacer una cubicación exacta de las existencias de guano.

Pero, donde el guano se presenta en forma de caletones es imposible hacer cubicaciones. Al tratar de hacerlas en forma concienzuda se obtendrán cifras demasiado pequeñas, porque con el descubrimiento de nuevos caletones vecinos aumentará la cantidad de guano.

De este modo se explican los resultados de los cálculos de reservas de guano que se han hecho en los años pasados. En 1902, p. ej., las reservas de guano del norte se calcularon en 283.000 tons.; pero hasta el año de 1932 se explotaron 350.000 tons. Y en 1928, las reservas se calcularon en 78.000 tons. habiéndose explotado desde 1929 a 1934 más de 100.000 tons.

Aun cuando por las razones expuestas y en vista de que mi visita era más bien un estudio preliminar de la forma y estructura geológica de los depósitos de guano, no puedo dar cifras de las existencias, y me limito a señalar con pocas palabras las reservas más importantes que se pueden considerar como a la vista o probables.

Principiando por el norte, tenemos los caletones nuevos, todavía poco conocidos de la costa de *Pta. Gruesa*.



*San Pedro* es una guanera recién abierta que puede igualar a Patache en importancia. En *Pabellón de Pica* quedan mayores cantidades en el Sector Norte. *Punta de Lobos* es probablemente la guanera que cuenta con mayores reservas en Tarapacá en la faja virgen que rodea el gran cerro isla en el sur del depósito. Además, esta faja ha sido reconocida por varios pozos profundos. En *Chipana* hay todavía una gran cantidad de granzas casi puras. Al fin existe la faja de 800 m. de largo de terreno virgen en el *Morro de Mejillones*.

En todas las guaneras quedan muy grandes cantidades de guano en los desmontes antiguos.

Fuera de estas reservas a la vista y probables hay un sinnúmero de puntos en la costa, donde es muy probable la existencia de grandes guaneras nuevas y enteramente vírgenes, que en parte pueden tener dimensiones muy grandes. Pero estas guaneras nuevas necesitan un cateo sistemático en la forma como lo hemos descrito más arriba. Ya en la descripción de las diferentes guaneras se han indicado algunos trabajos de reconocimiento, con los cuales debería principiarse.

Los reconocimientos comienzan mejor en los puntos de mayores probabilidades o, donde hay ciertas facilidades de ejecución, como p. ej. en la vecindad de guaneras en trabajo. Tales puntos serían los montículos orientales de Patache; los caletones situados inmediatamente al sur de Pabellón de Pica. Las guaneras del Dique y de Patillos, de San Pedro. Los caletones al norte del Sector Norte de Guanillos (fotografía 11); en Mejillones pertenecería aquí fuera de la faja virgen en el Morro, la Pta. Angamos.

Pero también las guaneras un poco distantes de La Guaira, Pta. Chomache y Pta. Blanda merecerían luego un cateo sistemático.

## VI. DATOS ESTADÍSTICOS.

Los depósitos de guano constituían en el siglo pasado una riqueza que bien puede compararse con la del salitre. Por desgracia los datos sobre esta riqueza están muy dis-

tribuídos y escondidos en una serie de folletos y artículos de difícil acceso, de modo que es imposible dar cifras completas y fidedignas; algunas se han mencionado en la descripción de los diferentes depósitos y pueden repetirse aquí. Paz Soldán en su *Geografía del Perú* da las cubicciones siguientes tomadas de una obra de *M. Peacock*; las cifras se refieren probablemente a la mitad del siglo pasado.

Pabellón de Pica.....	2.975.000 t.
Punta de Lobos.....	1.460.000 t.
Guanillos.....	1.912.000 t.

Sobre las guaneras de Mejillones, da Herrmann en su obra estadística sobre la producción minera chilena de los primeros siglos, el dato de que en el año de 1872 se calculó el guano existente en Mejillones en 2 a 4 millones de toneladas.

En el año de 1877 la producción total de guano en el Perú ha sido de 280.000 t. con un valor de £ 800.000; más o menos igual ha sido el valor de la producción de salitre del mismo año. Según Vidal Gormaz, se produjeron en la segunda mitad del mismo año de 1877 unas 77.000 t. en Guanillos. Tomando en cuenta que al mismo tiempo florecían las minas de Punta de Lobos y Pabellón de Pica, debe haberse encontrado el centro de la explotación del guano en Tarapacá. En realidad en ese tiempo ya se había agotado el guano de las islas peruanas.

Los datos más completos de la producción peruana de guano, los da Miguel Cruchaga (1), tomados de la Memoria del Ministro de Hacienda del Perú en 1868. Según esto, la explotación habría sido entre 1842 y 1855 de 760.300 toneladas de registro, lo que correspondería a unas 55.000 toneladas anuales. Desde 1855 a 1871 se han exportado otras 2.868.000 toneladas de registro, lo que correspondería a unas 170.000 toneladas anuales. Estas cifras son muy poco exactas, ya que según el autor habría una

(1) MIGUEL CRUCHAGA: «Salitre y Guano», p. 214 ss. Madrid. Editorial Reuss. 1929.

diferencia de 42% entre la tonelada de registro y la tonelada efectiva. Y en un cargo contra los compradores se denunció en 1878 a las Cámaras que en algunos cargamentos de las casas exportadoras la desigualdad entre la tonelada de registro y la efectiva había alcanzado al 74%.

En la obra de Tomás Vila *Recursos metálicos no-metálicos de Chile*, pág. 185-86, encontramos los siguientes datos sobre la historia de la explotación del guano en Chile:

«La producción de guano de Chile en escala comercial data del año 1844. Por aquella época se explotaban algunas covaderas de la provincia de Coquimbo. Después de firmada la paz con el Perú, tras la guerra del año 1879, el Gobierno de Chile inició la explotación de las covaderas incorporadas al territorio nacional, directamente por Administración fiscal, durante un período de más o menos 10 años. Durante la Administración Balmaceda, se celebró un protocolo con el Gobierno del Perú, por el cual se entregó a ese país, para la explotación, las importantes covaderas de Guanillos, Punta de Lobos y Pabellón de Pica. Dicha explotación, que estuvo a cargo de la «Peruvian Corporation Limited», duró ocho años, durante los cuales se extrajo algo más de 100.000 toneladas de guano de alta ley. Expirado el plazo de contrato, el Gobierno de Chile entregó la explotación de las covaderas a contratistas nacionales. En los últimos años, desde 1933 a 1937, la explotación de todas las covaderas nacionales estaba en manos de un consorcio formado por la Sociedad Nacional de Agricultura, la Sociedad Agrícola y Ganadera de Osorno y la Sociedad de Fomento Agrícola de Temuco».

La producción de guano de las provincias septentrionales de Chile se compone de varias partidas. Así, desde 1879 hasta 1891 se exportaron por el puerto de Iquique 538.000 y entre 1898 y 1902 otras 66.000 t. La primera de estas partidas fué cedida a los tenedores de bonos peruanos y sobre la segunda existían reclamaciones por parte de esos mismos tenedores, como dice la *Estadística minera de Chile* del año 1903.

Además había la siguiente producción en guaneras nacionales, cuya producción no fué cedida, que se compone de dos partidas siguientes:

Guano producido entre 1844 y 1902: 163.700 t., con un valor de 5 millones de pesos de 18 peniques.

Guano de Mejillones, que dió una ganancia de 5,3 millones de pesos al fisco.

Desde 1903, la producción del guano presentó el desarrollo siguiente, en toneladas:

	Producción		Producción	Exportación
1903	11.100	1921	10.677	
1904	2.700	1922	13.700	
1905	32.300	1923	12.900	
1906	4.700	1924	18.700	
1907	7.500	1925	16.200	
1908	871	1926	16.100	
1909	10.700	1927	31.500	
1910	12.700	1928	3.200	
1911	17.800	1929	2.500	
1912	18.300	1930	5.700	
1913	35.200	1931	7.900	6.000
1914	20.594	1932	6.000	5.500
1915	11.944	1933	31.200	13.100
1916	17.972	1934	49.100	13.300
1917	15.800	1935	60.400	
1918	15.000			
1920	18.900			

La producción del año de 1933 se componía de 5.000 toneladas de guano blanco reservado para la agricultura nacional; el resto era guano rojo.

La enorme importancia que puede adquirir la producción de guano blanco desarrollada por la protección de las aves resulta de las cifras siguientes: en el año de 1929 a 1930, las covaderas del Perú produjeron 146.000 toneladas de guano blanco, con 12% de nitrógeno y 18,24% de ácido fosfórico. De esta cantidad se exportaron 30.000 t., quedando el resto para la agricultura nacional.

## INDICE

	Págs.
I.—Introducción .....	5
II.—Petrografía y mineralogía del guano .....	8
III.—La geología de los depósitos de guano:	
1).—Los yacimientos de guano blanco .....	16
2).—Los depósitos de guano colorado .....	19
<i>a</i> ) Pabellón de Pica .....	19
<i>b</i> ) Patache .....	22
<i>c</i> ) Chanavaya .....	25
<i>d</i> ) Dique y Patillos .....	26
<i>e</i> ) Payta, La Guaija, Chucumata, S. Pedro .....	27
<i>f</i> ) El Toyo .....	29
<i>g</i> ) Punta Gruesa .....	30
<i>h</i> ) Punta de Lobos .....	32
<i>i</i> ) La Guaira y Chomache .....	33
<i>j</i> ) Guanillos .....	35
<i>k</i> ) Punta Blanca .....	38
<i>l</i> ) Chipana .....	40
<i>m</i> ) Entre el río Loa y Mejillones .....	42
<i>n</i> ) La Península de Mejillones .....	44
1).—Su morfología general .....	44
2).—El Morro de Mejillones .....	46
3).—Las Tetas y Punta Angamos .....	54
4).—Cerro Bandurrias y costa vecina .....	56
IV.—El cateo de nuevos depósitos de guano .....	58
V.—Cubicaciones y reservas de guano .....	62
VI.—Datos estadísticos .....	63



1



Miles de guanayes en la Pta. Chomache.

BIBLIOTECA NACIONAL  
SECCIÓN CHILENA



2

El guano dejado por las aves de la fotografía anterior se ha recogido y amontonado. Pta. Chomache.





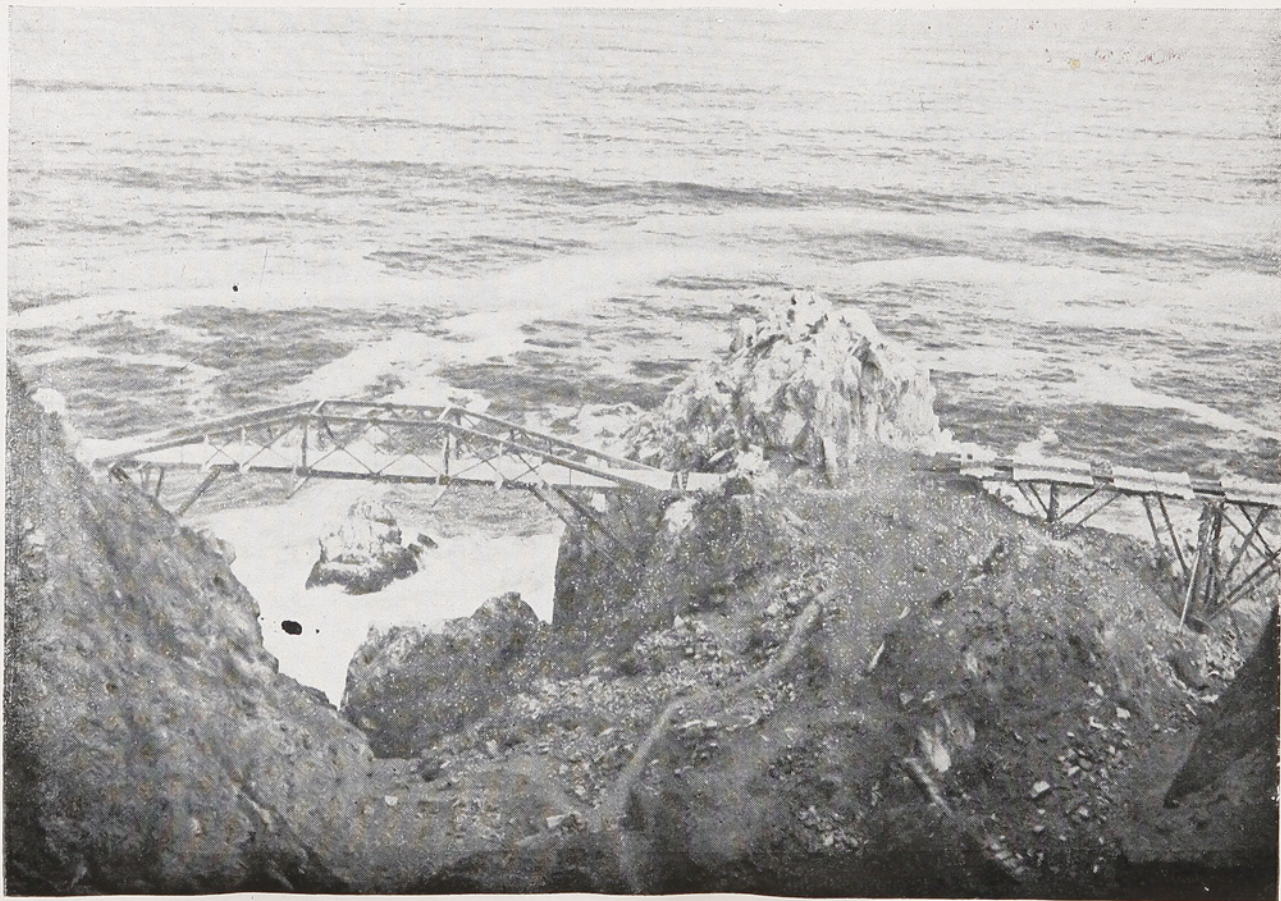
Guanayes en unos islotes de Pataché. A la derecha un profundo caletón que separa los islotes.

4



Pabellón de Pica desde el Norte. Adclante, la antigua fortaleza y guanera de Chanavaya.

5



Dos caletones de Pabellón de Pica. Los caletones estaban rellenos por guano hasta el nivel de los puentes.

6



Patache. Perfil característico de la falda de la costa con formaciones de morro (m) y varios islotes (T, I y II).

BIBLIOTECA NACIONAL  
DIRECCIÓN CHILENA

7



8



Montículos de las guaneras de Patillos. Aspecto característico de los antiguos islotes habitados por las aves de guano.

BIBLIOTECA NACIONAL  
SECCIÓN CHILENA



9

Adelante, un caletón explotado de Chucumata 13. El manto de guano desaparece en *g* debajo de los escombros de faldas y arenas. Atrás, las guaneras de San Pedro con formaciones de morro (*m*) e islas que en *x* contienen un caletón con más de 2,5 m. de guano.



Punta de Lobos. Una antigua isla grande rodeada por una faja de guano explotado (g). Adelante, a la izquierda, una faja virgen que rodea a otra isla antigua.





Guanillos. Atras, las guaneras de la falda suben hasta la línea cortada. Adelante, varios caletones largos (c—c), que parecen estériles.



BIBLIOTECA NACIONAL  
SECCIÓN CHILENA

Guanera Rinconada, en la Bahía Chipana. *r* = cubierta de rodados, que se ha retirado en la parte delantera, donde se descubrieron las tumbas (*t*) en el guano.

13



La larga meseta del cerro Bandurrias con la antigua isla (i) sobrepuesta.

14



BIBLIOTECA NACIONAL  
SECCIÓN CHILENA

Arriba en la meseta del cerro Bandurrias. Se puede reconocer el ancho reducido de la larga meseta.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA  
GEOLOGICAL SURVEY

15



Panorama del Morro de Mejillones desde el norte. Delante del Morro las dos Tetas de Mejillones. f = precipicio de falla.



BIBLIOTECA NACIONAL

SECCIÓN CHILENA

Guaneras en la falda occidental del Morro de Mejillones. *H* = «hombrea» de la terraza más alta. *g* = capa de guano más puro.



Uno de los mantos de guano más puro de la falda occidental del Morro de Mejillones.



Guanera de forma circular de la falda oriental del Morro de Mejillones.





Una rinconada del lado sureste del Morro, que estaba llena de guano puro.



