



LA INDUSTRIA CHILENA DE ABONOS FOSFATADOS

LUIS ADDUARD — (Chile)

*Jefe de la Sección Minería No
Metalica de la Corporación
de Fomento de la Producción*

INTRODUCCION

Con ocasión del II Congreso Panamericano de Minas y Geología, hemos creído oportuno preparar esta monografía de una importante industria chilena de base minera, cual es la de los abonos fosfatados.

Después de dar a conocer las cifras representativas de la industria y su estado actual de desarrollo con los últimos antecedentes que ha sido posible obtener, nos hemos detenido en explicar las características de los yacimientos que le proporcionan la materia prima y en hacer un inventario de las reservas existentes. Señalamos además los esfuerzos técnicos que se han realizado para aprovechar integralmente dichas reservas, buena parte de las cuales es de material de baja ley que requiere tratamientos previos para su utilización industrial.

De esta información fluye la posibilidad de que Chile constituya en algún tiempo más un mercado importador de materias primas o de abonos elaborados, y la conveniencia de que los demás países americanos exploren y estudien sus propios recursos de minerales fosfóricos para tal eventualidad. Por eso consideramos oportuno presentar la información al Congreso.

Queremos dejar constancia de la inestimable ayuda que para la preparación de este trabajo hemos encontrado en los estudios y en la prolija documentación sobre la materia, con que cuenta la Corporación de Fomento de la Producción.

I. — EL CONSUMO NACIONAL

Informaciones estadísticas

Dentro del consumo nacional de fertilizantes el rubro de mayor importancia es el de los abonos fosfatados.

La existencia de covaderas de guano rojo en el litoral de las

provincias del Norte, favoreció el temprano empleo de este abono que nuestra agricultura aprovecha desde hace casi un siglo. También la harina de huesos se fabrica y utiliza en el país desde fines del siglo pasado. Pero es en los últimos diez años cuando se ha desarrollado el gran interés que se advierte ahora por aplicar fósforo a los suelos agrícolas, gracias a lo cual ha podido afianzarse la industria de los fosfatos minerales elaborados con apatita.

Durante este período el consumo controlado oficialmente por las estadísticas de la Dirección General de Agricultura ha sido el que se consigna en el cuadro siguiente.

CONSUMO DE ABONOS FOSFATADOS

(toneladas métricas)

AÑO	NACIONALES			IMPORTADOS	TOTALES
	Guano rojo	Huesos molidos	Fosfatos minerales	Fosfatos minerales	
1936.....	36.107	4.813	5.709	—	46.629
1937.....	42.258	8.050	10.042	2.794	63.144
1938.....	48.669	5.864	17.007	3.542	75.082
1939.....	33.341	5.923	27.228	1.675	68.167
1940.....	39.988	7.507	37.269	1.565	86.329
1941.....	33.997	7.455	37.867	—	79.319
1942.....	16.198	7.419	40.571	949	65.137
1943.....	16.153	11.393	66.027	—	93.573
1944.....	20.329	8.668	60.037	—	89.034
1945.....	25.714	11.418	51.561	—	88.693
Sumas....	312.754	78.510	353.318	10.525	755.107

Antes de la última Guerra Mundial hubo pequeñas importaciones de fosfatos minerales de procedencia europea; posteriormente el consumo se ha abastecido sólo con la producción nacional.

Las estadísticas registran también algunas exportaciones de guano durante los años 1931 a 1937 que ascendieron en total a unas 120.000 toneladas; pero la Ley 6482 de 4 de Enero de 1940 prohibió este comercio.

A partir de 1940 empezó a desarrollarse la industria de los abonos compuestos, en cuya elaboración se emplean tanto el guano como los huesos y los fosfatos minerales, mezclados con otros elementos fertilizantes en proporciones variadas, según los cultivos o los suelos para los cuales dichos abonos compuestos son recomendados por sus fabricantes. Esta nueva industria está tomando incremento apreciable, como lo demuestran las cifras estadísticas de su consumo.

CONSUMO DE ABONOS COMPUESTOS

(con elementos fosfatados)

ANO	Toneladas métricas
1940.....	2.475
1941.....	4.062
1942.....	9.525
1943.....	14.551
1944.....	9.339
1945.....	11.541
Total.....	51.493

De este tipo de abonos no ha habido importaciones ni exportaciones.

Precios y valor del consumo

De acuerdo con las disposiciones legales y reglamentarias vigentes, el precio de los abonos se fija, salvo algunas excepciones, por kilo de elementos fertilizantes. En el caso de los abonos fosfatados se considera como elemento fertilizante el anhídrido fosfórico (P_2O_5) contenido en el producto, de manera que el precio de la tonelada de un mismo tipo de abono varia según la ley de dicho elemento constatada por los certificados de análisis.

En el guano rojo y en los huesos molidos el precio se determina por kilo o unidad de anhídrido fosfórico total; pero en los certificados de análisis debe consignarse como un antecedente el anhídrido fosfórico soluble al ácido cítrico al 2% que contiene el abono. En cambio, en los fosfatos minerales el precio se fija por unidad de anhídrido fosfórico soluble al citrato de amonio amoniacal.

Durante el año 1945 el precio del guano fué de \$ 4. — la unidad; el de los huesos molidos, de \$ 8.80; y el de los fosfatos minerales, de \$ 8. Estos precios corresponden al producto ensacado y puesto en los principales centros de distribución de las zonas consumidoras.

Para fijar ideas consideramos de interés hacer una estimación del valor total de los abonos fosfatados consumidos en Chile en el año 1945. Es el que sigue:

VALOR DE LOS ABONOS FOSFATADOS

(consumidos en 1945)

ABONO	Ley media de P ₂ O ₅	Precio por unidad	Unidades consumidas	Valor del consumo
Guano rojo.....	18 %	\$ 4.—	4.628.520	\$ 18.514.000
Huesos molidos.....	26 %	8.80	2.963.670	26.124.000
Fosfatos minerales.....	20 %	8.—	10.312.200	82.497.000
TOTALES.....	—	—	17.909.400	\$ 127.135.000

Los abonos compuestos se cotizan por tonelada, garantizando leyes mínimas para los diversos elementos fertilizantes que contienen. El precio de la unidad de anhídrido fosfórico resulta en ellos más caro que en el abono simple con el cual se elaboran, circunstancia que debe aumentar el valor del consumo que hemos calculado.

En el año en curso es probable que el consumo sea mayor que en 1945 y como, en general, los precios han subido, puede preverse que el volumen de las ventas de abonos fosfatados llegará aproximadamente a \$ 140.000.000. Esto evidencia su importancia dentro de la economía nacional.

II. — LA INDUSTRIA PRODUCTORA

Guano rojo

La explotación de los depósitos de guano o covaderas consiste sólo en separar la sobrecarga de espesores variables que los cubre, extraer el guano y harnearlo en malla de 1/8" para eliminar las piedrecillas y aún las concreciones de guano que aparecen intercaladas irregularmente en el material. El rechazo de los harneros, denominado "granza", suele ser repasado después de algún tiempo para recuperar parte del guano que contiene. El material harneado es generalmente de leyes muy distintas aunque proceda de puntos cercanos de una misma covadera, por lo cual se le transporta a las "canchas de revuello" donde se hacen las mezclas necesarias para obtener un producto de ley uniforme y que cumpla con las especificaciones comerciales.

Todo este trabajo se ha practicado siempre y sigue practicándose sin mecanización, porque la irregularidad de los yacimientos la hacen, en general, inaplicable. Sólo en los transportes del material a las canchas de revuelto y de éstas a los muelles de embarque se

emplean camiones, andariveles y decauilles, según las características del terreno.

En algunas covaderas se presentan colpas de guano endurecidas que se denominan "camotillos", para cuyo aprovechamiento es preciso someterlas a molienda en molinos corrientes. También a veces en la parte superior de los depósitos el guano aparece cementado con cloruro de sodio; este material llamado "costra" puede aprovecharse mediante una molienda previa siempre que su ley en cloruro no exceda de la tolerancia establecida.

La intensa explotación de que las covaderas han sido objeto desde antiguo ha ido agotando las existencias de alta ley y fácil extracción, hasta tal punto que ahora la explotación tiene un carácter residual.

En Mejillones, por ejemplo, los guanos embarcados en los primeros tiempos contenían de 35 a 40 % de anhídrido fosfórico, mientras que actualmente apenas alcanzan a 20 %. Así se explica que las especificaciones vigentes exijan para el guano un mínimo de elementos fertilizantes de sólo 18 %, incluyendo en este porcentaje, además del anhídrido fosfórico, el nitrógeno y la potasa.

Debido a esta especificación las existencias con menos de 15 % no se explotan, porque difícilmente permitirían formar mezclas de ley comercial. Los guanos de menos de 15 %, y los hay hasta de 5 %, han sido objeto de numerosos ensayos de concentración que hasta ahora no dan resultados económicamente satisfactorios.

Desde hace tres años la explotación de todas las covaderas está entregada a la Sociedad Chilena de Fertilizantes Ltda., empresa formada por dos instituciones semi-fiscales: la Corporación de Fomento de la Producción y el Instituto de Economía Agrícola.

La Sociedad ha introducido la perforación mecánica para facilitar la remoción de los grandes trozos de roca que hay a veces en la sobrecarga, ha mejorado los sistemas de transporte en las covaderas y tiene en estudio la instalación de palas mecánicas en algunos sectores donde este sistema parece aplicable. Actualmente está instalando en Mejillones un andarivel bicable de más de tres kilómetros de longitud y 500 metros de diferencia de cota entre sus estaciones terminales.

Durante el año 1945 la Sociedad tuvo en trabajo las covaderas de Patache, Pabellón de Pica, Punta de Lobos, Guanillos Norte, Paquica y Mejillones. Su producción fué de 30.000 tons., pero está en condiciones de llegar hasta 50.000 toneladas, siendo el único obstáculo para hacerlo la carencia de fletes marítimos que le permitan transportar esa producción a los centros de consumo.

En el cuadro siguiente se indican las leyes medias de elementos fertilizantes correspondientes a todos los embarques de 1945, según los certificados de análisis que sirvieron para el expendio.

LEYES MEDIAS DEL GUANO EMBARCADO EN 1945

	Patache	Pabellón de Pica	Punta de Lobos	Guanillos Norte	Paquica	Mejillones
Humedad.....	5.13 %	6.73 %	6.14 %	5.44 %	3.94 %	2.80 %
Anh. fosf. total.....	17.53	14.32	19.34	15.50	17.95	19.57
Anh. fosf. soluble.....	16.20	13.96	16.41	13.76	14.46	14.55
Nitrógeno.....	1.86	4.85	1.03	1.87	0.39	0.19
Potasa.....	1.33	2.32	1.03	1.17	0.49	0.34
Total de elementos fertilizantes.....	20.72 %	21.49 %	21.40 %	18.54 %	18.83 %	20.10 %

Todos estos guanos son "rojos", denominación que se da a los guanos fósiles, de formación antigua; por el predominio del fósforo en su composición se les llama también fosfóricos. El de Pabellón de Pica constituye un caso especial, pues conserva una ley apreciable de nitrógeno; cuando esta ley excede de 4 % el producto se denomina guano rojonitrogenado y tiene un sobreprecio de 15 % más o menos.

También se explotan anualmente ciertas cantidades de guano "blanco", es decir, guano de acumulación reciente, que es considerado como un abono nitrogenado aunque tiene ley de fósforo. Como dato ilustrativo indicaremos algunos análisis del guano blanco extraído en la última temporada.

ANÁLISIS DE GUANO BLANCO

	ROCEDENCIA				
	Islote Angamos	Isla Itata	Patache	Cobija	Cobija
Anh. fosfórico.....	10.7 %	10.3 %	12.7 %	10.6 %	11.3 %
Nitrógeno.....	14.8	13.9	14.1	17.0	13.5

En realidad, desde hace cuatro años el guano blanco no se expende como tal sino mezclado con rojo. Este guano "mezclado" tiene un sobreprecio análogo al del rojo nitrogenado y debe contener un mínimo de 10 % de anhídrido fosfórico y de 8 % de nitrógeno. La escasa producción de guano blanco, que no pasa de 1.500 toneladas anuales debido a la reducida población de aves guaníferas que hay ahora en nuestro litoral, permite preparar unas 2.500 toneladas de guano mezclado, abono indispensable para las siembras de papas de las provincias de Llanquihue y Chiloé a las cuales se le destina en su totalidad. En las estadísticas de consumo lo hemos agregado al guano rojo.

Huesos molidos

Hay en el país once fábricas que elaboran huesos molidos. El proceso consiste en desgrasarlos primero con bencina o a vapor y molerlos enseguida. La composición media de las buenas harinas de huesos que se expenden es la siguiente:

ANÁLISIS DE HUESOS MOLIDOS

Humedad.....	10 %	
Materias orgánicas...	27.5 %	(3 a 4 % N)
Fosfato cálcico.....	54.4 "	(25 % P ₂ O ₅)
Carbonato cálcico....	5.4 "	
Residuo insoluble....	2.7 "	
	100.0 %	

Pero en general, la composición de este abono es muy variable, según la mayor o menor perfección de los procesos de elaboración. Los huesos simplemente desgrasados con bencina contienen de 20 a 22 % de anhídrido fosfórico total, en tanto que los tratados en autoclaves y debidamente desgelatinados pueden alcanzar hasta 30 % y aún más.

La producción anual es del orden de 10.000 toneladas y ofrece pocas expectativas de aumento, porque ya se aprovecha prácticamente toda la materia prima disponible, es decir, todos los huesos recuperables del beneficio de animales.

Fosfatos minerales

Aunque los fosfatos minerales son los de más reciente fabricación en Chile, ocupan el primer lugar de importancia en el comercio de abonos fosfatados. Los minerales empleados como materia prima han sido la lazulita y la apatita.

Hace veinte años se produjo en Copiapó una pequeña cantidad de abonos con lazulita. La fabricación consistía en calcinar minerales escogidos con una ley mínima de 18 % de anhídrido fosfórico, molerlos en molinos Krupp y ventilarlos más o menos a 100 mallas. Se obtenía un abono de 17 a 19 % de anhídrido fosfórico total, del cual un 80 a 90 % era soluble al citrato de amonio. La producción se estima en sólo 900 toneladas y, a nuestro juicio, la industria no prosperó por falta de minerales de ley adecuada.

Los primeros ensayos del empleo de apatitas datan de 1915, fecha en que se lanzó al mercado una mezcla de harina de huesos con mineral molido; pero la lenta asimilación de la apatita cruda hizo fracasar la experiencia. Después, los productores de ácido sulfúrico fabricaron superfosfatos tratando las apatitas con este ácido. Tampoco se vieron favorecidos por los consumidores debido a que las tierras que necesitan fosfatos, Centro y Sur del país principal-

mente, son en su mayor parte de reacción ácida, de modo que la aplicación de los superfosfatos resultó inconveniente por ser éstos también ácidos.

Sólo cuando las apatitas se emplearon para elaborar abonos alcalinos, la nueva industria pudo cimentarse. En la actualidad existen dos importantes fábricas: una en Coquimbo, de la Cía. de Fosfatos de Chile y la otra en La Calera, de la Soc. Fábrica de Cemento El Melón. Ambas utilizan procedimientos patentados diferentes para solubilizar el fósforo contenido en el mineral.

La fábrica de Coquimbo produce el fosfato "Pelicano", cuya elaboración se inició en esa ciudad hace diez años con el nombre de fosfato "Germania" por la firma Bruno Weller y Cía. Ltda. El procedimiento consiste en calcinar en hornos fijos verticales una mezcla molida de apatita, salitre y carbón. Para obtener una tonelada de fosfato se requieren aproximadamente 800 kilos de apatita con ley mínima de 28 % de anh. fosfórico, 470 Kgs. de salitre y 130 Kgs. de carbón. Terminada la calcinación, durante la cual se pierden abundantes gases nitrogenados que escapan de los hornos a elevada temperatura, el clinker formado se tritura y finalmente se muele.

La composición del producto final, según análisis reciente de 6 partidas, que he tenido a la vista, es la siguiente:

ANÁLISIS DE FOSFATO "PELICANO"

Humedad.....	1.3 %	1.8 %	1.5 %	1.4 %	1.5 %	1.8 %
Anh. fosf. total.....	19.5 %	19.3 %	19.9 %	20.0 %	18.8 %	19.8 %
Anh. fosf. sol.....	17.0	16.6	17.4	17.3	16.1	17.5
Potasa sol.....	0.4	0.6	0.6	0.6	0.4	0.0

También desde hace diez años la fábrica de La Calera está entregando al mercado el fosfato denominado "Melón". Este abono se obtiene calcinando en hornos rotatorios una mezcla finamente molida de apatita, sulfato de sodio, cal y carbón, a una temperatura de 1.200° C. En el proceso no se recupera el calor de los humos ni tampoco el anhídrido sulfuroso que arrastran. Como en el caos anterior, basta moler el clinker resultante para tener el abono terminado.

La proporción de materias primas varía según la ley de la apatita y la marca del horno; puede estimarse que para producir una tonelada de abono se necesitan 800 Kgs. de apatita con ley media de 28 % de anhídrido fosfórico y 500 Kgs. de sulfato de sodio, cal y carbón. Para apreciar la composición de este fosfato indicaremos algunos análisis:

ANÁLISIS DE FOSFATO "MELÓN"

Aumedad.....	0.1 %	0.2 %	0.2 %	0.7 %	0.1 %	0.2 %
Hnh. fosf. total.....	21.4	19.9	22.5	22.2	20.5	20.8
Anh. fosf. sol.....	18.5	18.7	21.2	19.6	19.5	19.9

Las apatitas empleadas por la Cía. de Fosfatos de Chile proceden en parte de yacimientos de su propiedad, y en parte también, de otros que están controlados por ella mediante contratos adecua-

dos. La Soc. Fábrica de Cemento El Melón se abastece de sus importantes yacimientos de Los Choros y Cerrillos. Eventualmente ambas empresas compran apatitas a algunos mineros independientes que explotan sus depósitos en pequeña escala.

Tanto la fábrica de Coquimbo como la de La Calera tienen capacidad para producir 30.000 toneladas anuales de abono cada una y, en el hecho, las produjeron en 1943. En los años siguientes la de fosfato "Melón" ha mantenido su producción, mientras que la de "Pelicano" ha disminuído la suya a poco más de 20.000 toneladas.

Las instalaciones de ambas dejan que desear desde el punto de vista de su eficiencia: son anticuadas, originan movimientos inútiles del material y pierden los subproductos de la elaboración, todo lo cual influye desfavorablemente en los costos. Estamos informados de que las dos empresas tienen en estudio la instalación de nuevas fábricas con maquinaria moderna, que junto con aumentar su capacidad de producción puedan trabajar a más bajo costo. Este aspecto es particularmente importante, porque puede afirmarse que los fosfatos minerales, como también los molidos, son caros en nuestro país, lo que constituye un freno para la debida expansión del consumo.

En los últimos tiempos las fábricas han sufrido las consecuencias de la escasez de fletes marítimos y ferroviarios para transportar el abono a los centros consumidores y aún para su oportuno abastecimiento de materias primas.

Abonos compuestos

En 1945 se expendieron cuatro marcas de abonos compuestos con elementos fosfatados, a saber: el "Vitaterre" con 5 % de anhídrido fosfórico; el "Germinal" con 12 %; los "Taranto", veinticinco fórmulas con 5 a 15 %, y los "Cóndor", seis fórmulas con 7 a 14 %.

Estos abonos consisten en mezclas hechas de materia orgánica con diversos elementos fertilizantes, es decir, fósforo, nitrógeno, potasio y calcio. El fósforo se obtiene mediante la agregación de cualquiera de los abonos fosfatados simples de cuya producción nos hemos venido ocupando.

Las fábricas que se dedican a este negocio pueden elaborar fácilmente 15.000 toneladas al año y es probable que continúen ampliándose porque los abonos compuestos encuentran buena aceptación. En consecuencia, contribuirán a incrementar el consumo de abonos fosfatados a través de sus mezclas.

Es cierto que el precio de los abonos compuestos es mayor que el de la suma de sus componentes; sin embargo ofrecen ventaja de ser productos convenientemente equilibrados para las necesidades de los cultivos. También, desde un punto de vista general, permiten aprovechar mejor nuestras limitadas disponibilidades de fertilizantes, porque evitan las pérdidas que pueden producirse al aplicar un abono simple cuando el suelo carece de proporciones adecuadas de los otros elementos necesarios para la fertilidad.

III. — LOS YACIMIENTOS Y SUS RESERVAS

Las covaderas

Las covaderas están situadas en la costa desértica de las provincias de Tarapacá y Antofagasta, generalmente inmediatas al mar y a escasa altura. La única excepción es la de Mejillones que se encuentra rodeando el morro del mismo nombre a más de 500 metros sobre el nivel del mar. En las láminas anexas puede apreciarse la ubicación de los depósitos más importantes.

Estas acumulaciones de guano rojo provienen de excrementos y cadáveres de las aves que poblaron en otro tiempo nuestro litoral. Su edad se estima que varía desde pocos siglos hasta un millón de años. Las combinaciones nitrogenadas que contenía originariamente el material se descompusieron con facilidad y, en presencia de humedad suficiente, el nitrógeno se lixivió o escapó en forma de gases, quedando limitado el valor fertilizante del guano casi exclusivamente a su contenido de fósforo.

Probablemente las covaderas que aún conservan cierta ley de nitrógeno son las más modernas. En tal caso se encuentra especialmente la de Pabellón de Pica. A la inversa, la de Mejillones sería la más antigua porque apenas contiene décimas por ciento de nitrógeno.

La composición del guano rojo puede verse en los siguientes análisis completos practicados en 1945 por el químico Konstantin Jacoby:

ANÁLISIS COMPLETOS DE GUANO ROJO

	Guano	Paquica	Punta de Lobos
Anhidrido fosfórico total.....	21.58 %	19.33 %	21.85 %
Humedad.....	4.64	3.47	5.61
Silíce e insoluble.....	29.48	39.63	27.80
Materia orgánica, agua de combinación y anhídrido carbónico.....	5.36	5.11	11.98
Anhidrido sulfúrico.....	10.15	11.10	9.75
Oxidos de fierro y Aluminio.....	2.10	0.88	0.73
Oxido de magnesio.....	1.94	1.35	0.69
Alcalis.....	1.8	0.9	1.2
Oxido de calcio.....	22.42	18.05	20.18
Cloruros (como NaCl).....	0.70	0.05	0.20
Nitratos (como NaNO ₃).....	0.35	0.10	0.10

Respecto de las reservas de guano que contienen las covaderas se han venido haciendo desde mucho tiempo atrás numerosas estimaciones que generalmente no correspondían a la realidad. Ha sido frecuente suponerlas próxima a su agotamiento, pero las explotacio-

nes posteriores han demostrado que aún quedaban tonelajes apreciables. No faltan tampoco quienes hablen de reservas ascendentes a millones de toneladas; creemos que están igualmente equivocados porque la única cubicación sería que se ha hecho es la de un vasto sector de Mejillones y sólo arrojó algo más de 100.000 toneladas, a pesar de ser ésta la mayor covadera del país.

Opiniones tan dispares tienen su explicación en la forma extraordinariamente irregular que caracteriza a los depósitos y hace imposible en la mayoría de ellos practicar una cubicación propiamente dicha.

Hay covaderas, sin embargo, en que el guano se presenta en mantos relativamente continuos, como en Punta Gruesa, Pozo Toyo, Patache, y en parte Chucumata, Pabellón de Pica y Mejillones. Pero las cubicaciones resultarían caras, porque la mucha variación de los espesores de la sobrecarga y el manto útil exigiría hacer gran número de pozos o sondajes.

El caso más frecuente es el de yacimientos formados en depresiones irregulares del terreno llamadas "caletones", que resisten a cualquier intento de cubicación exacta. Además, las intensas explotaciones anteriores han producido grandes cantidades de desmontes y de granzas con proporciones variables de guano, que están diseminadas caprichosamente, cubriendo a veces depósitos de leyes inferiores.

Todas estas consideraciones demuestran que lo único hacedero por el momento es formular apreciaciones globales acerca del orden de magnitud de las reservas de guano.

Puede, sí, afirmarse que la mayor de las covaderas es la de Mejillones. Para estudiar si se justificaba instalar en ella un andarivel de cierta importancia, la Sociedad Chilena de Fertilizantes Ltda. procedió a cubicar su existencia en los años 1944 y 1945. El sector cubicado representa talvez una tercera parte del depósito y contiene 133.000 toneladas de guano con leyes que varían desde 37,8 hasta 5.6 % de anhídrido fosfórico. Además, en el mismo sector se cubicaron 60.000 toneladas de desmontes que podrían producir por simple harneeo unas 15.000 toneladas más de guano con leyes entre 15.6 y 4.8 %. Desde un punto de vista técnico éstas son las únicas cifras válidas en la actualidad.

Con todas las prevenciones del caso, haremos una estimación de las reservas posibles de guano rojo que existen en las principales covaderas. Nos hemos asesorado para ello de los funcionarios de la Sociedad explotadora que son, sin duda, quienes tienen un mejor conocimiento del estado actual de los depósitos. Separaremos las reservas en dos grupos: las de "guano comercial", es decir de ley superior a 15 % de elementos fertilizantes y las de "guano pobre" con ley inferior a la señalada.

ESTIMACIÓN DE LAS RESERVAS DE GUANO ROJO

Covadera	Guano Comercial	Guano pobre
✓ Punta Gruesa.....	10.000 tons.	10.000 tons.
✓ Cozo Toyo.....	15.000 "	—
✓ Chucumata.....	30.000 "	15.000 "
✓ Patache.....	20.000 "	50.000 "
✓ Pabellón de Pica.....	40.000 "	10.000 "
✓ Punta de Lobos.....	30.000 "	15.000 "
✓ Guanillos Norte.....	15.000 "	15.000 "
✓ Chipana.....	20.000 "	5.000 "
✓ Paquica.....	20.000 "	15.000 "
✓ Mejillones.....	300.000 "	100.000 "
✓ Otras menores.....	20.000 "	
TOTALES.....	520.000 tons.	235.000 tons.

En el cubo de Patache están incluidas las covaderas de Los Diques y Patillos que forman con aquélla un grupo más o menos continuo. Las otras covaderas menores son principalmente las de Punta Pichalo, Chonavaya, Alalá, Guanillos Sur, Cobija y Dos Tetas.

Con el objeto de aprovechar las existencias de guano pobre se han experimentado procedimientos de concentración mecánica por vía seca y húmeda, y también tratamientos químicos, sin haber logrado hasta ahora resultados definitivos. Las experiencias han tenido además en vista elevar la ley del guano comercial, como una manera de disminuir los costos por capítulo de envases, fletes, carga y descarga.

En Punta Pichalo se instaló una planta concentradora por vía seca basada en la separación del material mediante una corriente de aire. Este sistema se funda en que el mayor porcentaje de guano está contenido en los finos, lo que no siempre es exacto. Cuando el material se presenta mezclado con conchilla pulverizada o con sal marina como en los camotillos y costras molidas, el procedimiento tiene el inconveniente de concentrar también el carbonato de calcio o el cloruro de sodio, bajando la ley en fósforo del producto final.

En Punta de Lobos se experimentó la concentración por vía húmeda, disgregando el material en agua de mar y extrayendo enseguida una pulpa enriquecida con elementos fertilizantes en suspensión, que finalmente era secada al aire libre o por medio de un filtro al vacío. Como la experiencia anterior, ésta no condujo a resultados económicamente satisfactorios.

Por su parte, la Corporación de Fomento de la Producción efectuó en 1942 algunas experiencias de concentración del guano rojo por flotación, sin obtener éxito.

Durante el año 1944 la Sociedad Chilena de Fertilizantes Ltda. hizo un detenido estudio del problema empleando guano pobre de Mejillones y procedimientos mecánicos. La mejor solución se alcanzó ventilando el material en un jig pulsador, cuyo rechazo, some-

tido previamente a una molienda selectiva, volvía a tratarse en jig. De esta manera se obtuvieron concentrados de 20 % de anhídrido fosfórico con guano de 11 %; pero la recuperación total fué sólo de 58 %.

No estimando suficientemente favorable este resultado, la Sociedad encaminó sus estudios a la transformación del guano por vía química, en fosfatos de alta ley. Las investigaciones se encuentran actualmente en esta etapa y se puede adelantar que las pruebas realizadas no permiten abrigar todavía ningún optimismo.

De todo lo expuesto se desprende que el aprovechamiento de las existencias de guano pobre es aún bastante incierto, de modo que al considerar las reservas efectivas con que cuenta el país es prudente limitarlas a las de guano comercial que, como hemos visto, se pueden estimar en 520.000 toneladas; su ley media es del orden de 18 % de anhídrido fosfórico.

Existe la posibilidad de aumentar la producción de guano blanco, abono que también tiene ley de fósforo. Esta producción depende del número de aves guaníferas que llegan a nuestro litoral y del período que permanecen en él. Hasta ahora las acumulaciones proceden sólo del estacionamiento de las aves, no del anidamiento que es el que las produce mayores. En informe reciente, el técnico norteamericano W. Vogt, después de visitar las costas de nuestras provincias del Norte, sostiene que podemos esperar un considerable aumento de guano blanco siempre que se adopte una política administrativa tendiente a proteger a las aves, acondicionar nuestras islas a sus costumbres y facilitarles el anidamiento. Sin embargo, carecemos de estudios sistemáticos sobre las posibilidades de alimentación que ofrecen nuestros mares a las aves guaníferas y, en general, sobre todos los factores que determinan su aclimatación, de manera que nos parece prematuro hacer cualquiera afirmación categorica respecto a las futuras producciones de guano blanco.

El yacimiento de lazulita

En la provincia de Copiapó, a 8 kilómetros de la ciudad del mismo nombre, existe un yacimiento de lazulita que es el único conocido en Chile. La lazulita es un fosfato hidratado de aluminio con cantidades variables de magnesio y hierro, que corresponde a la fórmula $(Fe Mg) O \cdot Al_2O_3 \cdot P_2O_5 \cdot H_2O$.

El yacimiento de Copiapó consiste en una impregnación de lazulita de un manto de areniscas intercalado en la formación porfirítica, con dos metros más o menos de potencia. La impregnación es bastante irregular y en la mayor parte del yacimiento, sumamente pobre, pues los muestreos recientes sólo han evidenciado desde indicios hasta leves de 7.5 % de anhídrido fosfórico. Las manifestaciones de lazulita abarcan una extensión aproximada de 1.200 metros por 700 metros.

No existe mineral a la vista de leyes altas y se estima que en caso de ser posible efectuar un escogido, no pasaría de 800 toneladas el mineral de 18 % cuya existencia podría asegurarse actualmente en el yacimiento. En cambio puede admitirse que las reservas de mi-

nerales del orden de 6 % de ley sean de alguna importancia; pero la falta de reconocimientos adecuados impide dar cifras al respecto.

En todo caso, el aprovechamiento de estas reservas esta sujeito a los resultados que se alcancen en la concentración del mineral y en la solubilización del fósforo que contiene. Los estudios practicados ultimamente por la Corporación de Fomento han revelado las dificultades de estos problemas.

En efectó, se hicieron pruebas sistemáticas de flotación con un común metalúrgico cuya composición, más rica que el promedio del yacimiento, era la siguiente:

ANÁLISIS COMPLETO DE LAZULITA

Sílice.....	65.64 %	✓
Anhidrido fosfórico.....	11.15 "	✓
Alúmina.....	15.21 "	✓
Oxido de fierro.....	1.85 "	✓
Magnesia.....	1.80 "	✓
Cal.....	2.00 "	✓
Agua total.....	2.10 "	✓

Y pudo elevarse la ley hasta 33.9 % de anhidrido fosfórico, pero con una recuperación de sólo 31.9 %, debido principalmente a que no tuvieron éxito las experiencias realizadas para concentrar la lazulita contenida en las lamas (material de menos 200 mallas).

Tampoco llegaron a conclusiones satisfactorias las pruebas de solubilización de la lazulita contenida en los concentrados, lo que tiene señalada importancia desde el punto de vista comercial, porque este abono debería venderse de acuerdo con su contenido de anhidrido fosfórico soluble. Las muestras calcinadas a temperaturas de 600 a 930°C alcanzaron a tener apenas un 55 % de su anhidrido fosfórico total, soluble en citrato de amonio.

En resúmen, nuestras reservas de lazulita son de escasa magnitud y no presentan hasta ahora valor práctico alguno como fuente de materias primas para elaborar abonos fosfatados.

Los yacimientos de apatita

La apatita es un fosfato de calcio con proporciones variables de cloro y fluor. En Chile existen unicamente cloro-apatitas, cuya fórmula es $\text{Ca}_5(\text{CaCl})(\text{PO}_4)_3$ y en cuya composición teórica hay un 41 % de anhidrido fosfórico.

Todos los yacimientos de apatita conocidos en el país están situados en las provincias de Atacama y Coquimbo, dentro de una faja de 250 kilómetros de largo de Norte a Sur por 10 kilómetros de ancho, como puede verse en la lámina anexa. Existe otro yacimiento ubicado más al Norte, en Chañaral, pero es de escasa importancia por su reducida magnitud, aunque tiene minerales de alta ley.

Los geólogos que han informado hasta ahora sobre el origen de los yacimientos sostienen que la mayor parte de ellos presentan ca-

racterísticas de vetas hidrotermales más o menos bien definidas; que los hay también de segregación magmática y, finalmente, que otros constituyen transiciones entre yacimientos hidrotermales y de segregación magmática.

Las vetas hidrotermales tienen la ventaja de su regularidad, pero no son ricas en minerales de alta ley. Los yacimientos de segregación magmática, irregulares de por sí, presentan enriquecimientos locales de apatita de buena calidad y en el resto mineral muy mezclado con anfíbola y magnetita.

A juicio del geólogo Jorge Muñoz Cristi, ni en las vetas hidrotermales ni en los bolsones de segregación magmática pueden esperarse grandes profundidades. Cree sin embargo, que en las vetas de segregación magmática hay posibilidades de llegar a profundidades de 100 metros, tal vez no en un só cuerpo sino en varios ubicados sobre un mismo eje vertical.

Para apreciar la composición del mineral daremos dos análisis de apatitas procedentes del yacimiento de Los Choros, advirtiendo que en otros depósitos se observan diferencias importantes en la ley de fierro, que a veces tiene valores insignificantes.

ANÁLISIS DE APATITA DE LOS CHOROS

Sílica.....	10.40 %	8.40 %
Anhidrido fosfórico.....	27.85	24.68
Cal.....	37.28	36.00
Oxido férrico.....	17.28	24.96
Alúmina.....	2.08	1.52
Magnesia.....	indicios	indicios
Cloro.....	4.96	4.61
Anhidrido carbónico.....	indicios	no hay

Como las apatitas son nuestra fuente principal de materia prima para elaborar abonos fosfatados, es de sumo interés conocer la magnitud de las reservas. Desgraciadamente, no hay estudios oficiales recientes al respecto y la mayor parte de los yacimientos están en manos de la Compañía de Fosfatos de Chile y la Sociedad Fábrica de Cemento El Melón, empresas ambas que o no tienen cubicaciones o han estimado conveniente guardar reserva sobre ellas.

Hay, si, antecedentes de algunos años atrás que arrojan luz sobre la materia. En 1942 la Corporación de Fomento de la Producción encomendó al Depto. de Minas y Petróleo un estudio general de los yacimientos de apatita, con la única excepción de los que poseía la Soc. Fábrica de Cemento El Melón: Los Choros y Cerrillos. Además, existe un trabajo del ingeniero Enrique Vial fechado en 1940, que proporciona informaciones sobre estos dos últimos yacimientos.

Durante el estudio del Depto. de Minas y Petróleo se hicieron cateos y trabajos superficiales de reconocimiento en la mayor parte de los afloramientos y fueron muestreadas las minas en explotación. Se pudo formular así una estimación del mineral probable de

ley comercial, es decir de 28 % de anhídrido fosfórico en promedio, y del mineral de leyes inferiores.

RESERVAS DE APATITA DE LEY COMERCIAL

YACIMIENTO	MINERAL PROBABLE	
	Tons.	Ley
Lagunillas.....	54.000	28 %
Cristóbal Colón.....	3.000	28
Industrial I.....	6.300	30
Industrial II.....	31.400	27
Quebrada "El Cepo".....	12.000	27
El Molle.....	32.500	28
Matilde.....	15.750	28
Los Abrojos.....	2.000	28
La Higuera.....	2.200	28
El Guanaco.....	22.140	28
Juana.....	5.000	32
Martincito.....	18.750	28
Las Lajas.....	20.000	26
Los Barros.....	24.000	28
Arrayán.....	22.500	28
TOTAL.....	271.540	28 %

En cuanto a las reservas de baja ley, fueron estimadas en 2.000.000 de toneladas con 10 % de anhídrido fosfórico.

Con posterioridad al estudio de que nos estamos ocupando, varios de los yacimientos comprendidos en él fueron adquiridos o tomados bajo su control por la Compañía de Fosfatos de Chile. Esta firma ha practicado importantes labores de reconocimiento, incluso a profundidad, pero hasta ahora no ha dado a conocer los resultados obtenidos.

El trabajo del ingeniero Vial atribuye a los yacimientos de la Soc. Fábrica de Cemento El Melón, Los Choros y Cerrillos, 100.000 y 500.000 toneladas respectivamente, de leyes comerciales. No obstante, por algunas informaciones que hemos recogido nos inclinamos a creer que el segundo de estos yacimientos es de ley inferior y es preciso mezclar sus minerales con los del primero para obtener la materia prima que requiere el procedimiento industrial.

Desde las fechas de las estimaciones anteriores las dos fábricas de fosfatos minerales han consumido alrededor de 300.000 tons. de apatita de alta ley. En consecuencia, las reservas actuales estarían reducidas a 570.000 toneladas sin considerar las de baja ley, que permanecen intactas. Como en los últimos años se han hecho constantes exploraciones en busca de apatita, resulta justificado suponer que dichas reservas han aumentado, pero no creemos prudente estimar-

las en más 800.00 toneladas. Los reconocimientos a profundidad podrían alterar sustancialmente esta cifra y aún cuando no deberían fundarse en ellos muchas expectativas, según las opiniones de los geólogos, se esperan con sumo interés los resultados que obtenga la Compañía de Fosfatos de Chile.

Para aprovechar integralmente las reservas de apatita será preciso concentrar los minerales de baja ley que, como se ha visto, son bastante abundantes. La Sociedad Fábrica de Cemento El Melón se ha preocupado del problema, pero no sabemos si lo ha resuelto satisfactoriamente. En cambio, conocemos los trabajos realizados en este sentido por dos Instituciones semifiscales: la Caja de Crédito Minero y la Corporación de Fomento.

La primera hizo experiencias de concentración de apatitas en su laboratorio metalúrgico a principios de 1930. A juzgar por el alto contenido de óxido férrico que analizaron las muestras empleadas en la investigación, el mineral procedía del yacimiento de Los Choros. Las pruebas se iniciaron por flotación, pero luego se estimó conveniente eliminar primero el fierro por el procedimiento eletro-magnético seco. Con este procedimiento se consiguieron buenos resultados, pues partiendo de minerales de 25.68 % se llegó a concentrados de 33.18 % con una recuperación de 96.5 %. El ingeniero que condujo la investigación cree que con una repetida exposición del material en el campo magnético podría elevarse la ley del concentrado a 35 % con recuperaciones de 85 a 90 %. Se hicieron también pruebas de flotación del producto libre de material magnético, pero no fueron favorables.

Más tarde, en 1943, la Corporación de Fomento de la Producción practicó una nueva investigación en el Laboratorio Metalúrgico de la Universidad de Chile, con apatitas procedentes de los yacimientos de Lagunillas, El Molle y Arrayán. Esta vez se prescindió del procedimiento eletromagnético, en atención a que algunas de las muestras contenían escasa ley de fierro, y las experiencias se concretaron a un estudio sistemático de tratamiento de los minerales por flotación.

Los resultados obtenidos por la Corporación fueron muy satisfactorios: partiendo de leyes de 15 a 20 % se llegó a concentrados de 31 % de anhídrido fosfórico y partiendo de 12.5 % los concentrados llegaron a 28 %. En cuanto a las recuperaciones, en todas pruebas finales fueron del orden de 90 %.

Sin embargo, los cálculos económicos del costo de la concentración demostraron que mientras sea posible obtener directamente de la mina apatita de ley comercial, resultará más ventajoso hacerlo que recurrir a la flotación de los minerales de baja ley.

De todos modos, podemos afirmar que las reservas de apatita de baja ley podrán aprovecharse fácilmente, llegado el caso, en la elaboración de abonos. Y ya hemos dicho que alcanzan a 2.000.000 de toneladas con 10 % de ley media.

IV. — LAS NECESIDADES DE ABONOS FOSFATADOS

Efectos de la aplicación de fosfatos al suelo

Como es sabido, los abonos fosfatados son nutritivos de las plantas, favorecen la formación de los tallos y la constitución resistente de las raíces, aceleran la maduración sin hacerla anormal y corrigen el atraso que provoca la aplicación excesiva de sustancias nitrogenadas. Pero su efecto más notable es el de mejorar la calidad de los granos y frutos e influir más directamente que los otros fertilizantes en el aumento de la producción.

La constatación empírica de este último efecto es seguramente lo que ha inducido a nuestros agricultores a interesarse cada vez más por el empleo de los fosfatos.

Carecemos todavía de una Carta Agrológica que nos permita conocer las deficiencias de fósforo de las distintas zonas del país, y están apenas en comienzo los ensayos culturales sistemáticos que servirán para dar base científica a las abonaduras. No obstante, algunos estudios realizados ultimamente han venido a evidenciar en forma cuantitativa la eficacia de los abonos fosfatados.

Hace dos años se efectuaron ensayos culturales con trigo y avena en diez fundos de la provincia de Osorno. — En cada fundo se cultivaron simultáneamente varias parcelas de un mismo tipo de suelo: una se dejó sin abono, para testigo; a otra se le aplicó la fórmula completa incluyendo la cal como enmienda (P.K.N.Ca), y en cada una de las demás se aplicaron tres de los cuatro elementos eliminando uno sucesivamente. En el cuadro siguiente compendiamos los resultados obtenidos, asignando el índice 100 al testigo sin abono.

ENSAYOS CULTURALES DE LA PROVINCIA DE OSORNO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio
Testigo..... (sin abono)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Abono completo..... (P.K.N.Ca)	148	119	159	119	131	113	144	127	141	148	134.9
Sin fósforo..... (K.N. Ca)	115	115	96	119	114	110	93	100	119	138	111.9
Sin potasio..... (P.N. Ca)	149	126	137	118	131	100	143	129	128	123	128.4
Sin nitrógeno..... (P.K. Ca)	148	100	136	110	131	107	148	134	134	109	125.7
Sin calcio..... (P.K.N.)	143	118	—	—	—	102	150	130	124	—	127.8

El promedio de los resultados de los diez fundos es claramente favorable al empleo del abono fosfatado. El abono completo produjo un mayor rendimiento de 34.9 % en las cosechas; sin fósforo el mayor rendimiento decayó a 11.9 %, en tanto que manteniendo el fós-

foro y eliminando cualquiera de los otros tres elementos, osciló entre 25.7 y 28.4 %.

No menos interesantes son los ensayos oficiales hechos con trigo por la Dirección General de Agricultura durante la temporada 1945-1946 en cuatro localidades del país, distantes entre sí, aplicando diferentes abonos fosfatados a razón de 70 kilos de anhídrido fosfórico por hectárea, en suelos que habían recibido 250 kilos de salitre y 2.000 kilos de carbonato de calcio, también por hectárea. He aquí el resultado.

EFFECTOS DE LOS DIFERENTES ABONOS FOSFATADOS

ABONO	LOCALIDAD				Promedio
	Paine	Cauquenes	Collipulli	Los Angeles	
Testigo sin abono.....	100	100	100	100	100
Guano rojo.....	110	126	147	136	129.2
Fosf. "Pelicano".....	113	109	167	140	132.2
Fosf. "Melón".....	114	149	163	140	141.5

El mayor rendimiento fué de 29.2 a 41.5 % en promedio. El guano rojo aparece como menos eficaz que los fosfatos minerales, pero esto obedece principalmente a que es de absorción más lenta; se estima que en el primer año se aprovecha sólo un 50 % del fósforo contenido en el guano, mientras que los otros fosfatos actúan en proporción algo mayor.

Los ensayos expuestos no pueden considerarse concluyentes, toda vez que deberían continuarse durante el ciclo de cuatro o cinco años que abarca una rotación cultural completa; pero son suficientemente ilustrativos para apreciar la eficacia de la aplicación de fosfatos.

Estimación de las necesidades nacionales

Por encargo de la Corporación de Fomento el ingeniero agrónomo don Víctor M. Valenzuela, profesor de Suelos de la Universidad de Chile, hizo en 1941 una estimación de las necesidades de fosfatos de nuestros terrenos agrícolas. A su juicio, los suelos de las zonas Central y Sur del país requieren 395.000 toneladas anuales de abonos fosfatados con ley media de 23 % de anhídrido fosfórico, lo que representa 90.000.000 de unidades al año. Conforme a esta estimación el consumo efectivo de 1945 fué apenas un 20 % de las necesidades.

El cálculo está hecho sobre la base de abonar 1.675.000 hectáreas, pero el mismo Sr. Valenzuela advierte que las necesidades deberán aumentar a medida que aumente también la superficie culti-

vada del país. Tal consideración amplía apreciablemente las expectativas de consumo, pues la superficie de terrenos arables, según una encuesta practicada en 1943 por la Dirección General de Agricultura, llega a 6.241.903 hectáreas.

TERRENOS ARABLES DE CHILE

Con cultivos anuales.....	1.228.384	hectáreas
Con praderas artificiales.....	1.300.590	"
Con praderas naturales.....	2.897.476	"
Con barbechos.....	628.413	"
Con frutales y viñas.....	187.040	"
Total de terrenos arables.....	6.241.903	hectáreas

En Agosto último la Comisión de Agricultura del Instituto de Economía Agrícola elaboró un estudio sobre abonos, en el cual se hace también una estimación de las necesidades nacionales de fósforos. Las calcula en 450.000 toneladas anuales de abono con 20 % de ley, o sea, en las mismas 90.000 toneladas de anhídrido fosfórico señaladas por el Sr. Valenzuela.

Si aceptamos que son los terrenos del Centro y Sur del país los que necesitan abonos fosfatados, podemos concluir que éstos deben ser de preferencia productos neutros o alcalinos porque en dichos terrenos predominan los de reacción ácida. En efecto, los pH determinados en la región considerada son los que consigna el cuadro siguiente:

REACCIÓN DE LOS SUELOS

PROVINCIA	pH	PROVINCIA	pH
Aconcagua.....	7.2 — 7.6	Concepción.....	5.2 — 6.6
Valparaíso.....	5.65 — 7.4	Arauco.....	5.3 — 5.5
Santiago.....	6.0 — 7.8	Bío-Bío.....	5.8 — 6.3
O'Higgins.....	5.9 — 7.15	Malleco.....	5.4 — 6.2
Colchagua.....	5.94 — 6.7	Cautín.....	5.9 — 6.71
Curicó.....	5.8 — 6.2	Valdivia.....	5.1 — 6.6
Talca.....	6.1 — 6.4	Osorno.....	5.5 — 6.5
Maule.....	5.9 — 6.19	Llanquihue.....	5.25 — 5.5
Linares.....	5.68 — 6.4	Chiloé.....	5.1 — 5.4
Nuble.....	5.8 — 6.3		

Con todo, puede preverse que el mercado absorbería una cuota, aunque reducida, de abonos fosfatados ácidos. Es probable que en algunas localidades de las provincias centrales estos abonos serían preferidos a los que se expenden actualmente.

Resumiendo, las dos estimaciones de las necesidades nacionales de abonos fosfatados, únicas que conocemos hechas por personas u

organismos con la solvencia técnica necesaria, concuerdan en fijarlas en 90.000.000 de unidades (kilos) de anhídrido fosfórico al año. Este tonelaje tiene que cubrirse principalmente con abonos neutros o alcalinos.

V. — EXPECTATIVAS DE LA PRODUCCION Y DEL MERCADO

Aumento probable de la producción

La industria de abonos fosfatados está trabajando al máximo que el es posible en las circunstancias actuales. Como queda demanda insatisfecha y las condiciones de trabajo tienden a mejorar, debe esperarse un aumento de la producción en plazo más o menos breve.

La Sociedad Chilena de Fertilizantes Ltda. podrá suministrar 50.000 toneladas anuales de guano rojo en cuanto disponga de fletes marítimos suficientes para transportarlas a los puertos del Centro y Sur del país. El problema de los fletes marítimos está en vías de solución gracias a las iniciativas de los armadores y de algunos organismos del Estado, tendientes a vigorizar la marina mercante nacional.

De las fábricas de huesos molidos no podemos esperar mayor producción por las limitaciones de su materia prima que señalamos al tratar de esta industria.

Una vez resuelto el problema de los transportes marítimos y ferroviarios, la Compañía de Fosfatos de Chile y la Sociedad Fábrica de Cemento El Melón incrementarán sin duda su producción de fosfatos minerales, aún con las instalaciones que tienen actualmente. Y como las dos empresas proyectan ampliar y racionalizar sus fábricas, resulta justificado suponer que el incremento será de importancia. Sin embargo, habida consideración a los recursos de materia prima con que cuentan y a las posibilidades inmediatas del mercado consumidor, creemos que no llegarán más allá de 100.000 toneladas anuales en conjunto.

Es poco probable que se instalen nuevos productores de fosfatos minerales, porque fuera de los yacimientos controlados por los dos actuales, no parece haber otros con reservas suficientes para abastecer a una fábrica siquiera de mediana capacidad.

En consecuencia, la producción anual probable de abonos fosfatados en un futuro próximo es la que resumimos en el cuadro siguiente:

PRODUCCIÓN PROBABLE DE ABONOS FOSFATADOS

ABONO	Toneladas métricas	Ley media	Unidades de P ₂ O ₅
Guano rojo.....	50.000	18 %	9.000.000
Huesos molidos.....	10.000	26	2.600.000
Fosfatos minerales.....	100.000	20	20.000.000
TOTALES.....	160.000	—	31.600.000

Duración de las reservas de materias primas.

Veamos ahora como responden las reservas de materia prima a la producción probable de abono que hemos indicado.

Las covaderas con sus 520.000 toneladas de guano comercial tendrían capacidad para una explotación de 10 años. Si se encontraran procedimientos técnica y económicamente satisfactorios para aprovechar los guanos pobres, cuya ley media puede estimarse en 12 %, suponiendo una recuperación de 80 % para tales procedimientos, las reservas podrían producir

$$\frac{235.000 \times 0.12 \times 0.8}{0.18} = 125.000 \text{ tons. de abono de } 18 \%$$

es decir, para dos o tres años más de explotación.

Quedaría por considerar la posibilidad de que se descubran nuevas covaderas, pero no podemos atribuirle importancia porque desde hace muchos años todas las exploraciones practicadas han resultado estériles. Las covaderas conocidas actualmente lo eran ya desde antiguo.

Las 800.000 toneladas de apatita de 28 % de anhídrido fosfórico podrían abastecer a la industria también por 10 años. En efecto, la recuperación de los procesos de solubilización en uso es de 90 %, de manera que dichas reservas proporcionarán

$$\frac{800.000 \times 0.28 \times 0.9}{0.20} = 1.000.000 \text{ de tons de abono de } 20 \%$$

Es de prever que tarde o temprano la industria recurrirá a los minerales de baja ley. — Con los datos que hemos anotado sobre las reservas y su ley media y sobre las recuperaciones alcanzadas en el procedimiento de recuperación y en el de solubilización, podrán obtenerse con estos minerales

$$\frac{2.000.000 \times 0.10 \times 0.81}{0.20} = 810.000 \text{ tons. de abono de } 20 \%$$

lo que permitiría mantener la elaboración por 8 años más.

En el caso de los yacimientos de apatita las posibilidades de nuevos descubrimientos son mejores que en el caso de las covaderas. Las exploraciones de los últimos años han tenido algunos resultados positivos y no deben desestimarse las expectativas cifradas en los reconocimientos a profundidad.

Pero entretanto nuestra industria de abonos fosfatados no tiene base segura para un mayor desarrollo ni perspectivas de mucha duración, a causa de la limitada magnitud de sus reservas de materia prima.

El mercado y su abastecimiento

Según hemos visto, las necesidades nacionales de abonos fosfatados se estiman en 90.000.000 de unidades de anhídrido fosfórico al año, cifra que deberá ser revisada más adelante en atención al aumento del área cultivada. La producción probable de 31.600.000 unidades representaría sólo un 35 % de las necesidades, de modo que estaríamos ante un déficit considerable.

No obstante, una cosa son las necesidades teóricas de abono y otra muy distinta la demanda efectiva del mercado. Esta última está determinada por numerosos factores, entre ellos: la educación técnica de los agricultores, los resultados que han obtenido en abonaduras anteriores, la propaganda, el crédito y sobre todo el precio de venta tanto del abono como de los productos agrícolas.

Actualmente hay déficit de abonos fosfatados, es decir, la producción es inferior a la demanda efectiva. Creemos también que el mercado tenderá a un aumento progresivo porque casi todos los factores que señalamos más arriba están influyendo favorablemente; el único adverso es el alto precio de la mayoría de los abonos nacionales.

Si la producción aumenta en los años inmediatos hasta el tonelaje probable que le hemos atribuido, podrá cubrir el déficit; pero su equilibrio con la demanda no será duradero, ya que por un lado tendremos una producción con escasas posibilidades de desarrollo y por el otro una demanda creciente.

Mucho más grave será la situación cuando se agoten las reservas de materia prima. Diez o veinte años son un plazo breve para la vida de un país. Y el mantenimiento de los índices de producción agrícola necesarios para alimentar a la población, está en parte subordinado a la aplicación constante de abonos fosfatados a los suelos.

De ahí la importancia que tiene preocuparse desde luego de la forma como podremos abastecernos en algunos años más de las cuotas indispensables de abonos fosfatados o de materias primas para elaborarlos en el país.

Son los países de América los llamados a procurarnos este abastecimiento y aprovechar el interesante mercado que les ofrecerá Chile. Para ello el primer paso es explorar y estudiar sus propios recursos de minerales fosfóricos.

Más aún, creemos que habría probabilidades inmediatas para la importación de productos fosfatados, siempre que pudieran obtenerse a precios convenientes; esta importación se facilitaría mediante un intercambio con otros productos mineros que nosotros estamos en condiciones de suministrar ventajosamente, como el salitre, el azufre, el bórax y muchos más.

VI. — RESUMEN Y CONCLUSION

Resúmen

I. — El rubro de mayor importancia dentro del consumo chileno de fertilizantes es el de los abonos fosfatados. En 1945 se consumieron, en cifras globales, 88.700 toneladas con ley media de 20 % de anhídrido fosfórico y un valor total estimado de \$ 127.000.000. Todo el consumo fué abastecido por la industria nacional.

II. — En este capítulo se expone el desarrollo y el estado actual de la industria productora, dando a conocer sus métodos de trabajo, el análisis químico de los distintos productos y la capacidad de cada empresa.

III. — Los recursos de materia prima con que se cuenta son las covaderas de guano rojo, un yacimiento de lazulita y numerosos de apatita, aparte de los huesos procedentes del beneficio de animales. Junto con explicar la formación característica de los depósitos y la composición del material que suministran, se hace un inventario de las reservas existentes. Las de guano rojo se calculan en 520.000 toneladas con ley superior a 15 % de anhídrido fosfórico y 235.000 toneladas con ley inferior; las de lazulita carecen de valor práctico por el momento debido a la pobreza de su contenido fosfórico, y las de apatita se estiman en 800.00 toneladas de mineral con ley suficiente para el tratamiento industrial, 28 % de anhídrido fosfórico en promedio, y 2.000.000 de toneladas de baja ley. Para aprovechar las reservas de baja ley, tanto de guano como de lazulita y apatita, se han practicado numerosas investigaciones sin obtener resultados satisfactorios sino con las apatitas. Hasta ahora la industria utiliza sólo el mineral rico.

IV. — Los ensayos culturales demuestran la eficacia de la aplicación de fosfatos a los suelos chilenos para aumentar el rendimiento de las cosechas. Las necesidades teóricas de abonos fosfatados alcanzan a 450.000 toneladas anuales con 20 % de ley, que deben ser principalmente de abonos neutros o alcalinos a causa de la acidez de los suelos.

V. — Puede esperarse que la industria nacional aumente su producción en un futuro inmediato a 160.000 toneladas de abono con ley de 20 %. En tal caso las reservas de materia prima aseguran el abastecimiento de la industria por diez años y, en el evento de que se aprovechen las de baja ley, por algunos años más. La producción indicada bastará para suplir el déficit actual de estos abonos; pero la industria tiene escasas posibilidades de mayor desarrollo, el aumento progresivo de la demanda creará un nuevo déficit aún antes del agotamiento de las reservas.

Conclusión

Chile se abastece a sí mismo de abonos fosfatados; pero cuenta con reservas limitadas de materia prima para elaborarlos, por lo cual es probable que deba recurrir a la importación en un plazo relativamente breve. Son los países de América los llamados a procurarle este abastecimiento y aprovechar el nuevo mercado que les ofrecerá. Por consiguiente, sería de mutua conveniencia que dichos países exploraran y estudiaran sus recursos naturales de minerales fosfóricos.

SANTIAGO, Septiembre de 1946.

OBRAS Y TRABAJOS CONSULTADOS

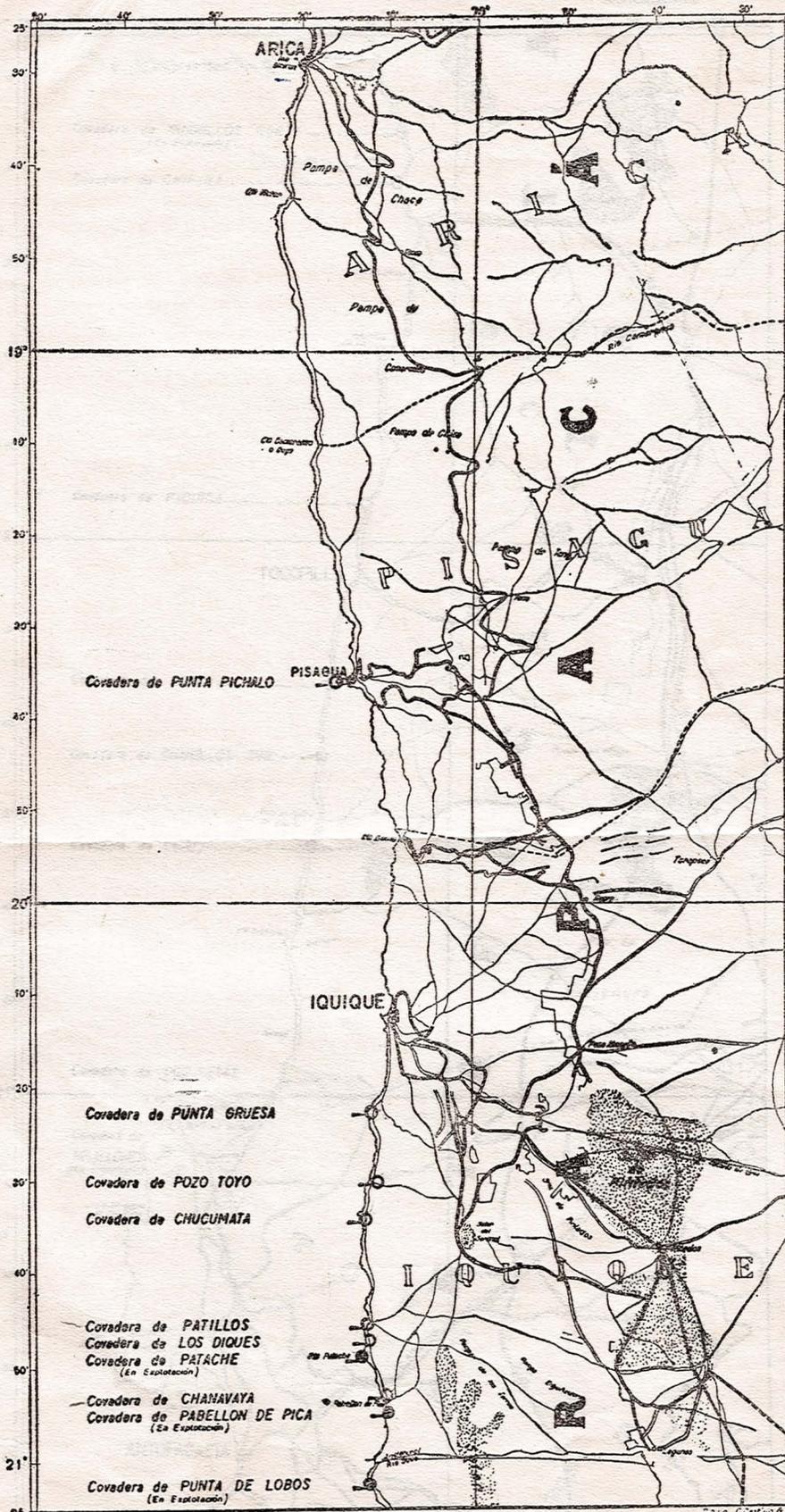
- BARANOVSKY SALOMON. — "Informe sobre el yacimiento de lazulita del Sr. Esteban Toro Pinedo". 1945 (x)
- BRUGGEN JUAN. — "Geología de las guaneras de Chile". 1939
- ESPINOSA JUAN F. — "Estudios sobre tratamientos de concentración de apatitas". 1943 (x)
- ESPINOSA JUAN F. — "Concentración de lazulita". 1946 (x)
- FLORES W. HECTOR. — "Informe sobre el yacimiento de lazulita de Copiapó". 1942 (xx)
- INSTITUTO DE ECONOMIA AGRICOLA. — "Informe sobre abonos". 1946 (xx)
- KRULL GUILLERMO. — "Estudio sobre dos guaneras". Boletín de la Sociedad Nacional de Minería". 1894
- KYLING BRUNO. — "Ensayos culturales agrícolas". Revista Unión Agrícola del Sur. 1945
- MATTHEI ADOLFO. — "Suelos y Abonos". 1942
- MEBUS RODOLFO. — "Informe sobre abonos fosfatados". 1939 (xx)
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. — "Plan Agrario". 1945
- MUNOZ C. JORGE. — "Informe sobre los yacimientos de apatita de las provincias de Atacama y Coquimbo". Boletín del Depto. de Minas y Petróleo. 1931
- REYES GUSTAVO. — "Informe sobre concentración de muestras minerales que contienen apatitas de cloro como pasta útil". Boletín del Depto. de Minas y Petróleo. 1933
- REYES GUSTAVO. — "Beneficio de guanos de covaderas a base de concentración neumática". 1944. (xxx)
- THUMM CARLOS. — "Estudio general de los yacimientos de apatita en las provincias de Coquimbo y Atacama". 1942 (x)
- VALENZUELA VICTOR M. — "Necesidades reales de fertilizantes para los distintos suelos según los cultivos habituales". 1941 (x)
- VAL ENRIQUE. — "Estudio preliminar sobre la producción de abonos fosfatados a base de apatita". 1940 (x)
- VILA TOMAS. — "Recursos minerales no-metálicos de Chile". 1936
- VILA TOMAS. — "Industria chilena de fertilizantes". 1942
- VOGT WILLIAM. — "Más guano blanco". 1945
- WAINER ALFREDO. — "Estudio sobre la relación pH-lluvia en Chile". 1945
- ZORRILLA RAUL. — "Yacimiento de lazulita de don Esteban Toro Pinedo". 1942 (x)

(x) Trabajo inédito elaborado para la Corporación de Fomento de la Producción.

(xx) Inédito.

(xxx) Trabajo inédito elaborado para la Sociedad Chilena de Fertilizantes Ltda.

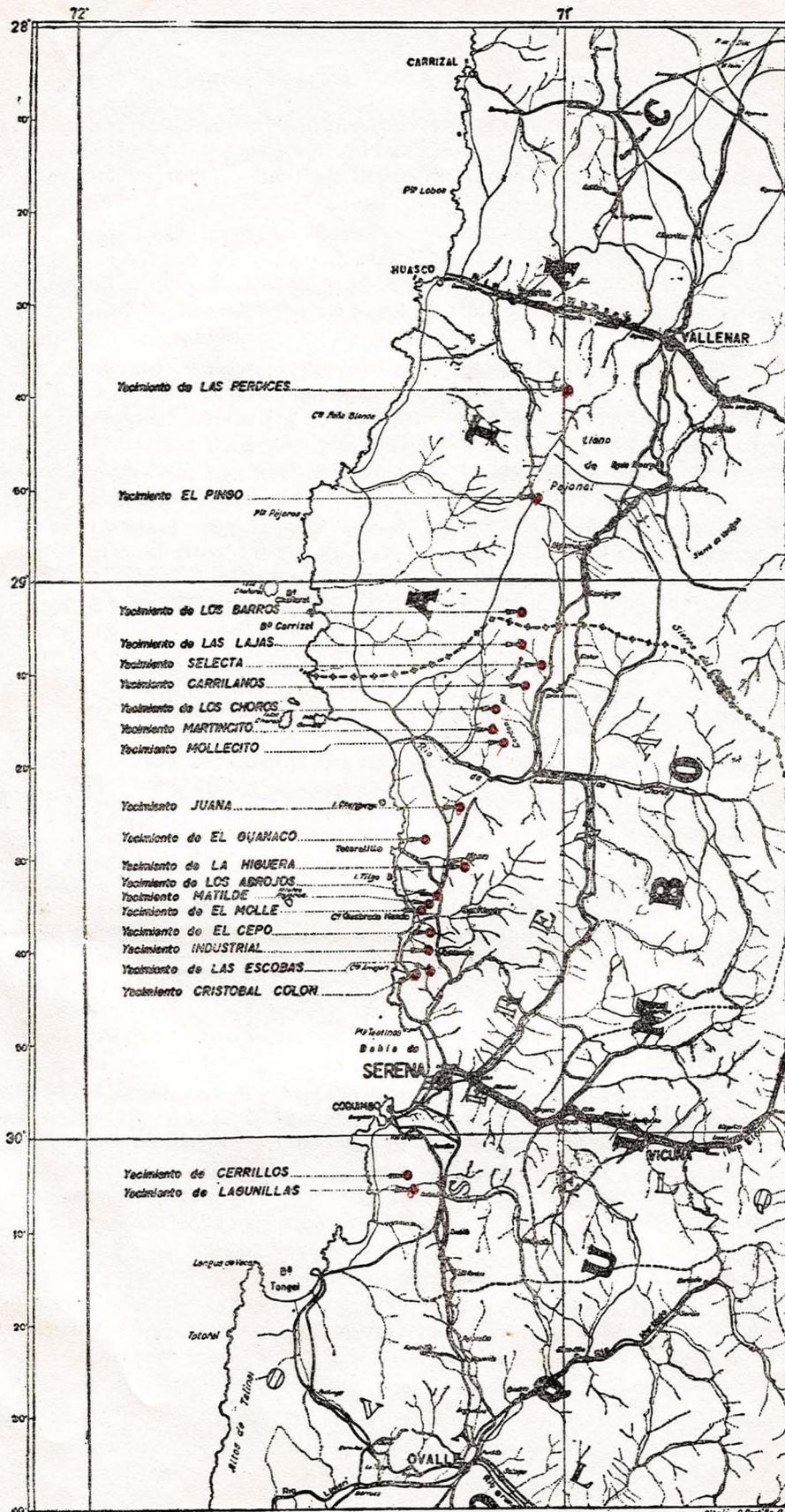




4

Esc. C. Castillo & Talleres S.A. 1964

Yacimientos de APATITA



ESCALA



Elaborado: C. Castillo G.
Fecha: 11-sep-66