

La Expedición Malaspina y la cartografía sobre Chile¹

JOSÉ IGNACIO GONZÁLEZ LEIVA²

RESUMEN

La expedición científica comandada por Alejandro Malaspina y realizada bajo el auspicio de la corona española entre 1789 y 1794 hacia sus posesiones de ultramar, tuvo entre sus objetivos, el levantar cartografía hidrográfica de los territorios que ella cruzara. Entre estos espacios geográficos se encontraba la gobernación de Chile, territorio en el cual se recoge abundante información astronómica y geodésica de diversos lugares que hoy forman parte de la República de Chile. Se localizan geográficamente numerosos lugares y se levantan planos de sus principales puertos como San Carlos de Chiloé, Talcahuano, Valparaíso, Coquimbo y Arica, así como también cartas esféricas en que se reseña el litoral chileno. Al mismo tiempo, también se ejecutan cartas terrestres que abarcan parte del Chile actual.

El trabajo cartográfico realizado por la expedición en su viaje en general y en la gobernación de Chile en particular, permitió por una parte ver cumplido con éxito el objetivo principal, así como también dejó para el territorio chileno, un valioso legado para su cartografía terrestre y especialmente para su cartografía náutica o hidrográfica.

ABSTRACT

The scientific expedition commanded by Alejandro Malaspina and sponsored by the Spanish Crown between 1789 and 1794 to its overseas possessions, had between its objectives to make hydrographic cartography of the territory where it passed. Between these geographic spaces was the *gobernación de Chile*, a territory in which a large amount of astronomic and geodesic information was surveyed from different places which now form part of the Republic of Chile. Many of these places were geographically located and maps of the main ports like San Carlos of Chiloé, Valparaíso, Coquimbo and Arica were done, as well as spherical maps in which the Chilean coast is reviewed. At the same time, terrestrial maps of part of present Chile, were also prepared.

The cartographic work made by the expedition in its trip in general and in the *gobernación de Chile* in particular, allowed to achieve the main objective successfully and gave to the Chilean territory, a valuable legacy for its terrestrial cartography and specially for its naval and hydrographic cartography.

Palabras claves: Cartografía histórica, Cartografía hidrográfica, Gobernación de Chile.

Keywords: Historical cartography, Hydrographic cartography, *Gobernación de Chile*.

Dentro del itinerario efectuado por la Expedición Científica española encabezada por Alejandro Malaspina hacia las posesiones españolas de ultramar, entre 1789 y 1794, recorrió y reconoció lo que hoy día es territorio chileno y que en aquel entonces formaba parte de la Gobernación de Chile. Este ámbito territorial fue

¹ Trabajo preparado en el contexto del proyecto FONDECYT 1020875

² Pontificia Universidad Católica de Chile. Instituto de Geografía

reconocido por la expedición entre diciembre de 1789 y mayo de 1790 la primera vez, y entre noviembre y diciembre de 1793, la segunda. Durante este período se realizan numerosos levantamientos cartográficos, tanto hidrográficos como terrestres, con los más modernos instrumentos disponibles en esa época, al tiempo que se levanta y se recopila información del territorio que se vierte en los diarios de viajes y en diversos documentos generados por el paso de la expedición. Ambos aspectos forman parte de la temática que se abordó en el Proyecto Fondecyt 1020875, titulado “La expedición científico-política de Alejandro Malaspina y la frontera austral del Imperio Español”.

Los levantamientos hidrográficos efectuados del litoral de Chile así como de lugares específicos: San Carlos de Chiloé, Talcahuano, Valparaíso, Coquimbo y Arica, entre otros, junto a cartas terrestres como la relativa al camino que une Santiago con Mendoza y Buenos Aires, constituyen valiosos aportes a la cartografía del territorio de Chile de finales del siglo XVIII, especialmente en lo que dice relación con la precisión de tales levantamientos, fundada en la determinación de las coordenadas geográficas de los lugares estudiados.

En el contexto de la Cartografía histórica de nuestro país, el poder adentrarse en los documentos gráficos que aporta esta expedición ilustrada al conocimiento de nuestro país en el período previo a la independencia de Chile, constituyen importantes antecedentes para conocer y comprender las características del territorio de esa época. Por otra parte, ella también permite valorar el significado que este aporte tuvo en el posterior desarrollo de la cartografía nacional durante la época republicana lo cual, en lo sustancial, incentiva a las autoridades de la naciente república, el deseo de reconocer los potenciales recursos naturales y humanos del territorio y la necesidad de contar con una cartografía, tanto hidrográfica como terrestre de Chile, para una mejor administración y ordenación del espacio nacional.

Metodología

La metodología seguida para el desarrollo de la investigación consistió en revisar la bibliografía relativa a la gestación y desarrollo de la expedición, con el propósito de conocer sus objetivos y trabajo realizado durante los cinco años que ella duró. Al mismo tiempo, se recopiló la información disponible en su fuente primaria, Museo Naval de Madrid, donde se encuentran depositados los diarios de viaje de varios de sus miembros, algunos ya publicados, y el material cartográfico levantado: esquicios, vistas de costas, planos y cartas.

Seguidamente, y luego de conocer los propósitos que en materia de cartografía hidrográfica tenía la expedición, fue necesario enterarse de los métodos empleados en lo relativo al trabajo astronómico, levantamiento hidrográfico propiamente tal y relaciones geográficas, con la finalidad de vincularlo con el objetivo general del estudio que es conocer el aporte que en materia cartográfica y geográfica había representado la expedición para Chile.

Para el análisis del trabajo astronómico y la determinación de las coordenadas geográficas de los lugares levantados en la Gobernación de Chile, se ubicaron primeramente todos aquellos puntos que tenían definida su latitud y longitud y luego, se seleccionaron aquellos lugares clasificados como principales por la expedición, en su mayoría puertos, con la sola excepción de la ciudad de Santiago. Se tomaron los valores de latitud y longitud del lugar y el método empleado en su realización, con el propósito de verificar el grado de exactitud entre los datos entregados por los miembros de la expedición y los datos actuales de esos mismos lugares. Se procedió de esta manera a determinar su coincidencia o discrepancia; la latitud no requería normalización; en cambio, para el caso de la longitud los datos debieron ser normalizados al meridiano de Greenwich, en consideración a que los datos tomados por la expedición estaban referidos al meridiano de Cádiz y dado que entre ambos meridianos hay una diferencia de $6^{\circ} 17' 00''$ al dato de la longitud establecido por la expedición, se le debió sumar dicho valor.

En lo relativo a los levantamientos de planos y cartas hidrográficas realizadas por la expedición y dado que existen algunos de ellos grabados y otros simplemente corresponden a hojas en borrador, se procedió a efectuar un análisis comparativo con las actuales hojas publicadas del mismo lugar por el Servicio Hidrográfico de la Armada de Chile (SHOA), con el propósito de

verificar su grado de similitud con el área levantada cartográficamente, especialmente en lo concerniente al trazado de la línea de costa.

Resultados

Propósitos cartográficos de la expedición

Entre los objetivos que guiaban a la expedición comandada por Alejandro Malaspina, secundado por el capitán José Bustamante y Guerra, se encontraba el realizar un levantamiento cartográfico de los sectores que se visitaran durante el viaje, cartografía que por la naturaleza de la expedición fue preferentemente hidrográfica o náutica, lo que se materializó en cartas del litoral y planos de puertos, además de perfiles de las costas, cuya finalidad era poder disponer de una cartografía de la mayor exactitud posible que otorgara la necesaria seguridad a la navegación en los territorios hispanos de ultramar. En forma ocasional también se efectuó cartografía terrestre, especialmente a través de transectas que miembros de la expedición efectuaron hacia el interior de los territorios visitados, hecho que les permitió reconocer las características topográficas de dichos espacios.

Para el cumplimiento del objetivo relacionado con los levantamientos cartográficos, las embarcaciones que comprendían la expedición, *Descubierta* y *Atrevida*, contaban con una dotación de marinos y oficiales especialmente preparados para el efecto, así como también dispusieron de los más modernos instrumentos que fue posible adquirir en ese momento, los cuales eran indispensables para realizar las observaciones astronómicas y los cálculos matemáticos necesarios para la elaboración de una cartografía de calidad. En efecto, se contaba, entre otros instrumentos, con relojes de péndulo, cronómetros, cuadrantes, sextantes, agujas de inclinación, teodolitos, anteojos astronómicos, etc.

La cartografía hidrográfica que se disponía del área territorial correspondiente a la Gobernación de Chile, previa a la expedición de Malaspina, adolecía de precisión y exactitud, lo que ciertamente no daba la suficiente confianza a la navegación, especialmente en su parte meridional, ya que comprometía el Estrecho de Magallanes, el

Cabo de Hornos y el sector insular, no obstante que ella había sido mejorada notablemente como consecuencia del levantamiento llevado a cabo por miembros de la expedición de don Antonio de Córdoba y Laso, entre 1785 y 1789, a bordo de la fragata *Santa María de la Cabeza*, expedición que tuvo por misión levantar cartas hidrográficas del estrecho de Magallanes y comprobar cuál de las rutas era más conveniente y segura, si la del Cabo de Hornos o la del Estrecho de Magallanes. Cabe hacer notar que la cartografía levantada por la expedición de don Antonio de Córdoba y Laso fue la primera realizada con rigor científico, basada en la determinación de una serie de puntos observados astronómicamente.

En la expedición Malaspina el responsable de ejecutar y realizar los levantamientos cartográficos fue Felipe Bauzá (1764 - 1834), el cual ostentaba el cargo de "encargado de cartas y planos de la expedición", y pertenecía a la dotación de la corbeta *Descubierta*; por su parte, en la corbeta *Atrevida*, Juan Maqueda fue el encargado de estos asuntos. En su paso por Chile la misión cartográfica se cumplió a cabalidad, resultado de lo cual dejó como patrimonio numerosas cartas y planos de los lugares visitados, especialmente puertos, vistas de la costa y más de una treintena de lugares con sus correspondientes valores de las coordenadas geográficas, entre las islas Diego Ramírez y el puerto de Arica.

Trabajo astronómico

El método utilizado en la determinación de las coordenadas geográficas de los lugares, es decir, la forma de materializar latitud y longitud, se fundó en mediciones astronómicas efectuadas mediante instrumentos como el sextante, círculo de reflexión, péndulo astronómico, reloj de longitud de Berthoud, cuarto de círculo astronómico de Ramsden, entre otros.

La forma de establecer la latitud era conocida tanto en sus fundamentos teóricos como en su realización práctica, es así como ella se determinaba midiendo la altura de la estrella Polar o bien de una manera más común, por medio de la altura meridiana del Sol. La dificultad mayor radicaba en un instrumento que permitiera su determinación con la mayor precisión, lo cual se va a lograr recién en el último tercio del siglo

XVIII con el sextante, instrumento del cual disponían las corbetas *Descubierta* y *Atrevida*.

En lo relativo a la longitud, si bien era conocido también su aspecto teórico, la materialización de ella presentaba sus complicaciones, una de tipo si se quiere formal, como es el hecho que no existía a la fecha en que se realizó la expedición, un meridiano común o base al que estuvieran referidas las cartas y mapas, es decir, los países usaban diversos meridianos origen como primer meridiano. La propia España empleó como meridiano origen: Las islas de Hierro o Tenerife, Toledo, San Fernando, Cádiz. Por otra parte, había un par de asuntos más de fondo que tienen que ver con las imprecisiones que todavía presentaban los relojes, instrumento básico para la determinación de la longitud, y en la aplicación de diversos métodos para determinar la longitud del lugar, ya sea mediante los eclipses de Luna, el tránsito de Mercurio y Venus por la superficie del Sol, la ocultación de las estrellas por la Luna o la ocultación y emersión de los satélites de Júpiter, métodos que aún no estaban del todo perfeccionados.

Con todo, el método que congregó un mayor número de adeptos por la sencillez de su aplicación fue el de la ocultación y emersión de los satélites de Júpiter, basado en las observaciones que a principios del siglo XVII habían efectuado tanto Galileo como Kepler de este planeta y que confirmaban que sus cuatro satélites tenían diferentes períodos de revolución, siendo el primero el más rápido con un tiempo de revolución de 1 día y 18,5 horas, método que fue perfeccionado por Jean Dominique Cassini. Al aplicar este método, se podía observar en tierra o en mar el primer satélite de Júpiter con mayor frecuencia, el cual se apreciaba como una pequeña luz, que aparecía o se extinguía en un mismo instante para todos los que estuviesen observando el fenómeno. Inmediatamente debía conocerse la hora del primer meridiano que se hubiese tomado como origen y la hora del meridiano del lugar que se deseaba establecer la longitud. Por medio de la diferencia horaria entre ambos meridianos se determinaba su longitud del lugar.

El método de la observación de los satélites de Júpiter fue el que se utilizó preferentemente

por parte de los miembros de la expedición Malaspina, el cual tenía ventajas por sobre los otros como era el hecho que podían efectuarse más observaciones en el transcurso de varios días; con todo, los otros métodos referidos previamente fueron con frecuencia empleados en sus observaciones. Por otra parte, como ya se señaló con anterioridad, el meridiano de referencia utilizado por la expedición como base o cero fue el de Cádiz, correspondiente al del Observatorio Astronómico de ese lugar, el cual registra una diferencia de $06^{\circ} 17' 10''$ con respecto al meridiano de Greenwich.

La expedición de Malaspina a su paso por la Gobernación de Chile determinó una gran cantidad de lugares con sus respectivas coordenadas geográficas, los cuales quedaron comprendidos entre las islas de Diego Ramírez por el Sur y el puerto de Arica por el Norte. Sin embargo, hubo lugares en los que se establecieron estas coordenadas con mayor precisión, por medio de la instalación en tierra de un observatorio portátil, dado que se trataba de puntos relevantes para los propósitos de la expedición, como era levantar cartas hidrográficas de la mayor precisión posible para las necesidades de la navegación; ellos fueron denominados lugares principales, entre los que se encuentran San Carlos de Chiloé, Talcahuano, Valparaíso, Santiago, Coquimbo, La Serena y Arica. Incluso los meridianos de San Carlos de Chiloé y Coquimbo fueron considerados por los encargados de las observaciones de la expedición, como meridianos de referencia para la costa occidental de América del Sur, situación equivalente a la que se le otorgó al de Montevideo, en la costa oriental.

Para cumplir con este objetivo, la expedición al enfilarse hacia el Océano Pacífico por el estrecho de Le Maire y después de dar la vuelta por el Cabo de Hornos, se dirigió hacia la Isla de Chiloé para recalar en el puerto de San Carlos de Chiloé, actual puerto de Ancud, el día 5 de febrero de 1790, no sin antes haber establecido la situación geográfica de varios lugares de interés en este trayecto, como las islas Diego Ramírez, Isla Madre de Dios, entre otros. Como prueba de la escasa exactitud de la cartografía que disponía la expedición y que traía consigo, está el hecho que en dos ocasiones tomaron por el puerto de San Car-

los a unas enseñas que no lo eran, según queda consignado en el diario de viaje de Tova Arredondo³.

Una de las primeras actividades que realizaron los miembros de la tripulación de ambas corbetas al llegar al puerto de San Carlos de Chiloé, fue ubicar un lugar adecuado para instalar el observatorio portátil, con el fin de determinar las coordenadas geográficas del lugar. Al mismo tiempo, los miembros de la expedición se dieron a la tarea de efectuar el levantamiento del Plano del Puerto de San Carlos, el que tiene la particularidad de haber sido una de las primeras cartas publicadas en Madrid en el año 1790, es decir, antes que la expedición finalizara el viaje, situación que se explica por el hecho que la expedición enviaba con frecuencia documentación a España desde algunos puertos donde recalaban.

La Isla Grande de Chiloé en general y el puerto de San Carlos de Chiloé en particular, fueron considerados siempre como un lugar de gran importancia por las autoridades centrales y locales hispanas en la administración del territorio austral americano, dado su carácter de enclave geopolítico derivado de su posición geográfica que permitía vincularse rápidamente con el estrecho de Magallanes y con Lima, en el Virreinato del Perú.

En San Carlos de Chiloé, la expedición recibió de manos de don José de Moraleda la cartografía hidrográfica que él había levantado entre 1787 y 1790, la cual se circunscribía en su mayor parte al área de Chiloé y que abarcaba desde las islas Guaitecas hasta Valdivia. Dicha entrega respondió a la obligación que tenían las autoridades y funcionarios reales apostados en la Gobernación de Chile de entregar la documentación disponible de estos territorios a los expedicionarios. Del trabajo cartográfico efectuado por Moraleda así como el de Machado, Malaspina hace frecuente mención en su diario, elogiándolo por la perfección lograda⁴.

Como se señaló anteriormente, la expedición estableció las coordenadas geográficas de un número significativo de lugares dentro del territorio correspondiente a la Gobernación de Chile, algunos de los cuales están consignados en el Cuadro n° 1.

La mayor parte de los lugares que aparecen registrados en el cuadro n° 1, están indicados en "*La Carta Esférica de las Costas del Reino de Chile*", (Figura n° 10) lo que confirma que los datos levantados en esos lugares sirvieron de base para la confección de dicha carta y además, refrendado por la leyenda que complementa el título "levantada por Orden del Rey en el año de 1790 por varios oficiales de la Real Armada". Al observar los valores determinados por los miembros de la expedición, expuestos en el cuadro n° 1, tanto para la latitud como para la longitud, se desprende en términos generales que los valores vinculados con la latitud tienen un nivel de exactitud bastante alto y muy próximo a los valores que hoy día entregan para esos mismos lugares cartas y mapas, incluso hay puntos donde los datos tienen casi plena coincidencia, como ocurre por ejemplo con el valor de la latitud para la Isla de Diego Ramírez, Cabo Pílares, Puerto de Talcahuano, ciudad de Santiago, ciudad de La Serena, Isla Más Afuera del Archipiélago Juan Fernández, ciudad de Arica y puerto de Arica, los demás valores tiene errores de minutos que llegan como máximo a 30 minutos de diferencia, sólo la Isla Santa María registra como valor de latitud, dado por Francisco Xavier de Viana, algo más de un grado, no obstante, la localización de la isla Santa María en el mapa aludido anteriormente, está acorde con su posición real. Por otra parte, las mayores discrepancias están dadas en los valores de la longitud, aunque también hay que hacer notar que algunos lugares son casi coincidentes como ocurre con Isla de Diego Ramírez, Isla Más Afuera del Archipiélago Juan Fernández, Isla San Félix e Islote Figura de Bergantín, las demás diferencias están al nivel de minutos. Sólo en un lugar el valor dado por Xavier de Viana, supera los dos grados de diferencia, se trata de Valparaíso; sin embargo, el valor entregado para este mismo puerto por Tova Arredondo tiene una diferencia de tan sólo 10 minutos.

Los lugares calificados como principales por la expedición Malaspina comprendidos dentro de los límites del actual territorio de Chile, se mues-

³ Arredondo, Tova: La expedición Malaspina. Pág. 72.

⁴ Cerezo M. Ricardo: "La expedición Malaspina". Pág. 122.

CUADRO N° 1
LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE ALGUNOS LUGARES COMPRENDIDOS EN EL ACTUAL
TERRITORIO DE CHILE, DETERMINADOS POR LA EXPEDICIÓN MALAPINA. 1789- 1795.

Nombre del lugar	A	B	C	D	E
Cabo de Hornos	55°33'00''	55°59'	61°15'00''	67°32'10''	67°15'
Isla de Diego Ramírez	56°33'00''	56°32'	62°27'00''	68°44'10''	68°43'
Cabo Pilaes	52°44'00''	52°43'	69°10'00''	75°27'10''	74°40'
Tierra Madre de Dios	49°46'00''	50°16'	69°48'00''	76°05'10''	75°04'
Puerto de San Carlos	41°51'50''	42°04'	67°45'15''	74°02'25''	73°48'
<i>Puerto de San Carlos</i>	<i>41°51'50''</i>	<i>42°04'</i>	<i>67°41'11''</i>	<i>73°58'21''</i>	<i>73°48'</i>
Isla de la Mocha	36°42'28''	38°22'	67°02'50''	73°20'00''	73°52'
Isla de Santa María	38°23'10''	37°01'	67°56'30''	74°13'40''	73°33'
Puerto de Talcahuano	37°00'00''	36°41'	67°30'50''	73°48'00''	73°07'
<i>Puerto de Talcahuano</i>	<i>36°42'28''</i>	<i>36°41'</i>	<i>66°56'30''</i>	<i>73°13'40''</i>	<i>73°07'</i>
Puerto de Valparaíso	36°42'20''	33°05'	67°20'50''	73°38'00''	71°40'
<i>Puerto de Valparaíso</i>	<i>33°26'16''</i>	<i>33°05'</i>	<i>65°33'45''</i>	<i>71°50'55''</i>	<i>71°40'</i>
<i>Ciudad de Santiago de Chile</i>	<i>33°26'16''</i>	<i>33°28'</i>	<i>64°37'45''</i>	<i>70°54'55''</i>	<i>70°38'</i>
Puerto de Coquimbo	33°02'20''	29°50'	65°33'45''	71°50'55''	71°15'
<i>Puerto de Coquimbo</i>	<i>29°56'40''</i>	<i>29°50'</i>	<i>65°16'15''</i>	<i>71°33'25''</i>	<i>71°15'</i>
Punta de Lengua de Vaca	30°07'10''	30°14'	65°38'00''	71°55'10''	71°39'
<i>Ciudad de La Serena</i>	<i>29°52'40''</i>	<i>29°53'</i>	<i>65°11'15''</i>	<i>71°28'25''</i>	<i>71°14'</i>
Meridiana de Isla de Pájaros	29°31'10''	29°55''	65°30'00''	71°47'10''	71°22'
Morro de Copiapó	27°04'00''	27°06'	64°53'53''	71°11'03''	70°56'
J. Fernández (I. más a tierra)	33°37'39''	33°37'	72°47'35''	79°04'51''	78°50'
J. Fernández (I. más afuera)	33°37'33''	33°45'	74°27'25''	80°42'54''	80°46'
San Félix (I. San Ambrosio)	26°16'05''	26°20'	73°39'08''	79°09'24''	79°55'
San Félix (I. la de Mesa)	26°14'00''	26°17'	73°52'14''	80°09'24''	80°07'
Islote figura de bergantín	26°11'50''	26°16'	73°55'10''	80°12'20''	80°08'
Morro Moreno	23°16'45''	23°28'	64°24'15''	70°41'25''	70°34'
Pabellón de Puca	20°57'42''	20°54'	64°09'55''	70°28'05''	70°09'
Arica	18°29'50''	18°28'	64°11'45''	70°28'55''	70°19'
<i>Puerto de Arica</i>	<i>18°28'00''</i>	<i>18°29'</i>	<i>64°12'45''</i>	<i>70°29'55''</i>	<i>70°20'</i>
A Latitud del lugar determinada por la expedición.					
B Latitud actual del lugar determinada en cartas o mapas.					
C Longitud del lugar determinada por la expedición referida a Cádiz.					
D Longitud del lugar determinada por la expedición normalizada a Greenwich.					
E Longitud actual del lugar determinada en cartas o mapas.					

Fuentes: *Diario del Teniente de navío D. Francisco Javier de Viana*; *Diario de Viaje de Antonio Tova Arredondo*.

tran con sus respectivas coordenadas en el Cuadro n° 2, donde además se señalan las coordenadas geográficas calculadas para esos mismos lugares en cartas y mapas actuales, además se señala los

métodos utilizados en la determinación de la longitud por la expedición, con la finalidad de verificar su grado de exactitud y correspondencia con la realidad, según el método empleado.

CUADRO N° 2
DETERMINACIÓN DE POSICIONES ASTRONÓMICAS DE LUGARES CALIFICADOS COMO RELEVANTES POR LA EXPEDICIÓN DE ALEJANDRO MALASPINA (1789 – 1794)

LUGAR	LATITUD	LONGITUD Normalizada a Greenwich	MÉTODO
San Carlos de Chiloé	41° 51' 50" S.	73° 58' 21" W. 74° 02' 25" W.	Satélite de Júpiter ocultación de estrellas
<i>Calculado</i>	42° 04' 00" S.	73° 48' 56" W.	
Talcahuano	36° 42' 28" S.	73° 13' 40" W.	Satélites de Júpiter y ocultaciones de estrellas.
<i>Calculado</i>	36° 41' 42" S.	73° 07' 30" W.	
Valparaíso	33° 26' 16" S.	71° 50' 55" W. 73° 38' 00" W.	Satélites de Júpiter ocultaciones de estrellas
<i>Calculado</i>	33° 05' 00" S.	71° 40' 00" W.	
Santiago	33° 26' 16" S.	70° 54' 55" W.	Satélites de Júpiter y ocultaciones de estrellas.
<i>Calculado</i>	33° 28' 00" S.	70° 38' 00" W.	
Coquimbo	29° 56' 40" S.	71° 33' 25" W.	Satélites de Júpiter y ocultaciones de estrellas.
<i>Calculado</i>	29° 50' 00" S.	71° 15' 00" W.	
La Serena	29° 52' 40" S.	71° 28' 25" W.	Satélites de Júpiter y ocultaciones de estrellas.
<i>Calculado</i>	29° 53' 00" S.	71° 14' 00" W.	
Arica	18° 28' 00" S.	70° 29' 55" W.	Satélites de Júpiter.
<i>Calculado</i>	18° 28' 00" S.	70° 19' 00" W.	

El análisis de los datos que entrega el cuadro precedente, permite deducir que hay un mayor grado de precisión en estos lugares calificados como principales que en el resto de los lugares levantados y presentados en el cuadro n° 1. Ciertamente que tal situación responde al hecho que en los lugares principales los cálculos se hacían con estaciones fijas en el terreno; por ello, los márgenes de error para el caso de los valores de la latitud no superan los 10 minutos. Hay un lugar donde la discrepancia es mayor: se trata del puerto de Valparaíso donde se registra una diferencia por sobre los 21 minutos, pero también hay otro con plena coincidencia como es en el puerto de Arica. Por otra parte, en lo relativo a la longitud, se observan mejores resultados cuan-

do se utilizan conjuntamente el método de la ocultación y emersión de los satélites de Júpiter y el de la ocultación de las estrellas por la Luna. Al utilizarse estos métodos separadamente, los mejores registros provienen del método vinculado con el de los satélites de Júpiter.

En el cuadro n° 3 se registran algunos de estos mismos lugares, con sus respectivas latitud y longitud, indicándose las diferencias en grados, minutos y segundos entre los valores entregados por la expedición y los valores calculados en cartas y mapas, con el propósito de verificar el nivel de exactitud alcanzado y su expresión en magnitud lineal.

CUADRO N° 3
COMPARACIÓN ENTRE VALORES DE ALGUNOS PUNTOS DETERMINADOS POR LA
EXPEDICIÓN Y SUS VALORES ACTUALES

LUGAR	LATITUD	LONGITUD Normalizada a Greenwich	MÉTODO
San Carlos de Chiloé	41° 51' 50" S.	67° 45' 15" W. 06° 17' 10" W ----- 74° 02' 25" W 67° 41' 11" W. 06° 17' 10" W. ----- 73° 58' 21" W	Ocultación de estrellas Satélites de Júpiter
Calculado	42° 04' 00" S.	73° 48' 56" W	
Diferencia	00° 12' 10"	00° 09' 25" 00° 13' 29"	
Talcahuano	36° 42' 28" S.	66° 56' 30" W. 06° 17' 10" W. ----- 72° 73' 40" W. 73° 13' 40" W 73° 07' 30" W.	Satélites de Júpiter y ocultaciones de estrellas.
Calculado	36° 41' 42" S.		
Diferencia	00° 00' 46"	00° 06' 10"	
Santiago	33° 26' 16" S.	64° 37' 45" W. 06° 17' 10" W. ----- 70° 54' 55" W.	Satélites de Júpiter y ocultaciones de estrellas.
Calculado	33° 28' 00" S.	70° 38' 00" W.	
Diferencia	00° 01' 46"	00° 16' 55"	

Para estos lugares seleccionados, San Carlos de Chiloé, Talcahuano y Santiago, las diferencias entre sus valores están dados a nivel de minutos y segundos. Para San Carlos la diferencia entre el valor entregado por la expedición y el actual en latitud es de 12' y 10'', lo que equivale a una diferencia en el terreno de 22,5 Km.; para Talcahuano es de sólo 46'', lo que equivale a 1,38 Km., y para Santiago es de 1' con 46'', equivalente a 3,23 Km. En cuanto a la longitud, en San Carlos con el método del Satélite de Júpiter la diferencia es de 9' con 25'', lo que equivale a 12,9 Km.; con el método de la ocultación de las estrellas por la Luna es un poco mayor, registrando 13' con 29'', lo que equivale a 18,5 Km.; para Talcahuano, en que se usan en conjunto los dos métodos, la diferencia alcanza a 6' con 10'', equivalente a 9,12 Km.; en Santiago donde también se emplean los dos métodos conjuntamente,

la diferencia es de 16' con 55'', equivalente a 26,04 Km. Si bien es cierto que existen discrepancias entre los valores entregados por la expedición y los calculados, que hoy día podrían ser clasificados como significativos, debemos tener presente las condiciones y la época en que se realizó el trabajo, lo que permite valorar en alto grado los datos aportados al mejoramiento de la precisión de la cartografía que con esta información se realizó.

Los miembros de la expedición estaban conscientes de las dificultades que implicaba obtener datos exentos de errores, en especial en lo referente a los cálculos de la longitud y a la confiabilidad que le merecían los instrumentos, hecho que lo hace presente Felipe Bauzá cuando escribe su "*Discurso sobre las longitudes de las Costas de Chile y Perú*" que Pedro Novo y Colson

publicó junto al diario de Malaspina en 1885, y que Mercedes Palau Baquero cita en su artículo "**Expediciones Científicas en América en el siglo XVIII**", donde expresa lo dicho por Bauzá: "Es sabido que las observaciones más propias para situar los puntos del globo astronómicamente, son las ocultaciones de las estrellas por la Luna; y en su defecto por medio de los cronómetros marinos cuando se puede averiguar su movimiento en cortos períodos de tiempo, pues de lo contrario la experiencia ha manifestado de cuántas anomalías son susceptibles estas máquinas y mucho más cuando se atiende a la temperatura de la atmósfera para su uso y en los trayectos de a bordo a tierra y viceversa y como dice el barón Zach hasta su posición horizontal y vertical"⁵. Esta inquietud de Felipe Bauzá la mantuvo en el tiempo, ya que aun 30 años después de haberse realizado el viaje y estando exiliado en Londres, se abocó a la tarea de actualizar los datos obtenidos en consideración a que ellos tenían errores y podían ser mejorados a la luz de los progresos tecnológicos, del análisis matemático, de la astronomía, de la geodesia y los aportes de recientes exploraciones, todo la cual ameritaba que ellos se revisasen, especialmente el dato del puerto de Coquimbo, ya que éste era fundamental como referencia posicional para establecer las coordenadas de otros lugares de la costa occidental de América, para lo cual entró en contacto con Martín Fernández Navarrete, su sucesor en el Depósito Hidrográfico de Madrid, con el naturalista alemán Alexander von Humboldt y con el astrónomo alemán Jabbo Oltmanns, asunto que lo hace presente Carlos A. Bauzá en su artículo "**La expedición Malaspina y el levantamiento cartográfico de las costas de Chile según la correspondencia de Felipe Bauzá**", resultado de esta preocupación es que Felipe Bauzá colaboró una vez más, al perfeccionamiento de la información referente a la hidrografía de las costas de Chile.

Levantamientos hidrográficos

En el momento que se puso en uso la triangulación como método efectivo para los levantamientos cartográficos, éste se fue empleando cada vez con mayor frecuencia. En esencia, para su aplicación se requería establecer una línea de base, es decir, la determinación de una línea medida con gran precisión en el terreno y que sirve de partida para la ejecución de triangulaciones geodésicas, en la que se determinaban astronómicamente los puntos extremos de dicha línea. Teniendo estos dos puntos ubicados, se llevaba a cabo la triangulación mediante la cual se iban situando los otros puntos que componen la red del área que se desea levantar, con sus correspondientes coordenadas. Establecida la longitud de la línea de base y los ángulos generados desde los extremos de ella hacia un tercer punto u objeto que se desea posesionar, se establece un triángulo equilátero por medio del cual se puede conocer la distancia que hay al punto u objeto, así como también determinar sus coordenadas geográficas por interpolación.

Los métodos empleados para los levantamientos hidrográficos ejecutados por la Expedición de Malaspina estaban ciertamente basados en el método antes descrito; sin embargo, había una cierta diferencia si éste se realizaba en el transcurso de la navegación o bien si eran efectuados en tierra firme, situación que había probado con éxito don Vicente Tofiño en sus levantamientos hidrográficos y que dieron origen a su famoso **Atlas Marítimo de España** del año 1789, el cual debe considerarse como el punto de partida de la moderna cartografía española y que sirvió de guía para los miembros de esta expedición.

Para el primer caso, el método de trabajo aplicado navegando a lo largo de la costa, se reducía a navegar a una distancia de la costa aproximadamente igual a la que cada momento mediaba entre ambas corbetas, con lo que al tomar marcaciones a un mismo punto en la costa, obtienen triángulos aproximadamente equiláteros. Para su aplicación, se hace necesario disponer siempre de la situación astronómica de los barcos ya que cada vez que se desea marcar algún punto de la costa, un observador en cada buque marca a la otra corbeta (posición), al mismo tiempo que determina el rumbo (dirección) y la variación de la aguja (con respecto al norte magnético).

⁵ Palau B. Mercedes: "Expediciones Científicas", pág.50.

co). De esta forma se obtiene la orientación exacta de la línea de base, la cual es obtenida por medición, conociendo el ángulo subtendido por la línea de flotación y el tope del trinquete de la otra corbeta, se establece la distancia entre los buques. De esta forma se tiene una base medida, de la que se conocen dos datos esenciales: distancia y orientación, falta lo correspondiente a la posición geográfica de ambos extremos, por lo que simultáneamente deben ser tomados los horarios (diferencia de hora entre la hora del lugar y la del meridiano cero o base) para determinar la longitud de cada embarcación; además, si el cálculo se realiza al mediodía y con Sol, se calcula la latitud o bien se deduce ésta por estima, completando de este modo todo el proceso.

Al mismo tiempo que se llevaba a cabo la operación antes descrita, se iba obteniendo la profundidad y calidad del fondo del mar en ese punto de localización conocida. Se sondeaba con mayor frecuencia cuanto más próximo se encontraba de la costa, hecho que respondía por una parte, a generar un trabajo hidrográfico de calidad y por otra, para otorgar mayor seguridad a la navegación.

El otro método, es decir, el ejecutado en tierra, se empleaba para establecer puntos de importancia en la costa, para lo cual era necesario desembarcar, realizar la operación y volver a embarcar. Cuando se trataba de un lugar principal, se establecía un observatorio de campaña o portátil equipado generalmente con un cuadrante o cuarto de círculo, por medio del cual se obtenía la latitud, el reloj de péndulo se destinaba para conservar la hora del meridiano de referencia (Cádiz) y así poder determinar la longitud del lugar; los anteojos permitían la observación de los fenómenos celestes según el método empleado (distancias lunares, satélites de Júpiter, entre otros). En los borradores y cartografía grabada están generalmente indicados estos lugares, los que aportan un elemento de seguridad en la verificación y control del trabajo realizado.

Con la información levantada por la expedición, fue posible la realización de una cartografía hidrográfica dentro de la cual se pueden distinguir dos tipos: una correspondiente a planos de puertos y por lo tanto, efectuadas a escala grande o mediana y las cartas de un carácter más general, que abarcan grandes extensiones confeccionadas a escalas pequeñas y denominadas "cartas esféricas" que utilizan para su construcción la proyección conforme de Mercator.

Planos de puertos

El primer plano de puerto que levanta la expedición Malaspina en el territorio perteneciente a la Gobernación de Chile fue el de San Carlos de Chiloé, considerado lugar principal por la expedición. Se instaló un observatorio en tierra con el propósito de determinar sus coordenadas geográficas con la mayor precisión posible, para lo cual se emplearon diferentes instrumentos como el péndulo astronómico, cronómetros, cuadrante, sextante y se aplicaron en su realización distintos métodos como la altura meridiana de las estrellas para el cálculo de la latitud y la medición de distancias lunares y el primer satélite de Júpiter, para el cálculo de la longitud, medidas que dieron un valor de $41^{\circ} 51' 50''$ de latitud sur y $67^{\circ} 41' 11''$ de longitud oeste con respecto al meridiano de Cádiz. Para llevar a cabo el levantamiento hidrográfico del puerto, se midió una línea de base de 1.450 pies ingleses entre el bajo de Huapache y la Punta Cocotuya (1 pie = 0,304 metro), es decir, esta línea de base tenía una longitud de unos 440,8 metros, y otra línea en la ensenada de Huchucucuy. El plano del puerto que se muestra en la Figura n° 1 se confeccionó con marcaciones de teodolito y de cuya prolijidad hacen especial referencia los expedicionarios en sus diarios de viaje. El "**Plano del Puerto de San Carlos**", presenta información sobre profundidades, toponimia costera, la orientación del norte magnético y su escala está expresada en millas marítimas.

FIGURA N° 1
PLANO DEL PUERTO DE SAN CARLOS DE CHILOÉ, PUBLICADO EN MADRID EN 1790



Fuente: Museo Naval de Madrid

Dada la confianza que les merecieron a los miembros de la expedición los cálculos efectuados en San Carlos de Chiloé, se adoptó también el valor de este meridiano como punto de amarre para la continuación de sus tareas hidrográficas, vale decir, tomarlo como primer meridiano al igual que el de Cádiz, para que ante cualquier modificación posterior de las determinaciones astronómicas en la costa occidental de América del Sur, se lo tuviera como referencia.

Al salir la expedición de San Carlos para continuar la navegación hacia el norte con destino a Concepción, las dos corbetas realizan el trayecto en forma conjunta y lo hacen próximo a la costa, para ello la expedición utiliza la cartografía levantada por Moraleda, valorando de este modo su calidad. Llegan hasta la desembocadura del río Bueno, en cuyo trayecto se determinaron puntos de interés para la navegación que estaban indicados en las cartas de Moraleda y tocan también la Isla Mocha.

En el puerto de Concepción, exactamente Talcahuano, aunque en un principio no es considerado por la expedición como un lugar principal, se considera registrarlo como tal por la valoración que hizo de él Malaspina durante su estada en Chiloé. Se instala en tierra un observatorio portátil en una casa próxima a la orilla del mar, se establece su latitud con el cuarto de círculo y su longitud con los relojes marinos de la corbeta *Descubierta*, valor que discrepa del calculado por la corbeta *Atrevida*, en alrededor de dos minutos. Con todo, las coordenadas geográficas establecidas para este lugar fueron de $36^{\circ} 42' 28''$ latitud Sur y $66^{\circ} 56' 30''$ de longitud oeste con respecto al meridiano de Cádiz. Al mismo tiempo, se efectúa el levantamiento del "**Plano del Puerto de Concepción**", el cual fue publicado el año 1790, años antes que la expedición volviera a España. El plano muestra la bahía de Concepción y San Vicente en toda su extensión, así como también la isla de Quiriquina, registrándose sus profundidades y la toponimia a lo largo de la costa. La escala del plano está dada en millas marítimas. (Figuras n° 2 y n° 3)

FIGURA N° 2
BORRADOR DEL PLANO DEL PUERTO DE CONCEPCIÓN, LEVANTADO POR LA EXPEDICIÓN
EN MARZO DE 1790



Fuente: Museo Naval de Madrid

Desde el punto central del plano se indican las direcciones de diferentes puntos con respecto al Norte Magnético.

FIGURA N° 3
PLANO DEL PUERTO DE CONCEPCIÓN, IMPRESO EN MADRID EN 1790, PREVIO AL
REGRESO DE LA EXPEDICIÓN A ESPAÑA

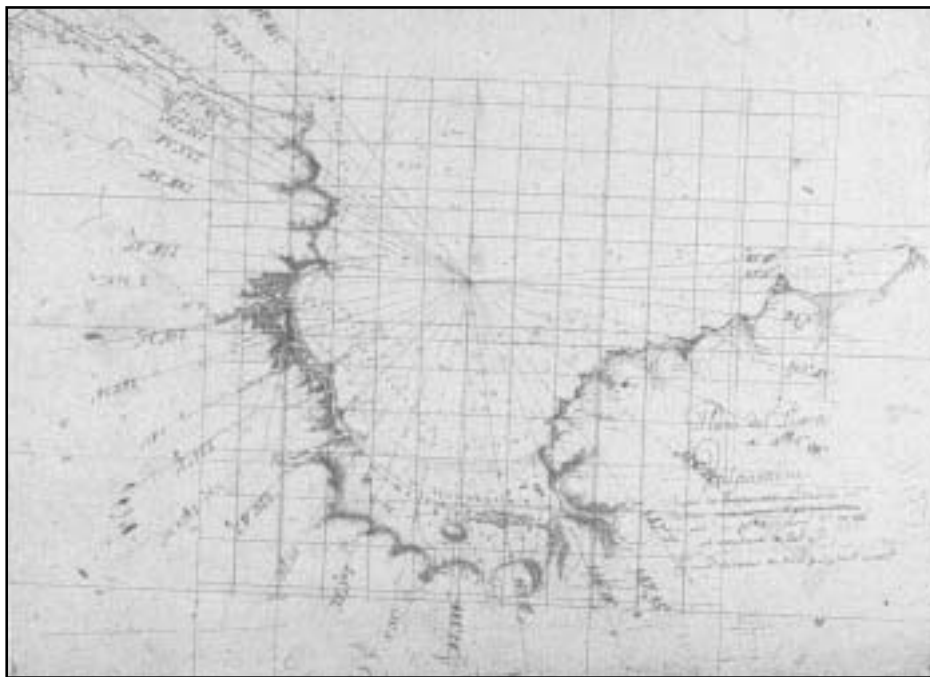


Fuente: Museo Naval de Madrid

La derrota o curso de la expedición desde Concepción a Valparaíso no la realizan de manera conjunta las dos corbetas; mientras la *Descubierta* se dirige hacia el Archipiélago de Juan Fernández y luego de ahí a Valparaíso. El curso seguido por la *Atrevida* se efectúa muy próximo a la costa y toca lugares como Coliumo, lugar donde realizan un levantamiento cartográfico y determinan sus coordenadas geográficas, en atención a que se visualiza como un puerto alternativo al de Talcahuano. En virtud que el puerto de Valparaíso había sido determinado como lugar principal para los efectos de la expedición, se establecen sus coordenadas geográficas mediante la instalación de un observatorio en tierra, en el Castillo del Rosario. Se tiene como referencia

la altura de algunas estrellas al norte y al sur de Valparaíso, con lo cual se determinó la latitud para el observatorio de este lugar en $33^{\circ} 26' 16''$ Sur y, por la observación del primer satélite de Júpiter, una longitud respecto al meridiano de Cádiz, de $65^{\circ} 33' 45''$ Oeste. Conjuntamente con lo anterior, se realiza el levantamiento del "*Plano del Puerto de Valparaíso*" por medio de las observaciones hechas con el teodolito. El plano presenta una escasa toponimia en la costa, destacando no obstante la identificación del sector de El Almendral en tierra firme. (Figura n° 4). En el intertanto habían sido determinadas la posición de las islas del archipiélago Juan Fernández por la corbeta *Descubierta*.

FIGURA N° 4
BORRADOR DEL PLANO DEL PUERTO DE VALPARAÍSO, LEVANTADO POR LA EXPEDICIÓN
EN ABRIL DE 1790.



Fuente: Museo Naval de Madrid

Desde el punto central del plano se indican las direcciones magnéticas a diferentes puntos de la costa.

Desde Valparaíso, un grupo de los miembros de la expedición se dirigen a la ciudad de Santiago, donde permanecieron 16 días, con el propósito de entrevistarse con las autoridades locales,

levantar el plano geográfico del valle de Santiago y establecer la posición astronómica de dicha ciudad, considerada también como un lugar principal. Su latitud se determina mediante la utilización del cuarto de círculo y la longitud por observaciones del primer satélite de Júpiter, siendo sus coordenadas $33^{\circ} 26' 16''$ de latitud Sur y $65^{\circ} 33' 45''$ de longitud al Oeste de Cádiz. En el

trayecto a Santiago también se determinaron las coordenadas geográficas de la localidad de Casablanca.

La renovación del viaje desde Valparaíso hacia el norte se realiza nuevamente en forma conjunta por parte de las dos corbetas, llegando al puerto de Coquimbo en el mes de abril. Dicho puerto fue considerado como lugar principal para la expedición. Una vez instalados en dicho sitio, se determina su posición astronómica en latitud como en longitud, mediante la instalación en tierra de un observatorio. La latitud es calculada utilizando el cuarto de círculo, y la longitud es inferida mediante la emersión del primer satélite

de Júpiter, por varias fases de un eclipse de Luna y también, mediante dos ocultaciones de estrellas por la Luna. Se obtuvo como coordenadas $29^{\circ} 56' 40''$ de latitud Sur y $65^{\circ} 16' 15''$ de longitud Oeste de Cádiz. La expedición lleva a cabo el levantamiento de "**Plano del Puerto de Coquimbo**" que se ejecuta de acuerdo a las determinaciones trigonométricas realizadas con teodolito y abarca desde el río Coquimbo por el noreste, donde se localiza la ciudad de La Serena y el puerto de La Herradura por el suroeste, hay indicaciones de profundidades y alguna toponimia como Islotes Pájaros Niños, Punta de Tortuga, entre otras. (Figura nº 5).

FIGURA Nº 5
BORRADOR DEL PLANO DEL PUERTO DE COQUIMBO. A PARTIR DEL CENTRO DEL PLANO SE TRAZAN DIRECCIONES (AZIMUT) HACIA ALGUNOS PUNTOS SITUADOS EN EL CONTINENTE



Mientras la corbeta *Atrevida* salía desde el puerto de Coquimbo para dirigirse hacia la Isla de San Félix, la *Descubierta* tomaba rumbo hacia el puerto de Arica navegando muy próxima a la costa, tocando lugares en su trayecto como el puerto de Caldera, la Bahía de Mejillones y el puerto de Iquique.

El puerto de Arica constituía otro de los lugares principales, por lo que se procedió, como en los otros casos a disponer de un observatorio en

tierra para determinar las coordenadas geográficas del lugar. La latitud se estableció por alturas meridianas del Sol que resultó ser $18^{\circ} 28' 00''$ Sur y, la longitud por la observación de los satélites de Júpiter con la ayuda de los relojes y fue de $64^{\circ} 12' 45''$ Oeste de Cádiz. Al mismo tiempo, se levantó una línea de base para permitir la confección del "**Plano del Puerto de Arica**", y con la ayuda de lanchas se completó el plano con información acerca del sondaje de la rada (Figura n° 6).

FIGURA N° 6
PLANO IMPRESO DEL PUERTO DE ARICA, LEVANTADO POR LA EXPEDICIÓN EN
MAYO DE 1790.



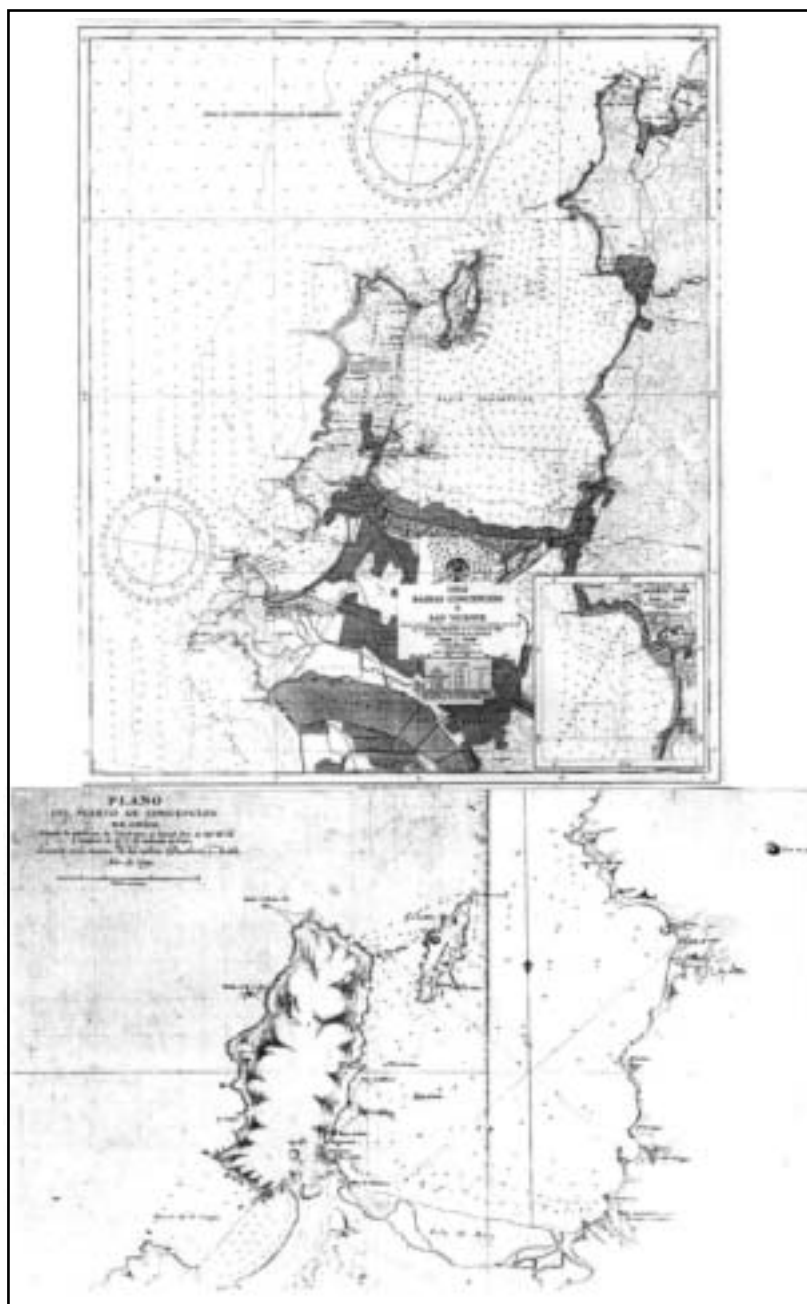
Fuente: Museo Naval de Madrid

En todos los lugares visitados, especialmente los puertos, calificados como lugares principales, se levantaron los planos respectivos y se fijaron con la mayor exactitud que los instrumentos les permitían, la latitud y la longitud, comparándolas con las de otros viajeros como el Capitán Cook y La Perouse. Junto con el trabajo anterior,

también se midieron y calcularon las mareas, así como las profundidades del mar.

En esta labor astronómica, física y geodésica destacan además del propio Alejandro Malaspina, José Bustamante, Alcalá Galiano, Cayetano Valdés y Felipe Bauzá.

FIGURA 7
 PLANO DE LA BAHÍA DE CONCEPCIÓN Y SAN VICENTE LEVANTADA POR EL SHOA EN LA PARTE SUPERIOR, Y PLANO DEL PUERTO DE CONCEPCIÓN REALIZADO POR LA EXPEDICIÓN DE ALEJANDRO MALASPINA, EN LA PARTE INFERIOR.



Fuente: Museo Naval de Madrid

Si se compara el plano del puerto de Concepción (Talcahuano) levantado por la Expedición de Malaspina, con el plano actual de este mismo puerto ejecutado por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA),

presentado en la figura n° 7, queda en evidencia el buen trazado del perfil de la línea de costa con sus inflexiones de entradas y salidas, así como también las proporciones en la magnitud de la bahía, hecho que contribuyó, cuando se publicó

la cartografía de los principales puertos de la Gobernación de Chile, a disponer de levantamientos cartográficos actualizados, asunto que posteriormente, durante la época republicana, es especialmente valorado por el destacado marino chileno, capitán de navío don Francisco Vidal Gormaz, al momento de plantear la necesidad de poder contar en Chile con el trabajo cartográfico que realizó la Expedición de Malaspina en estas latitudes, asunto que logró al obtener la autorización del gobierno de España para copiarla y traerla a Chile. De igual modo, no dudó en usarla como referencia para justificar la necesidad de levantar una nueva cartografía hidrográfica para nuestro país, cuando Vidal Gormaz estuvo a cargo de la Oficina Hidrográfica de Chile, servicio que él mismo fundó en 1874.

Cartas esféricas

Las cartas esféricas que aparecen a mediados del siglo XVI en Europa de la mano de cartógrafo holandés Gerard Kremer, más conocido como

Mercator y cuyo uso sólo se generalizó a finales de ese siglo, surge en contraposición de las cartas planas, en las que el distanciamiento entre paralelos y meridianos era constante; en cambio, en las cartas esféricas se considera la forma de la Tierra como una esfera, por lo que mientras el distanciamiento entre meridianos es constante, el de los paralelos aumenta del ecuador hacia los polos. De esta manera, se logra representar una parte o la totalidad de la superficie de la Tierra, con sus lugares situados de acuerdo a su verdadera latitud, longitud y dirección.

Entre las cartas esféricas en que se representa el territorio chileno efectuadas por la expedición de Malaspina, destaca la que lleva por título **“Carta esférica de las costas de América Meridional desde el paralelo 36° de latitud Sur hasta el Cabo de Hornos, levantada por orden del rey, en 1789, 90, 94 y 95 por varios oficiales de su real armada, presentada a su Majestad por mano del Excelentísimo Señor Don Juan de Langara, Secretario de Estado y del Despacho Universal de Marina, Año de 1798”** (Figura n° 8).

FIGURA N° 8
CARTA ESFÉRICA DE LAS COSTAS DE AMÉRICA MERIDIONAL, IMPRESA EN EL AÑO 1798



Fuente: Museo Naval de Madrid

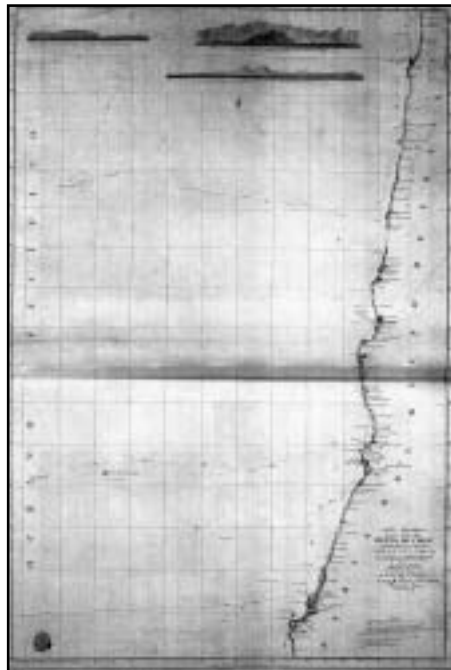
La carta representa el sector meridional de América del Sur. En los márgenes de la carta se indica la graduación de la latitud y la longitud cada un grado; no obstante, para facilitar la localización de los lugares señalados por la toponimia, preferentemente costera, al estilo de la cartografía portulana, se trazan las líneas de los paralelos y meridianos cada dos grados.

Dada la proyección utilizada en la representación cartográfica junto con algunas deficiencias en la determinación de las coordenadas geográficas, especialmente de la longitud, se observa que la figura de América se encuentra un tanto constreñida en el sentido Este-Oeste, mientras que en sentido Norte-Sur aparece más alargada que lo que es en la realidad. No obstante lo anterior, fruto del trabajo realizado se pudo disponer de una carta general de la América Meridional para fines náuticos, la cual se complementa con el perfil de una serie de vistas, preferentemente de islas a diferentes latitudes, entre las que se encuentran las Islas Diego Ramírez y la Isla Mocha. En la carta también se señala la ruta seguida por las corbetas Descubierta y Atrevida, tanto en la costa oriental como occidental de la América Austral.

Otra carta de este mismo tipo, es aquella titulada **"Carta esférica de las costas del Reino de Chile comprendidas entre los paralelos de 38° y 22° de latitud Sur. Levantada por orden del Rey en el año de 1790 por varios oficiales de la Real Armada, presentada a su Majestad por mano del Excelentísimo Señor Don Juan de Langara. Secretario de Estado y del Despacho Universal de Marina, Año de 1799"**. La carta representa como ella misma lo señala, parte del Reino de Chile, desde la latitud de Tocopilla por el norte, hasta la localidad de Lebu por el sur. Registra graduación en latitud y longitud en sus bordes cada un grado. El meridiano de referencia es el de Cádiz. Tres vistas de la costa acompañan la carta, con sus correspondientes leyendas: **"Vista del Morro de Copiapó dominando al S 43° E. del mundo, distancia 6 millas"**, **"Vista del Cerro Purarraque dominando el punto A al S 39° E. del mundo, distancia 24 millas"** y **"Vista de las Tetras de Biobío, dominando la más norte A al N. 75°45' E. del mundo, distancia 22 millas"**. La toponimia es preferentemente costera indicando puntas, caletas, ríos y puertos. Se señala el curso de navegación seguido por las corbetas Descubierta y Atrevida frente a las costas de Chile (Figura n°9).

FIGURA N° 9

CARTA ESFÉRICA DE LAS COSTAS DE CHILE, LEVANTADA POR LA EXPEDICIÓN EN SU PASO POR LA GOBERNACIÓN DE CHILE. IMPRESA EN MADRID EN EL AÑO 1799.



Fuente: Museo Naval de Madrid

Las dos cartas esféricas presentadas anteriormente, representaron un significativo avance en el conocimiento del diseño de la costa de la América Meridional en general y de Chile en particular, dado que al disponer de un mayor número de lugares con determinación de coordenadas geográficas, la cartografía hidrográfica levantada ganó ciertamente en precisión, confiabilidad y eficacia para la navegación.

Cartografía terrestre

El levantamiento de cartografía terrestre o topográfica realizada por la expedición en el ámbito de la Gobernación de Chile fue reducido, dado que el interés central de tales trabajos era la cartografía hidrográfica; no obstante lo anterior, se realizaron algunos trabajos cartográficos terrestres de gran calidad, entre estos destaca uno

que abarca una franja de 9° en latitud y 16° en longitud que tiene como eje Oeste – Este, las ciudades de Valparaíso por el Occidente y Buenos Aires por el Oriente. El levantamiento de este mapa estuvo a cargo de los oficiales Felipe Bauzá y José Espinoza y Tello, realizado en 1794 y publicado en 1810 por la Dirección de Hidrografía bajo el título de **“Carta esférica de la parte interior de América del Sur para manifestar el camino que conduce desde Valparaíso a Buenos Aires, construido por las observaciones que se hicieron en esos parajes en 1794”**, representación confeccionada a una escala aproximada de 1: 1.800.000. (Figura n° 10). Forma parte también de este mapa, ubicado en un recuadro de él, otro mapa titulado **“Plano del Paso de Los Andes”** a una escala aproximada de 1.1.500.000 de los mismos autores, el que se publicó también en forma independiente. (Figura n° 11).

FIGURA N° 10
“CARTA ESFÉRICA DEL INTERIOR DE AMÉRICA MERIDIONAL”, LEVANTADA EN 1794 Y PUBLICADA EN 1810 POR LA DIRECCIÓN HIDROGRÁFICA. EN SU INTERIOR Y FORMANDO PARTE DE ELLA SE ENCUENTRA EL PLANO DEL PASO DE LOS ANDES.



Fuente: Museo Naval de Madrid

FIGURA N° 11
 CARTA IMPRESA DEL "PLANO DEL PASO DE LOS ANDES", LEVANTADA EN TERRENO EL AÑO 1794 Y PUBLICADA POR LA DIRECCIÓN HIDROGRÁFICA EN EL AÑO 1810.



Fuente: Museo Naval de Madrid

El "**Plano del Paso de Los Andes**", tuvo por finalidad mostrar el camino que cruza la cordillera de Los Andes y que une la vertiente occidental con la oriental de este macizo andino, camino que se representa mediante una línea de puntos. Al mismo tiempo, se muestra el curso del río Aconcagua desde sus nacientes en el río Juncal y el río Mendoza con su nacimiento en el río de las Cardas. La representación del relieve es notable y sigue la técnica del achurado con trazos de mayor pendiente, usada de tal forma que hace evidente la disposición de los cordones andinos en el sentido norte – sur, los cuales están surcados por un gran número de cursos de agua que son afluentes de los ríos Aconcagua y Mendoza. En la vertiente occidental de la cordillera de Los Andes, se muestra el valle del río Aconcagua, en cuyo curso se reconoce la toponimia que identifica los principales poblados del valle, como San Felipe, Villanueva de Los Andes y Curimón. Desde el río Aconcagua hacia el sur, se identifica un camino que une el valle del Aconcagua con el de Santiago, el que cruza la cuesta de Chacabuco y se desplaza a lo largo de los poblados de Chacabuco, Peldehue,

Colina y Tango. Para la representación del cordón de Chacabuco se utiliza también la técnica de los trazos de mayor pendiente, se representan varios cerros islas, identificándose por su nombre el Cerro Tres Orejas y el Cerro Blanco. Por su parte, en la vertiente oriental del cordón andino, la toponimia identifica mayoritariamente los esteros y quebradas que depositan sus aguas al Río Mendoza; la única localidad poblada que se indica es la de Uspallata.

La cartografía terrestre de tipo topográfica que se levantó en la zona central de Chile por parte de algunos miembros de la expedición es, desde el punto de vista cartográfico, de muy buena calidad, en cuanto a su diseño y nivel de precisión, la cual se puede equiparar a la que imperaba en otros países de Europa en esa época. Especial mención merece la técnica que se utiliza para representar el relieve, la hidrografía, los caminos y la localización de los centros poblados; en mérito a este trabajo no se han escatimado elogios para resaltar las bondades tanto de la carta del Interior de América Meridional como de la del Paso de Los Andes.

Conclusiones

Del análisis efectuado al trabajo astronómico realizado por la expedición Malaspina que se concreta en la determinación del posicionamiento de más de 30 puntos a lo largo de la costa de la Gobernación de Chile, tanto de puntos principales como secundarios, es posible deducir que el nivel de precisión logrado por dichas determinaciones en lo correspondiente a la latitud y longitud de tales lugares, puede ser calificado a la luz de los resultados obtenidos, como buenos y en algunos casos, de muy buenos y de un alto nivel de confiabilidad, de acuerdo a los fines que ellos perseguían como era permitir, en la medida de lo posible, un cierto grado de seguridad en la navegación. Todo ello en consideración a que por una parte, se encontraba en sus inicios la construcción de instrumentos con altos niveles de precisión, como los relojes de péndulo, cronómetros, cuadrantes, sextantes, teodolitos, etc., así como también el hecho de que los diferentes métodos empleados en la determinación de la latitud, como era el de la altura meridiana del Sol, la posición de estrellas en el firmamento y los correspondientes a la longitud, como aquellos fundados en la ocultación y la emersión de los satélites de Júpiter, la ocultación de las estrellas por la luna, las distancias lunares al Sol, entre otros, aún no estaban del todo consolidados como métodos efectivos. Hay mayor relevancia por el hecho que las diferencias observadas, al comparar los datos registrados por la expedición y los datos actuales, están al nivel de minutos y segundos; hay también casos donde los errores son mayores cuando estos superan el grado. Para el caso de Chile, uno corresponde al valor entregado para la latitud de la Isla Santa María por Francisco Javier de Viana en su Diario y el otro, por este mismo teniente de Navío, para la longitud de Valparaíso.

No obstante lo anterior, hay que tener en cuenta que incluso uno de los encargados en la determinación de las observaciones astronómicas de la expedición, Felipe Bauzá, treinta años más tarde, llama la atención acerca del nivel de exactitud que pueden tener los datos obtenidos en la costa de Chile, a la luz de los progresos tecnológicos y de los nuevos antecedentes proporcionados por otras exploraciones, por lo que somete a revisión tales valores mediante correspondencia

mantenida con el Director del Depósito Hidrográfico de Madrid Don Martín Fernández de Navarrete, con el astrónomo alemán Jabbo Oltmanns y con el mismo Alexander von Humboldt. Sin embargo, aunque habían algunas discrepancias entre Bauzá y Oltmanns sobre algunos puntos calculados en la costa chilena, muestra su satisfacción después que Oltmanns efectúa nuevos cálculos y comprueba que los valores establecidos por la expedición de Malaspina en puntos de la costa de Chile como San Carlos de Chiloé, Concepción, Valparaíso y Coquimbo, mostraban un alto nivel de exactitud⁶.

Por otra parte, la labor cartográfica realizada por la expedición en su paso por la Gobernación de Chile, en lo referente a los levantamientos de cartografía hidrográfica ejemplificada en los planos de los principales puertos de la costa de Chile y cartas esféricas a pequeña escala, así como la cartografía terrestre representada por el mapa del Paso de los Andes, permite concluir que los planos de puertos presentan un alto grado de similitud en el trazado de la costa, con sus entradas y salientes, como queda demostrado al comparar por ejemplo, el Plano del Puerto de Talcahuano con una carta actual del Servicio Hidrográfico de la Armada de la misma bahía. La toponimia que utilizan estos planos es esencialmente costera para el cumplimiento de los propósitos de la navegación, y que en muchos casos aún está vigente en la actualidad; al mismo tiempo, presentan indicación sobre la profundidad de las aguas, la declinación magnética de los planos, lo que es altamente correspondiente con la realidad; la escala que utilizan está graduada en millas. No obstante, estas representaciones adolecen de graduación en latitud y longitud, tanto en los planos borradores como también en los planos grabados, lo que en ningún caso desmerece la calidad del levantamiento, hecho que es altamente valorado por el hidrógrafo chileno don Francisco Vidal Gormaz, cuando se refiere al trabajo hidrográfico que realizó la expedición Malaspina en las costas de nuestro territorio, especialmente lo realizado por Felipe Bauzá, y que sirvió de base para los primeros levantamientos nacionales⁷.

⁶ Bauzá, Carlos: "La Expedición Malaspina...", pág. s/n.

⁷ Vidal Gormaz, Francisco: "Felipe Bauzá", pág. 64.

Las cartas esféricas a pequeña escala reseñan bastante bien el perfil de la costa y entregan una imagen adecuada de la realidad geográfica del área representada, con las limitaciones propias que una proyección cartográfica del tipo de la Mercator presenta para latitudes medias y altas. Con todo, la "Carta esférica de las costas del reino de Chile" comprendida entre los 22° y 38° de latitud Sur, permite localizar con bastante fidelidad los lugares en su correcta posición geográfica y dirección, lo cual representa un notable avance para la cartografía hidrográfica de la época.

La cartografía terrestre o topográfica, aunque escasa en el número de ejemplares levantados, ya que el propósito central de la Expedición no era justamente el de efectuar este tipo de cartografía, la que se hizo deja la impresión de un trabajo de alta calidad, no sólo por la técnica utilizada en su realización, basada en observaciones con el teodolito, que permite la correcta ubicación de los principales lugares del área, sino que muy especialmente por el diseño y la técnica empleada en la representación del relieve. Don Diego Barros Arana, refiriéndose a la "**Carta esférica de la parte meridional de la América del Sur para manifestar el camino que conduce desde Valparaíso a Buenos Aires**" mapa del que forma parte el "**Plano del Paso de Los Andes**", dice que está "construida con notable exactitud, y que puede ser considerada el primer trabajo verdaderamente geodésico que se hubiera hecho en Chile en una gran proporción del territorio"⁸. En este mismo sentido, Rodolfo Núñez de las Cuevas dice: "Una de las expediciones más destacadas fue la realizada por Bauzá y Espinoza de Valparaíso a Río de la Plata, en 1794, atravesando la cordillera de los Andes. El resultado de este viaje fue la formación de una de las cartas más bellas de la expedición, titulada Camino de Valparaíso a Buenos Aires"⁹.

En consideración con lo anteriormente expuesto, la contribución cartográfica en materia hidrográfica o náutica que ella aporta, resulta más evidente aun por el material legado y la especial consideración que de él se hace posteriormente,

como cuando en el año 1823 don Claudio Vila, connotado piloto, le hace presente al ministro del Interior de la época don Mariano Egaña, de la necesidad de efectuar un levantamiento hidrográfico de las costas de Chile ya que sólo se cuenta con el de los principales puertos, refiriéndose a los levantados por los miembros de la comisión de marinos españoles, que al mando de don Alejandro Malaspina, operó en este lado de la América Meridional¹⁰. De igual manera, don Andrés Bello hace notar lo valioso de la información que dejó la expedición en el diario El Araucano del 26 de febrero de 1831, al comentar la utilidad de ellos para los navegantes de las costas de Chile y el Perú¹¹.

Bibliografía

ARREDONDO, T. *La expedición Malaspina según el diario del Teniente de Navío Don Antonio de Tova Arredondo, 2º Comandante de la "Atrevida" 1789-1794*. Madrid: Editorial Naval, 1988.

BARROS ARANA, D. *Historia general de Chile*. Tomo VII. Santiago: Centro de Investigaciones Diego Barros Arana de la DIBAM-Editorial Universitaria, 2001 (primera edición 1886).

BAUZÁ, C. La expedición Malaspina y el levantamiento cartográfico de las costas de Chile según la correspondencia de Felipe Bauzá. En: Universidad Marítima de Chile. Actas II Simposio de Historia Marítima Naval Iberoamericana. Valparaíso: Universidad Marítima de Chile, 1996, p. 210-218.

CEREZO, R. *La expedición Malaspina 1789-1794. Diario General del Viaje por Alejandro Malaspina*. Tomo II Volumen 2. Madrid: Lunberg, 1999.

DE VIANA, F. *Diario del teniente de navío Don Francisco Javier de Viana, trabajado en el viaje de las corbetas de S.M.C. "Descubierta" y "Atrevida" en los años 1789, 1790, 1791, 1792 y 1793*. Madrid: Imprenta del Ejército, 1849.

⁸ Barros Arana, Diego: Historia General de Chile. Pág. 202.

⁹ Núñez de las Cuevas, Cartografía Española en el siglo XVIII. En: Astronomía y Cartografía de los siglos XVIII y XIX. Págs. 64-65.

¹⁰ Greve, Ernesto: Breve resumen de la historia de la Cartografía Nacional. En: Revista geográfica de Chile Terra Australis. Pág. 11.

¹¹ Diario El Araucano, 26 de febrero de 1831.

DE RAMÓN, A. y LARRAÍN, J. Una metrología colonial para Santiago de Chile: de la medida castellana al sistema métrico decimal. *Historia*, 1979, nº 4, p. 5-69.

ESPINOZA, J. y BAUZÁ, F. *Descripción del Reyno de Chile*. Santiago: Editorial Nacimiento, 1942.

GREVE, E. Breve resumen de la historia de la Cartografía Nacional. Extracto del Tomo 3º, Capítulo 5º de la Historia de la Ingeniería en Chile. *Revista Geográfica de Chile Terra Australis*, 1950, nº 4, p. 9-21.

HIGUERAS, M. *La expedición Malaspina 1789-1794. Diario General del Viaje por José Bustamante y Guerra*. Tomo IX. Madrid: Lunwerg, 1999.

MARTÍNEZ-CAÑETE BALLESTEROS, L. *La expedición Malaspina 1789-1794. Trabajos Astronómicos, Geodésicos e Hidrográficos*. Tomo VI. Madrid: Lunwerg, 1999.

MARTÍN MERÁS, M. *Cartografía Marítima Hispana. La imagen de América*. Madrid: Lunwerg, Madrid, 1993.

NÚÑEZ DE LAS CUEVAS, R. Cartografía Española en el siglo XVIII. En: V.V.A.A. *Astronomía y Cartografía de los siglos XVIII y XIX*. Madrid: Observatorio Astronómico Nacional, Comisión Quinto Centenario, 1987, p. 53-70.

PALAU BAQUERO, M. Expediciones científicas en América en el siglo XVIII. En: V.V.A.A. *Astronomía y Cartografía de los siglos XVIII y XIX*. Madrid: Observatorio Astronómico Nacional, Comisión Quinto Centenario, 1987, p. 33-52.

SAGRADO, R. Fuentes e historiografía de la expedición Malaspina en Chile. En UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLO. *Estudios Coloniales II*. Santiago: Ediciones Universidad Andrés Bello, 2002.

SERVICIO HIDROGRÁFICO Y OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA (SHOA). *Atlas Hidrográfico de Chile*. Valparaíso: SHOA, 1997.

VIDAL GORMAZ, F. Alejandro Malaspina. En: SILVA, L. *Estudios Geográficos. Biblioteca Geográfica e Histórica de Chile*. Tomo II. Santiago: Imprenta Cervantes, 1905, p. 35-59.

VIDAL GORMAZ, F. Felipe Bauzá. En: SILVA, L. *Estudios Geográficos. Biblioteca Geográfica e Histórica de Chile*. Tomo II. Santiago: Imprenta Cervantes, 1905, 61-67.