





# SEGUNDO SEMINARIO PARA GUÍA DE OBRAS MARÍTIMAS Y COSTERAS

Construcciones de Obras Marítimas : Montaje de estructuras de  
Grandes Luces y Pesos

**Jaime Ortiz Mercado**  
**Ingeniero Civil Universidad de Chile**

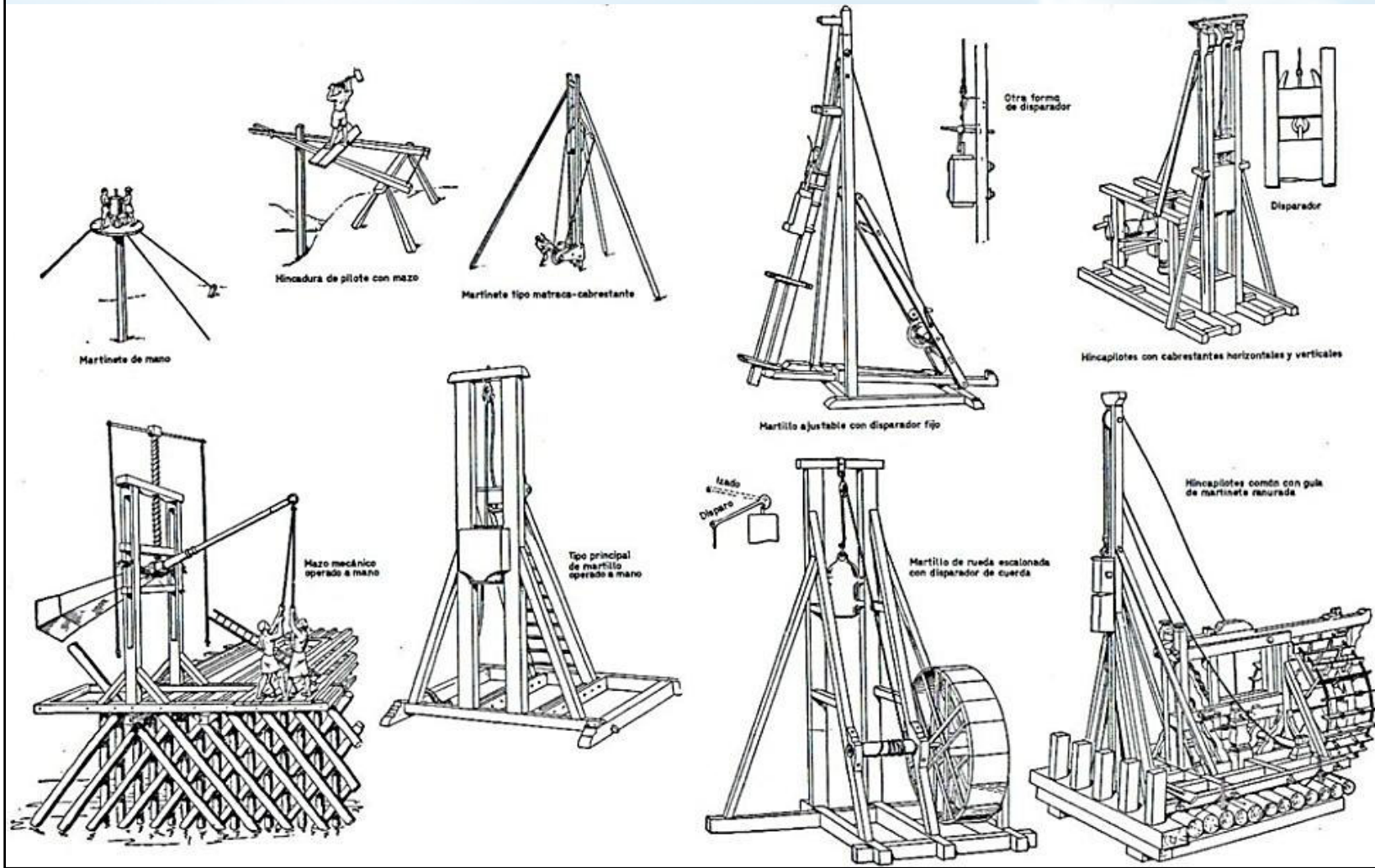
Santiago, 27 de Noviembre

# HISTORIA

Históricamente, el ser humano desde épocas muy antiguas, construyó, acorde con sus medios, estructuras portuarias, que vistas hoy, aparecen como un increíble gran esfuerzo, si pensamos en los recursos utilizados para ello.

Así por ejemplo, encontramos estos ingenios constructivos de antaño

# HISTORIA



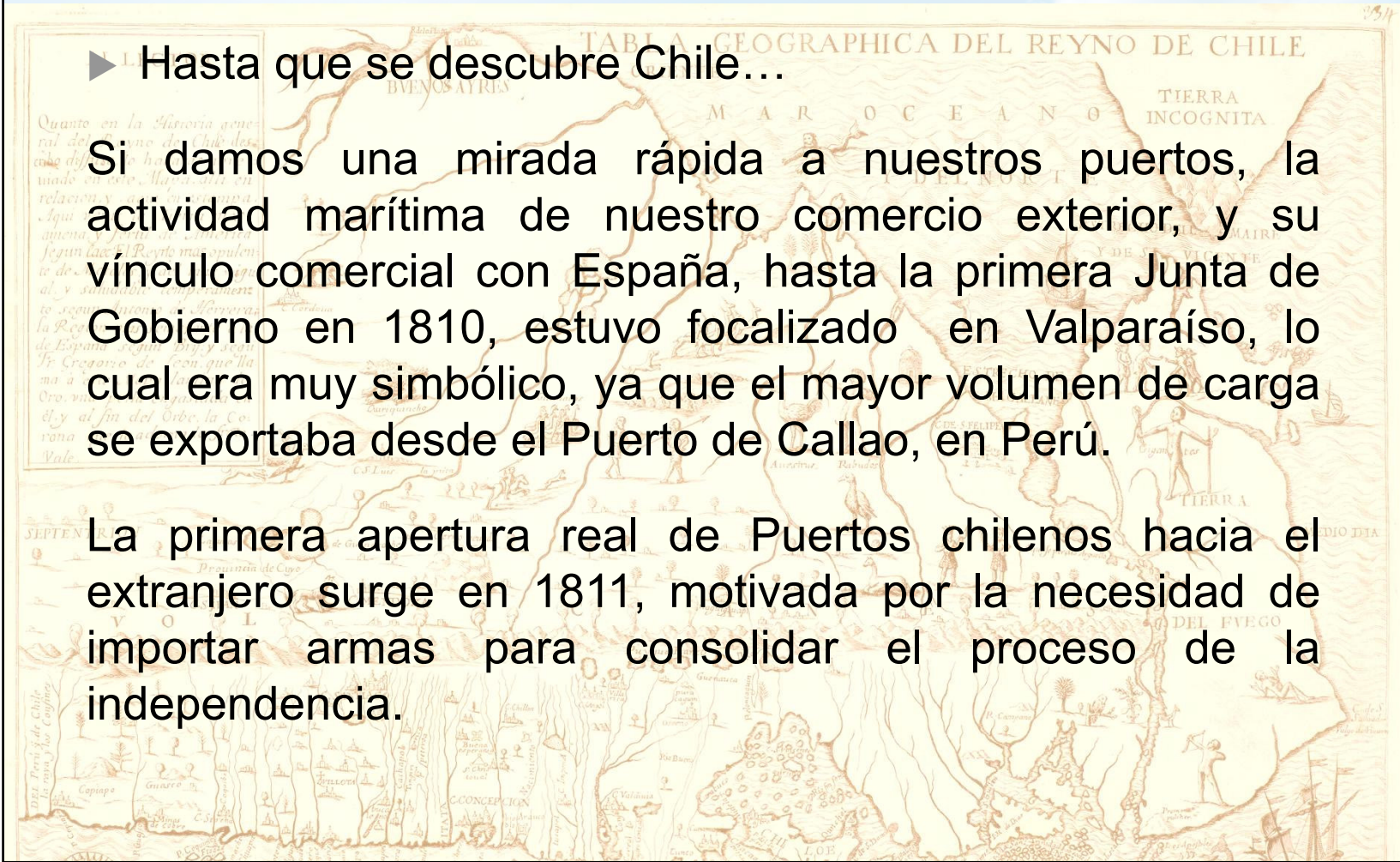


# HISTORIA

## ► Hasta que se descubre Chile...

Si damos una mirada rápida a nuestros puertos, la actividad marítima de nuestro comercio exterior, y su vínculo comercial con España, hasta la primera Junta de Gobierno en 1810, estuvo focalizado en Valparaíso, lo cual era muy simbólico, ya que el mayor volumen de carga se exportaba desde el Puerto de Callao, en Perú.

La primera apertura real de Puertos chilenos hacia el extranjero surge en 1811, motivada por la necesidad de importar armas para consolidar el proceso de la independencia.



# HISTORIA

## ► Chile Independiente

1844: San Antonio es declarado “puerto menor”, gracias a su posición estratégica para la salida de los primeros productos agrícolas del valle del Rio Maipo.

1865: Esta posición se fortalece luego del bombardeo del puerto principal, por parte de la escuadra española.

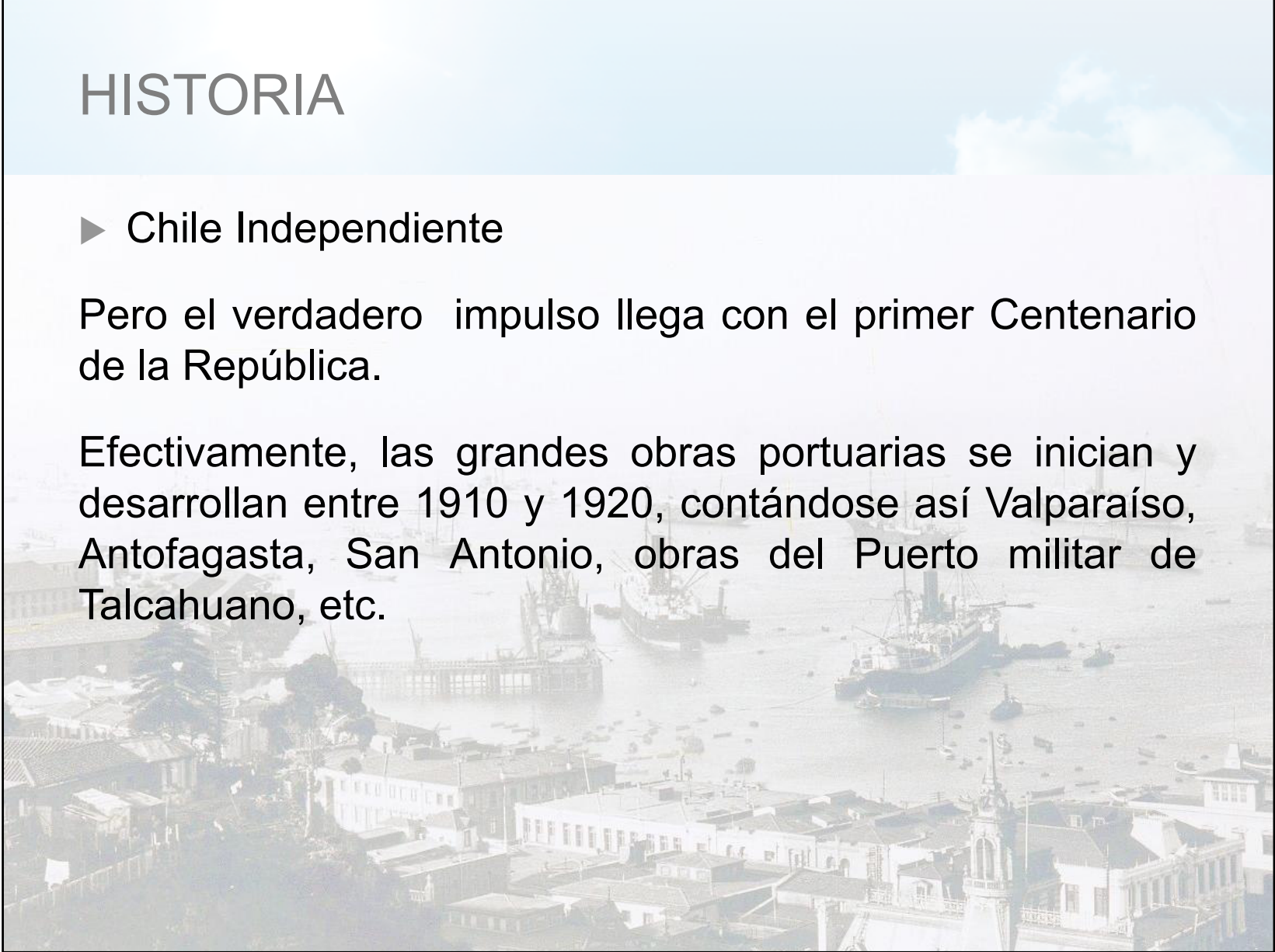
Último ¼ del Siglo XIX: Hay ya un desarrollo de muelles de madera, y los puertos de Chile se ven incrementados con aquellos existentes en los territorios anexados luego de la Guerra del Pacifico.

# HISTORIA

## ► Chile Independiente

Pero el verdadero impulso llega con el primer Centenario de la República.

Efectivamente, las grandes obras portuarias se inician y desarrollan entre 1910 y 1920, contándose así Valparaíso, Antofagasta, San Antonio, obras del Puerto militar de Talcahuano, etc.





# HISTORIA

## ► Chile alcanza el Centenario y parten los Puertos

En todas estas obras, se acometen los trabajos desde tierra, avanzando sobre lo construido, en faenas que hoy cuesta creer que se hayan comenzado hace 100 años atrás, y demorado sesenta años en llegar al nivel que observaremos.

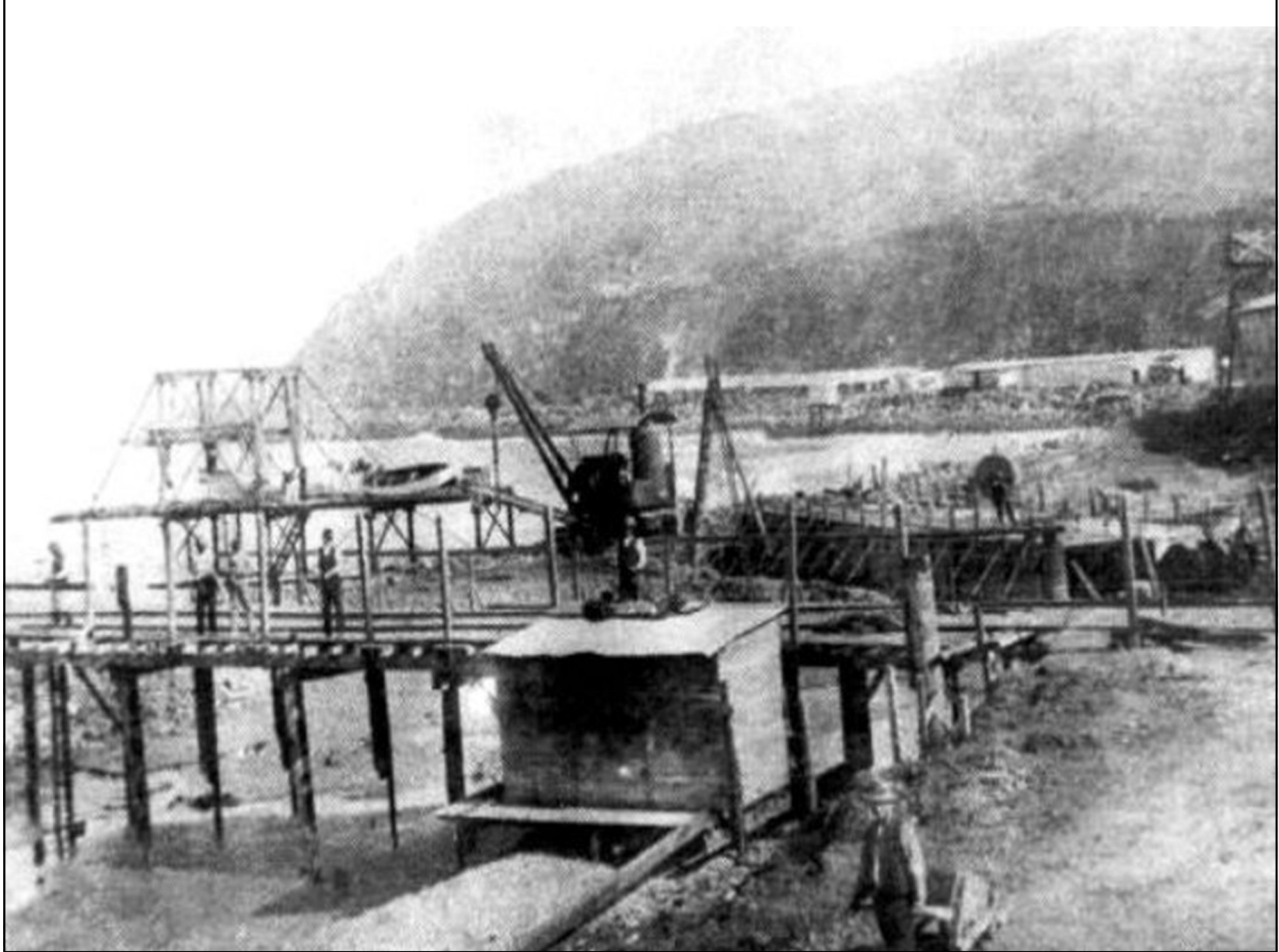
Ejemplo: Puerto de San Antonio, que nace de abrir paso entre árboles y desmoronamiento de cerros de arena, logrando un paso continuo entre los sectores hoy conocidos como San Antonio y Llolleo.

# HISTORIA

## ► Chile alcanza el Centenario y parten los Puertos

El objeto de esta pasada horizontal, es posibilitar el tendido de vías férreas entre el Sector Norte (Panul) y la mitad de dicha longitud, permitiendo el acarreo de rocas para la construcción del Molo de Abrigo, y proteger el borde costero.



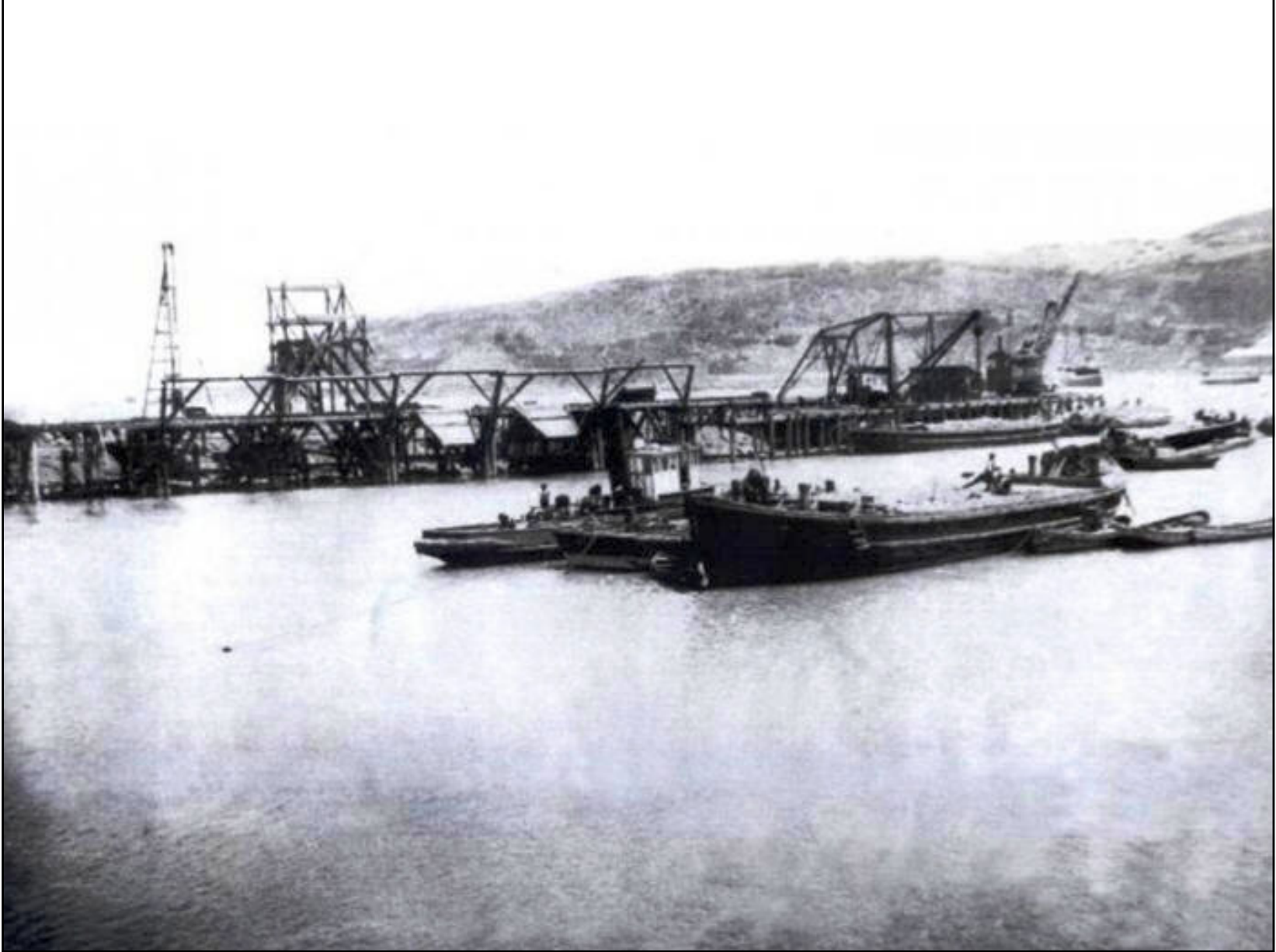








**San Antonio Antiquo**







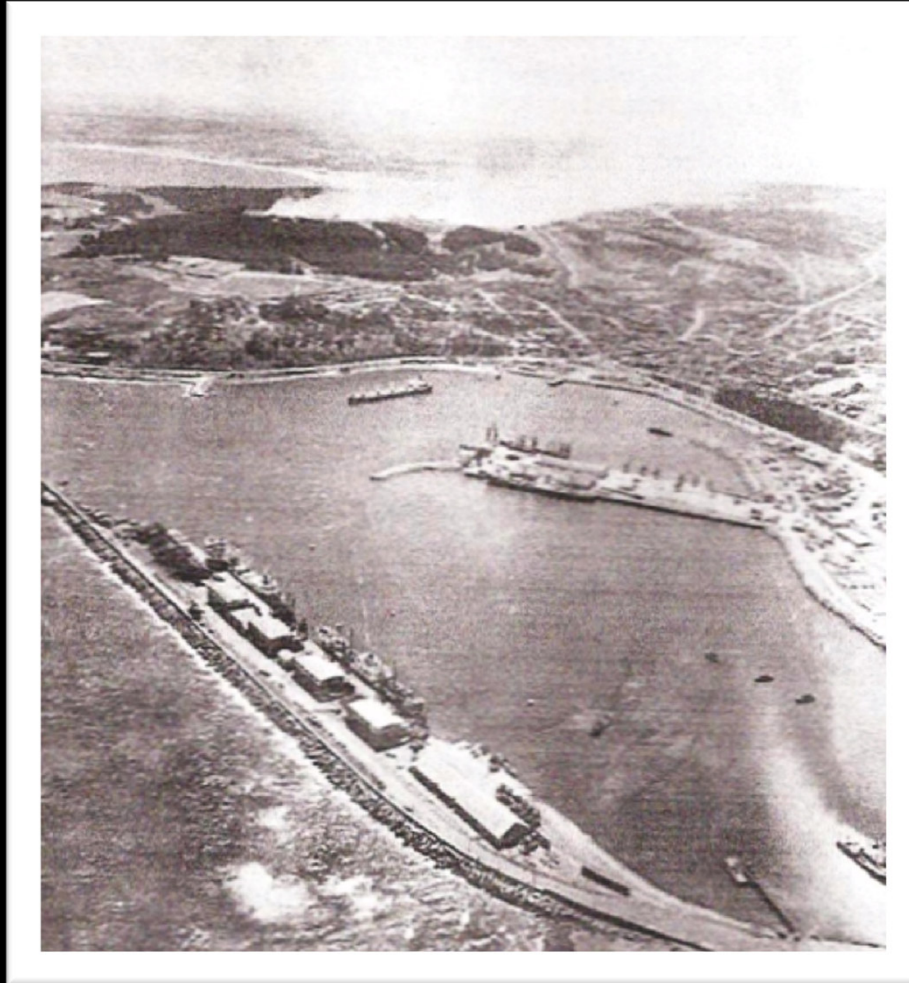








# HISTORIA





# HISTORIA

De las diapositivas anteriores, observamos el desarrollo del Puerto de San Antonio entre su fundación, en 1912, hasta 1960 (en blanco y negro).

En color, una imagen de lo que era dicho puerto en el 2005.

La historia de la mayoría de los puertos de Chile no es muy diferente, lo cual cambia sustancialmente, con las modificaciones de legislación que permiten la inversión privada, tanto en los puertos del Estado, por la vía de las Concesiones, así como en los puertos propios, asociados a proyectos de inversión, que requieren embarcar y/o desembarcar productos. Lo último, generalmente asociados a proyectos energéticos y mineros.



## HISTORIA: Puerto Pecket

1985: Es en este contexto que surge el proyecto para explotar, en la mina Pecket, el carbón subbituminoso de Magallanes, y con ello, la construcción de un Muelle Mecanizado de 1.848 m de largo, con cintas transportadoras para cargar sobre buque dicho carbón, con una tasa de 1.200 t/h.

Esta breve descripción del proyecto, tan común de leer u observar hoy en día, en varios proyectos en nuestro país, marca un antes y un después, en los equipos y metodologías para la construcción de puertos en Chile.

## HISTORIA: Puerto Pecket

El mencionado proyecto, cuya autoría es de un consorcio entre la oficina de Arze, Reciné y Asociados (Chile), con la oficina de Paul Soros (NY, USA), obtuvo premiaciones por su diseño:

- ▶ 1988, Premio de Excelencia New York Consulting Engineers Association.
- ▶ 1988, Premio de Honor American Consulting Engineers Council

La construcción estuvo a cargo de un consorcio entre Belfi S.A. (Chile), con Harbert International Establishment, Colorado, USA.



## HISTORIA: Puerto Pecket

Algunas características del proyecto:

- ▶ Su gran longitud, a consecuencia de la baja pendiente del suelo, lo que obliga a avanzar 1 mi para llegar al sector que cumple con el calado requerido por el buque de diseño.
- ▶ Suelo con sectores que permiten sólo la hincada de los pilotes, y otros sectores que exigen además, anclarlos.
- ▶ El diseño mezcla un sector de luces cortas, tradicionales, a 8 m de distancia entre ejes transversales, con otro, de luces largas, con distancia de 45 m, entre ejes de apoyo entre enrejados.

# HISTORIA: Llegada del 1<sup>er</sup> Jack Up a Chile



# HISTORIA: Llegada del 1<sup>er</sup> Jack Up a Chile



# HISTORIA: Llegada del 1<sup>er</sup> Jack Up a Chile





# HISTORIA: Llegada del 1<sup>er</sup> Jack Up a Chile



## MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

Dadas estas explicaciones, se mostrarán imágenes de tres métodos constructivos; los primeros dos en la ya mencionada obra del Muelle Pecket.

- ▶ Lanzamiento desde tierra de enrejados de 40 m de largo y 30 t, usando flotadores diseñados y construidos ad hoc, y dos ejes con ruedas neumáticas para la rodadura en tierra.



# MÉTODOS CONSTRUCTIVOS



# MÉTODOS CONSTRUCTIVOS



# MÉTODOS CONSTRUCTIVOS





# MÉTODOS CONSTRUCTIVOS





# MÉTODOS CONSTRUCTIVOS



# MÉTODOS CONSTRUCTIVOS



# MÉTODOS CONSTRUCTIVOS





# MÉTODOS CONSTRUCTIVOS





# MÉTODOS CONSTRUCTIVOS



# MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

Galería ya sobre sus soportes:





# MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

Al final del montaje, una vista general:



## MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

- ▶ Después del larguísimo puente de acceso recién mostrado, se hace imprescindible el montaje del cargador de barcos (shiploader).

En este caso particular, fabricado en Canadá, transportado en buque especial de Mammoet Shipping, desde el cual se efectuó el montaje de la viga principal de 150 t de peso, y largo 48 m.

En los apoyos, atrás, un gran rodamiento en el pivote, y adelante, boogies tipo FF.CC.

Observaremos entonces: montaje desde barco, de un cargador radial, peso 150 t. Distancia a la costa 1.800 m



# MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

La cuidadosa aproximación a las estructuras en construcción



# MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

La cuidadosa aproximación a las estructuras en construcción



# MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

Comienza el izaje con las dos plumas propias del buque





## MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

A medida que se levanta el objeto, el buque se aproxima más a las estructuras de soporte





# MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

La misma fase de la maniobra, desde el extremo opuesto



# MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

Se aprecia el objeto suspendido en el aire



# MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

Se aprecia el objeto suspendido en el aire





# MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

Aquí, claramente saliendo de la proyección en la banda de estribor





# MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

Otro ángulo, con nuestro remolcador al fondo



# MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

Al alejarse el peso suspendido del centro de gravedad del buque, éste comienza a escorarse



# MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

Las estructuras de soporte llegando a sus apoyos





# MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

Rodamiento en el pivote, boggies en la viga cuadrante





# MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

Viga apoyada en ambos extremos



# MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

Pocos meses después, el shiploader en operaciones



# MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

Pocos meses después, el shiploader en operaciones

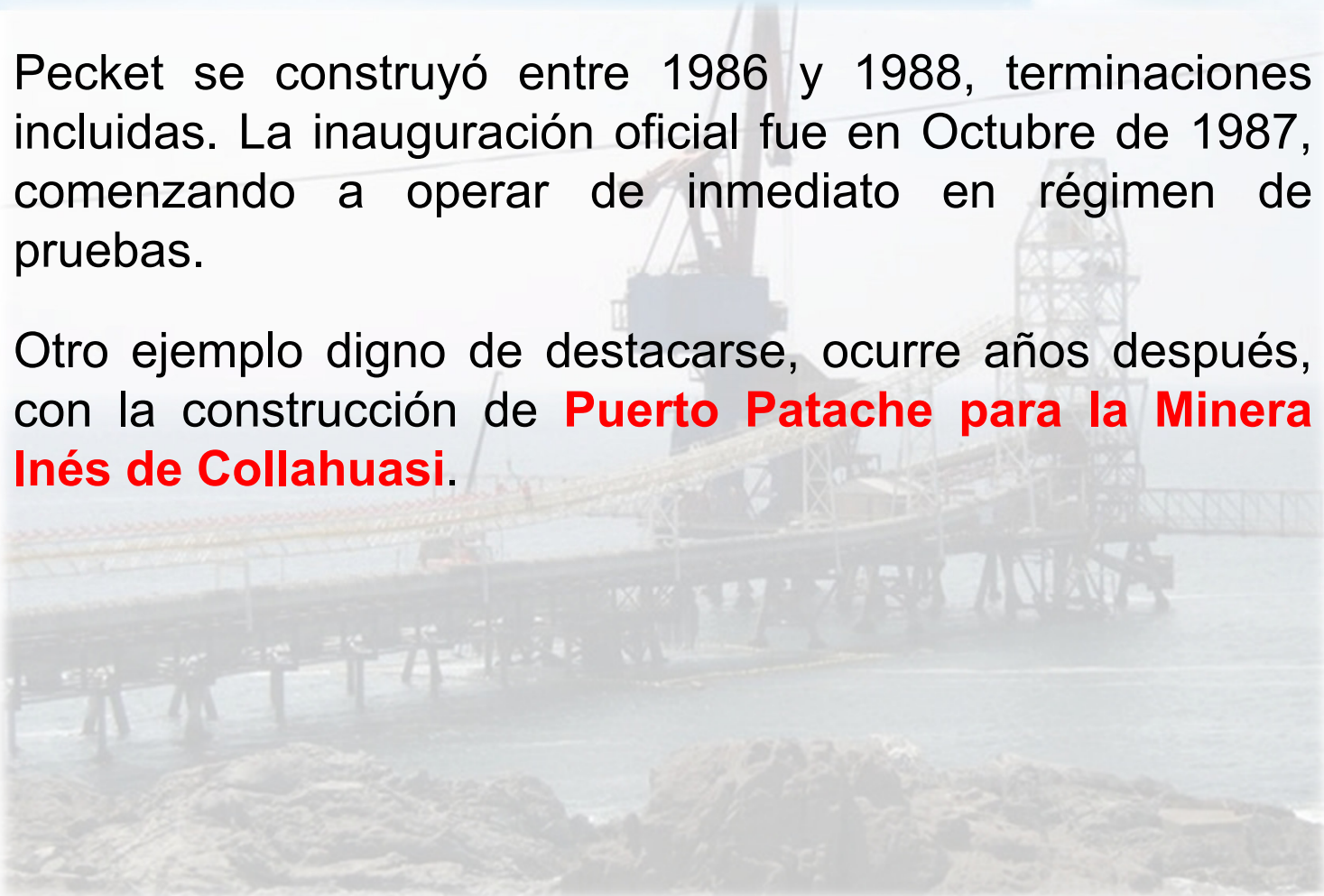




## EJEMPLOS

Pecket se construyó entre 1986 y 1988, terminaciones incluidas. La inauguración oficial fue en Octubre de 1987, comenzando a operar de inmediato en régimen de pruebas.

Otro ejemplo digno de destacarse, ocurre años después, con la construcción de **Puerto Patache para la Minera Inés de Collahuasi.**





## PUERTO PATAACHE

Para la Minera Inés de Collahuasi

El consorcio constructor estuvo formado por Bechtel y Anhsa Ingenieros.

En este caso, el muelle es muy corto, ya que se tienen aguas profundas muy cercanas a la costa.

A diferencia de Pecket, casi todos los pilotes son anclados, por estar emplazados el Muelle en un sector rocoso.

Los equipos de perforación son muy superiores a los usados en Punta Arenas.

Los enrejados ó galerías son enviados al cabezo por sobre aquellos ya montados, por medio de un carro especialmente diseñado, con ruedas ferrocarrileras.

# PUERTO PATAACHE

Para la Minera Inés de Collahuasi



# PUERTO PATACHE

Para la Minera Inés de Collahuasi





# PUERTO PATACHE

Para la Minera Inés de Collahuasi





# PUERTO PATACHE

Para la Minera Inés de Collahuasi



# PUERTO PATACHE

Para la Minera Inés de Collahuasi



# PUERTO PATACHE

Para la Minera Inés de Collahuasi





# PUERTO PATACHE

Para la Minera Inés de Collahuasi



Con esta vista aérea del muelle en su fase final, se concluye esta presentación, con el reconocimiento a las empresas y a su personal de directivos y de terreno, que introdujeron todas estas metodologías a nuestro país, y que han hecho posible un progreso innegable en los últimos 30 años.

Es bueno no olvidar,  
y aprender de los que nos antecedieron,  
para dar pasos sobre firme en el devenir.

**MUCHAS GRACIAS**



