www.asocreto.org.co

3 de 4

Conferencias virtuales
CICLO PATOLOGÍA DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO

Conferencia

Patologías antiguas y recientes en el Canal de Panamá

Luis Ferreira - Consultor Internacional

Luis Carlos Ferreira K.

Ingeniero Civil

Consultor Internacional

Panamá

Organizan: Todo el Concreto está en Asocreto · Noticreto · Instituto del Concreto

Con el patrocinio de: Argos · Laboratorio Asocreto · ADCOL · PTAR · CAR · Banco Mundial

Conferencias virtuales

CICLO PATOLOGÍA DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO

Organizan: Todo el Concreto está en Asocreto · Noticreto · Instituto del Concreto

Los 104 Años de los Concretos del Canal de Panamá y su Patología

Luis C. Ferreira K.
Consultor Internacional

5 de Mayo de 2020

Con el patrocinio de

Argos · Laboratorio Asocreto · Asocol · PTAR · CAR · Banco Mundial

AGENDA

- Los 100 Años de Concretos del Canal Actual
  - Historia de la Construcción del Canal de Panamá
  - Concretos de la Época,
  - Logística y Métodos de vaciado
  - Patología de la condición de sus estructuras

- Concretos del Canal Ampliado
  - Su durabilidad
  - Diseños de mezcla, producción, control de calidad, y logística de vaciados

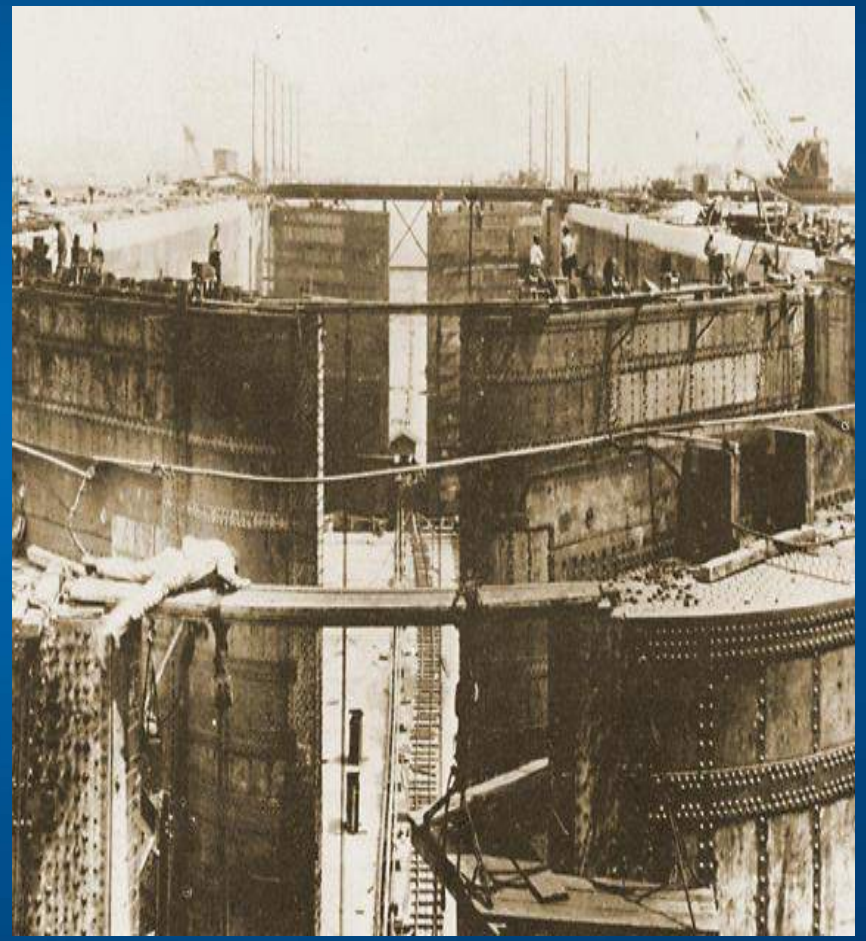
CONSTRUCCIÓN DEL CANAL DE PANAMÁ

- La construcción del Canal de Panamá inició en el año de 1904
- Los Estados Unidos de America, fueron lo que construyeron el Canal de Panamá después varios intentos por los franceses
- La construcción del canal de Panamá, tomó 10 años
- Fue inagurada en Agosto de 1914

Esclusas de Gatún

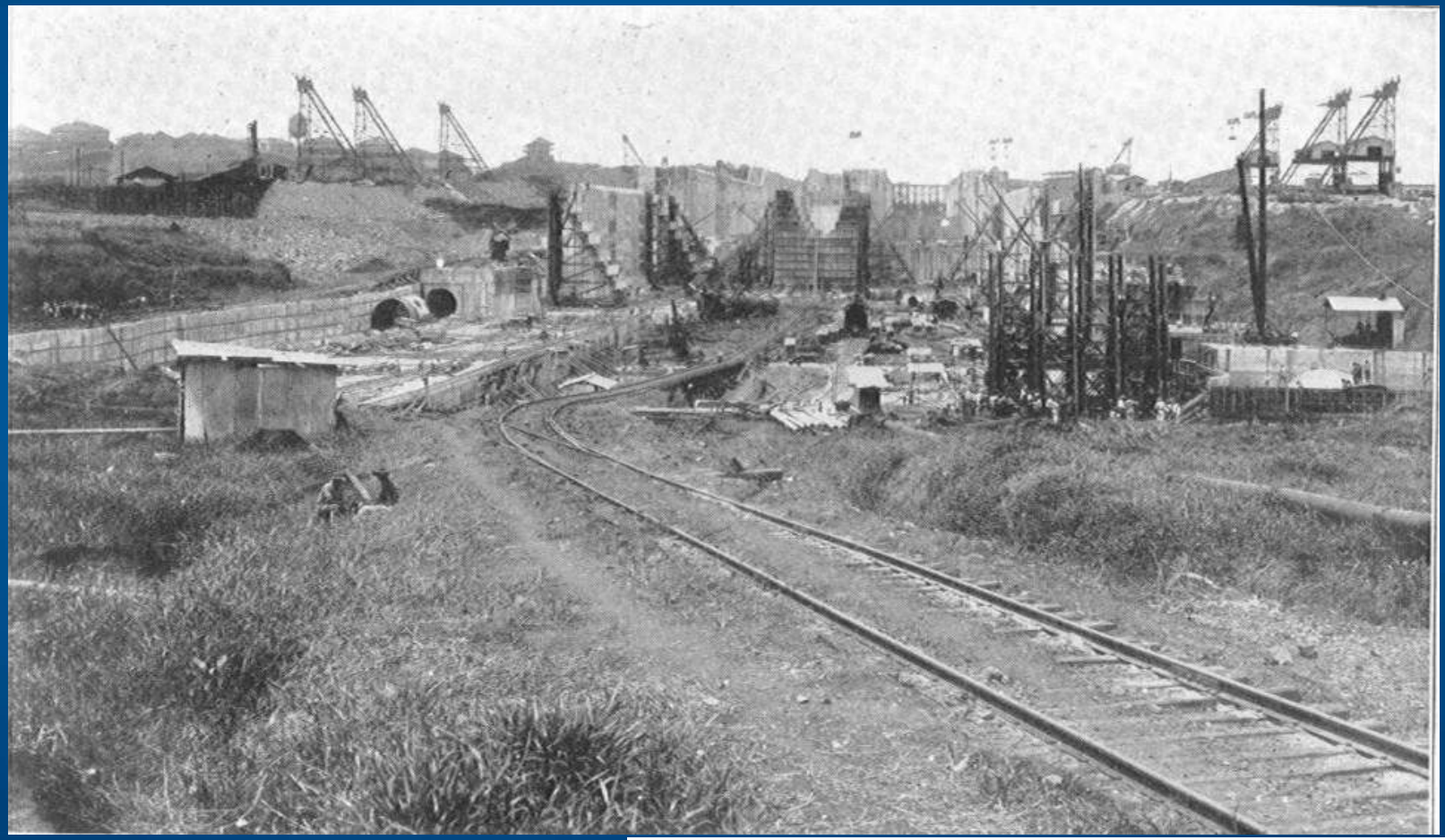
Construcción de las Esclusas del Canal

Construcción de las Compuertas en sitio

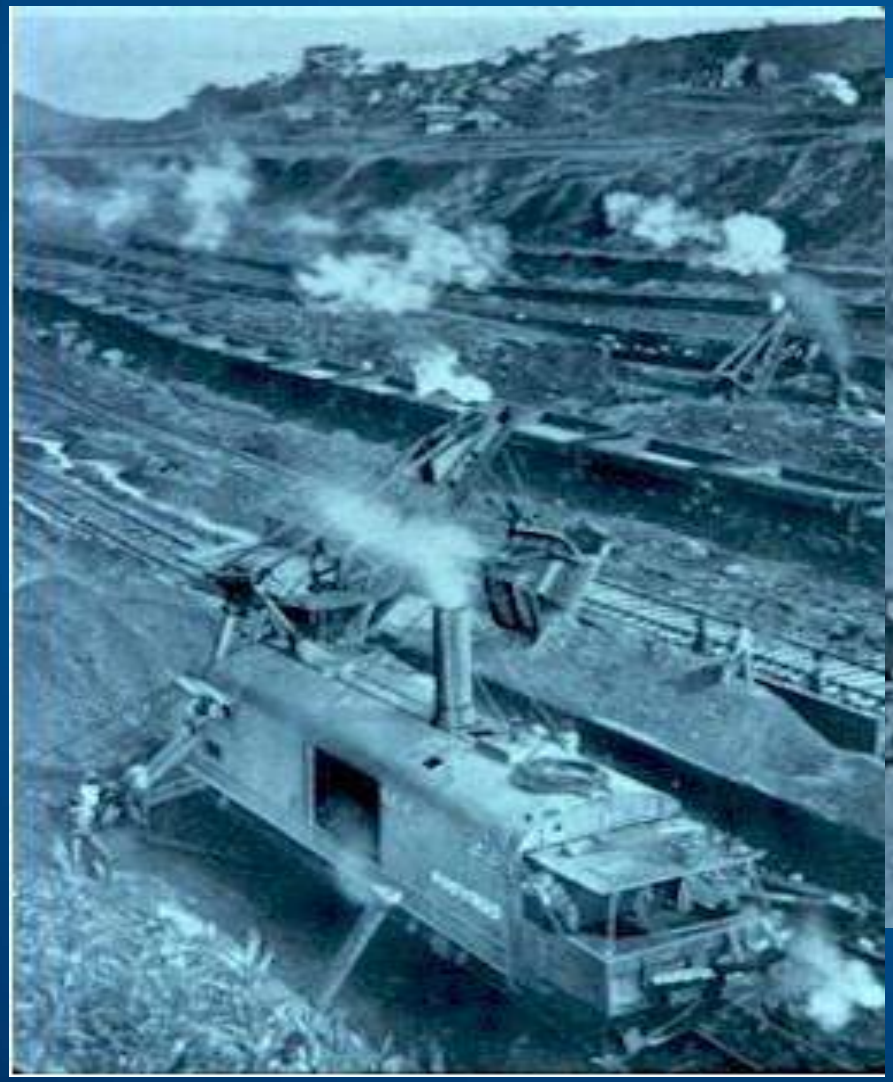


Concretos de la Época de la Construcción del Canal de Panamá

Construcción de las Esclusas del Canal



Equipos de la Época Utilizados en la Excavación

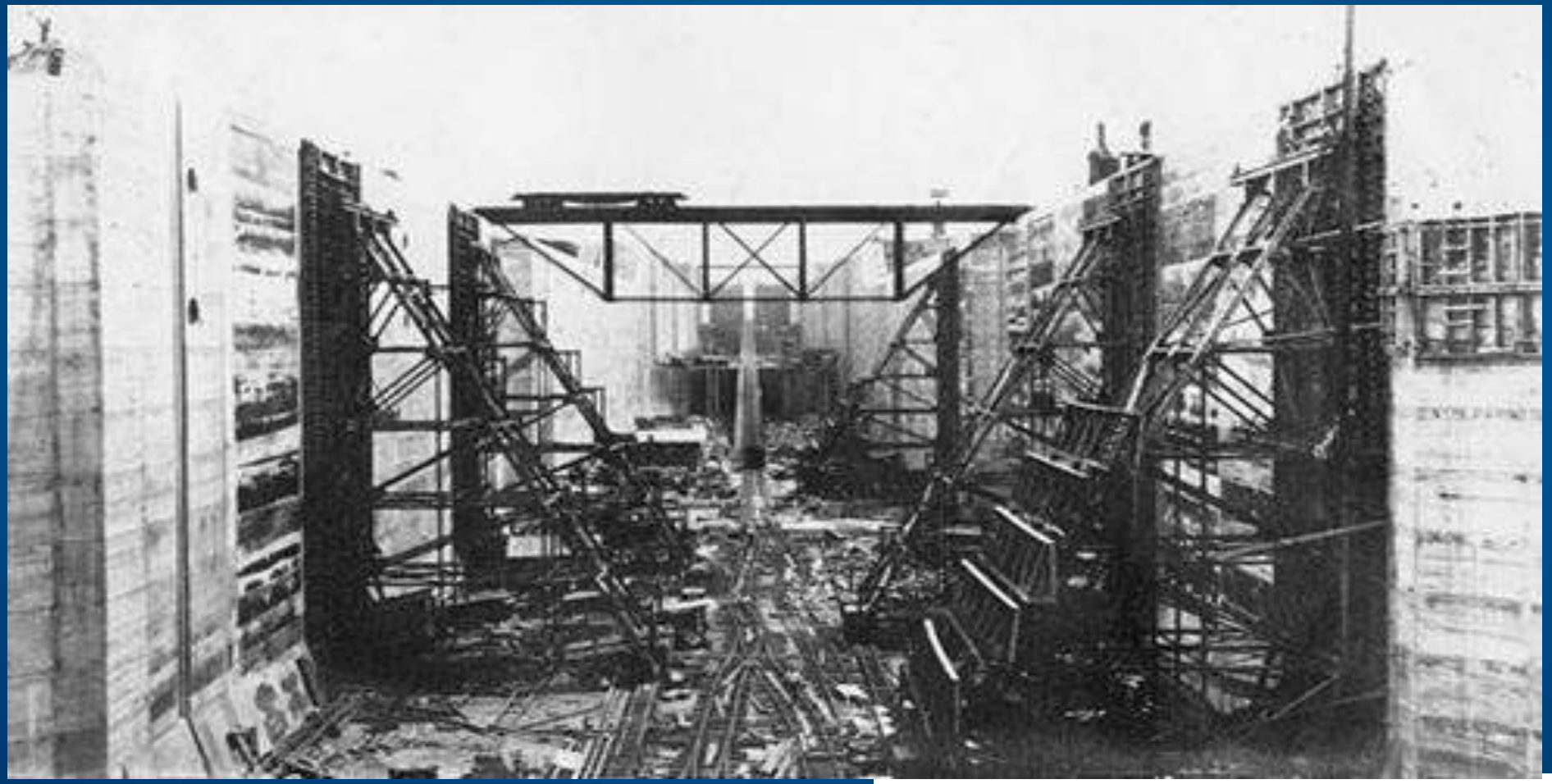


Con el patrocinio de:

Excavación del Corte Culebra

Construcción de los Muros de las Esclusas

Construcción de los Muros de las Esclusas



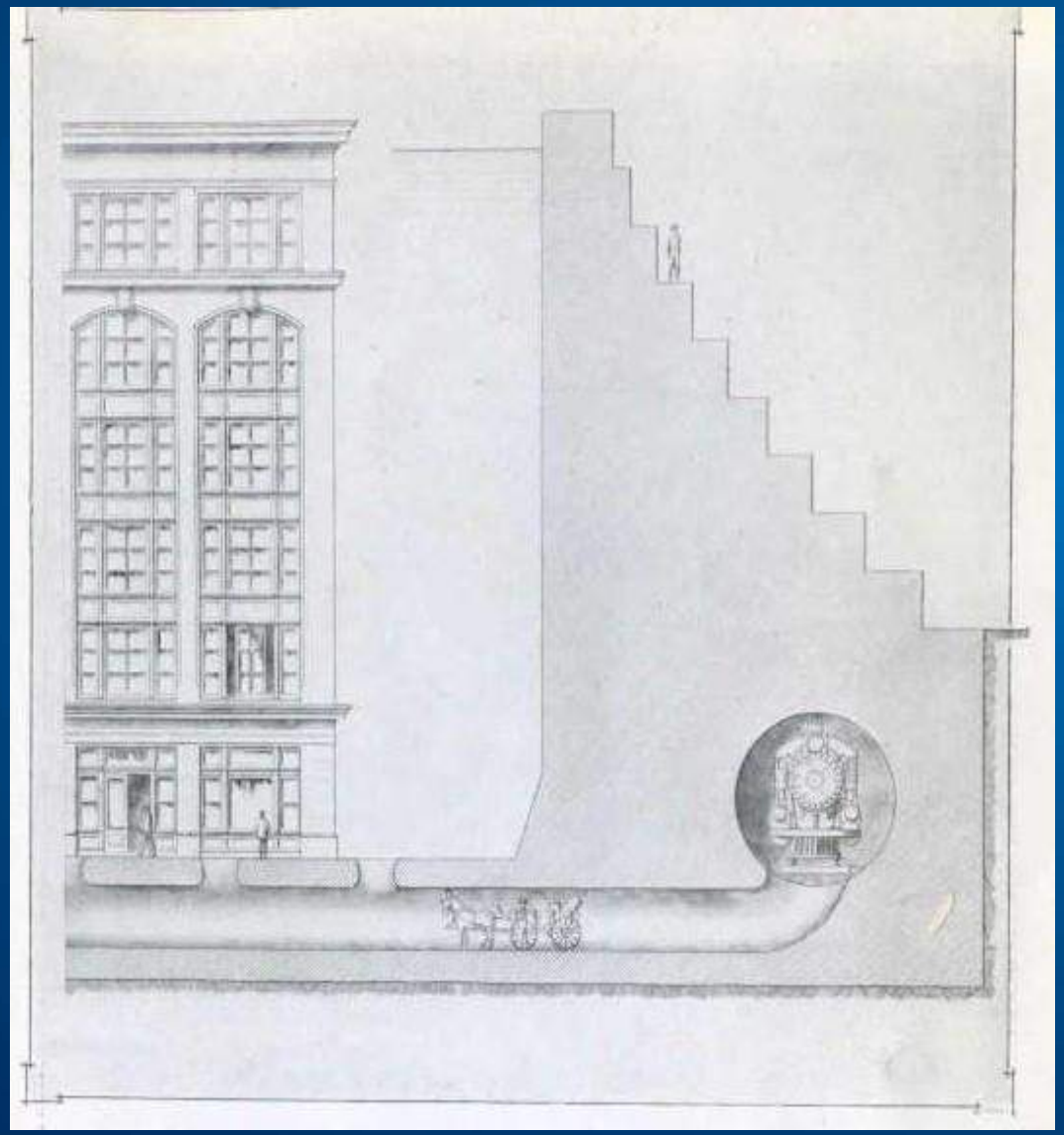
Construcción de las Esclusas

Formaleta y Construcción del Muro Central

Vista de la construcción del Muro y Alcantarilla Central

Construcción del Muro Central y Alcantarilla

La Cámara de las Esclusas del Canal



El Muro de concreto de la cámara de las Eslusas, tiene una altura equivalente a un edificio de 6 pisos.

La alcantarilla tiene un diámetro de 18 pies, en la cual cabe una locomotora de tren.

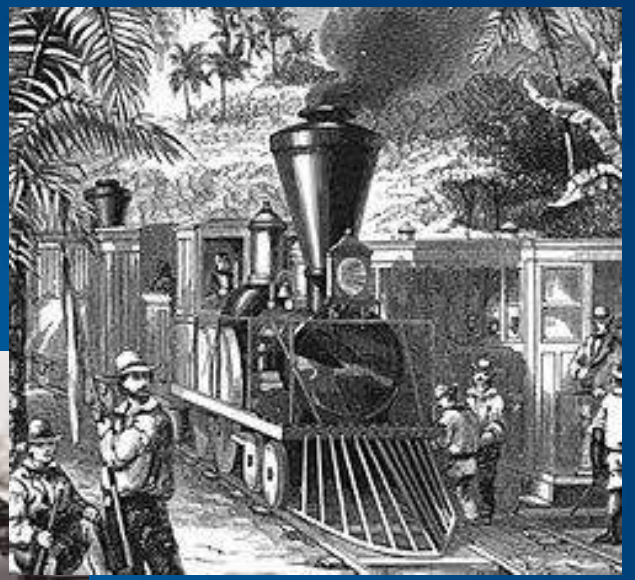
Grúa de Apoyo Sobre Rieles

Lógistica y Vaciado

Concretos para la Construcción del Canal de Panamá

Con el patrocinio de:
AEGOS
Laboratorio Acuerdo
ADCOL
PTAR
CAR
BANCO MUNDIAL

Material Utilizado



Agregados:

Agregado Pétreo: Provenian de rios, piedra canto Redondo.
Mucho del material pétreo provenía desde la población de
Nombre de Dios en la costa arriba de Colón y
eran transportados en vagones del ferrocarril.

Agregado de Arena:
La arena utilizada provenía de los ríos.

Tomas de Agua
En el Atlántico y Pácifico – Lago Gatún.

Llegada del Cemento Portland

Cemento Portland:

El cemento llegaba en barriles por barco desde los Estados Unidos, y luego eran transportados por ferrocarril al sitio de trabajo.

MAQUINARIA PARA LA SELECCIÓN DE MATERIALES

- Para el manejo de millones de toneladas de piedra, arena y cemento, requeridas para la construcción de las estructuras de las Esclusas, se creó
- **“La Maquinaria Ingeniosa”.**

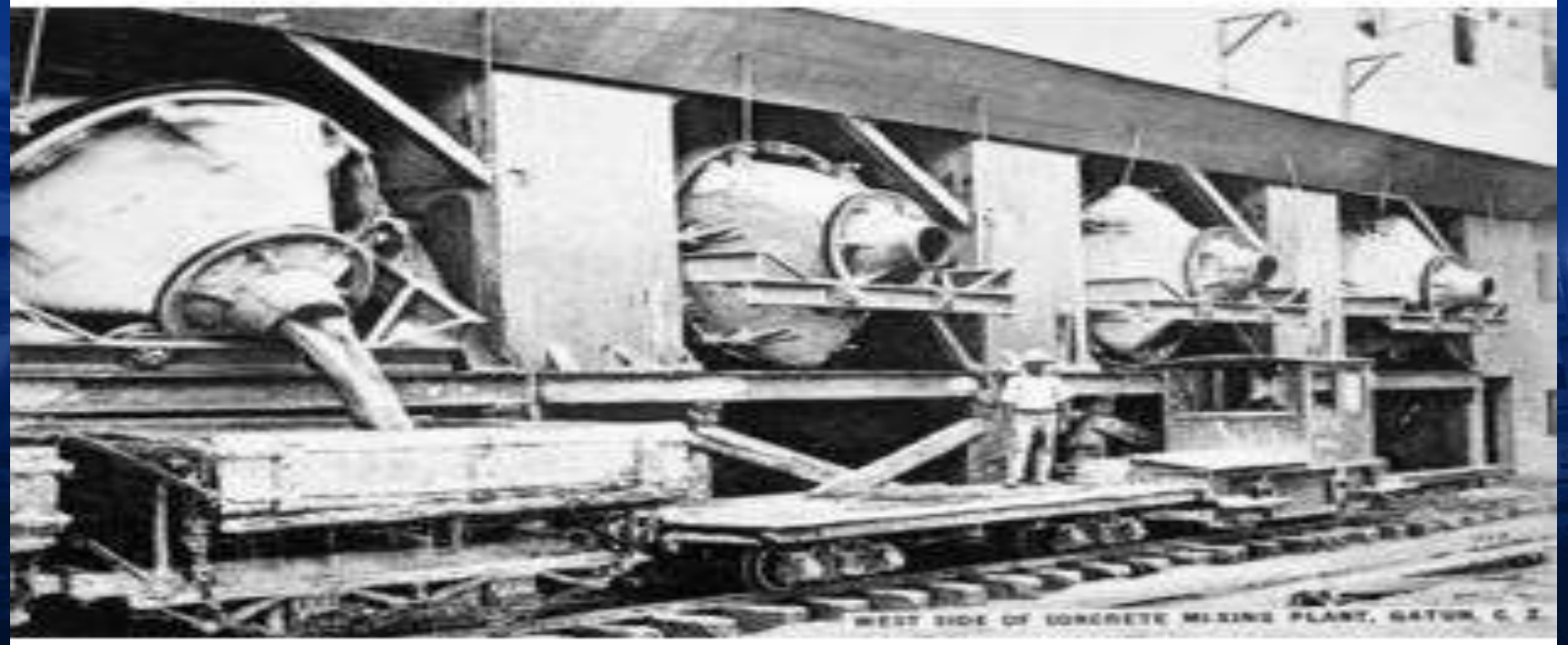
- Su función era la de seleccionar las proporciones correctas de piedra, arena y cemento y la mezcla de material.

- Para la separación de los agregados para el concreto.

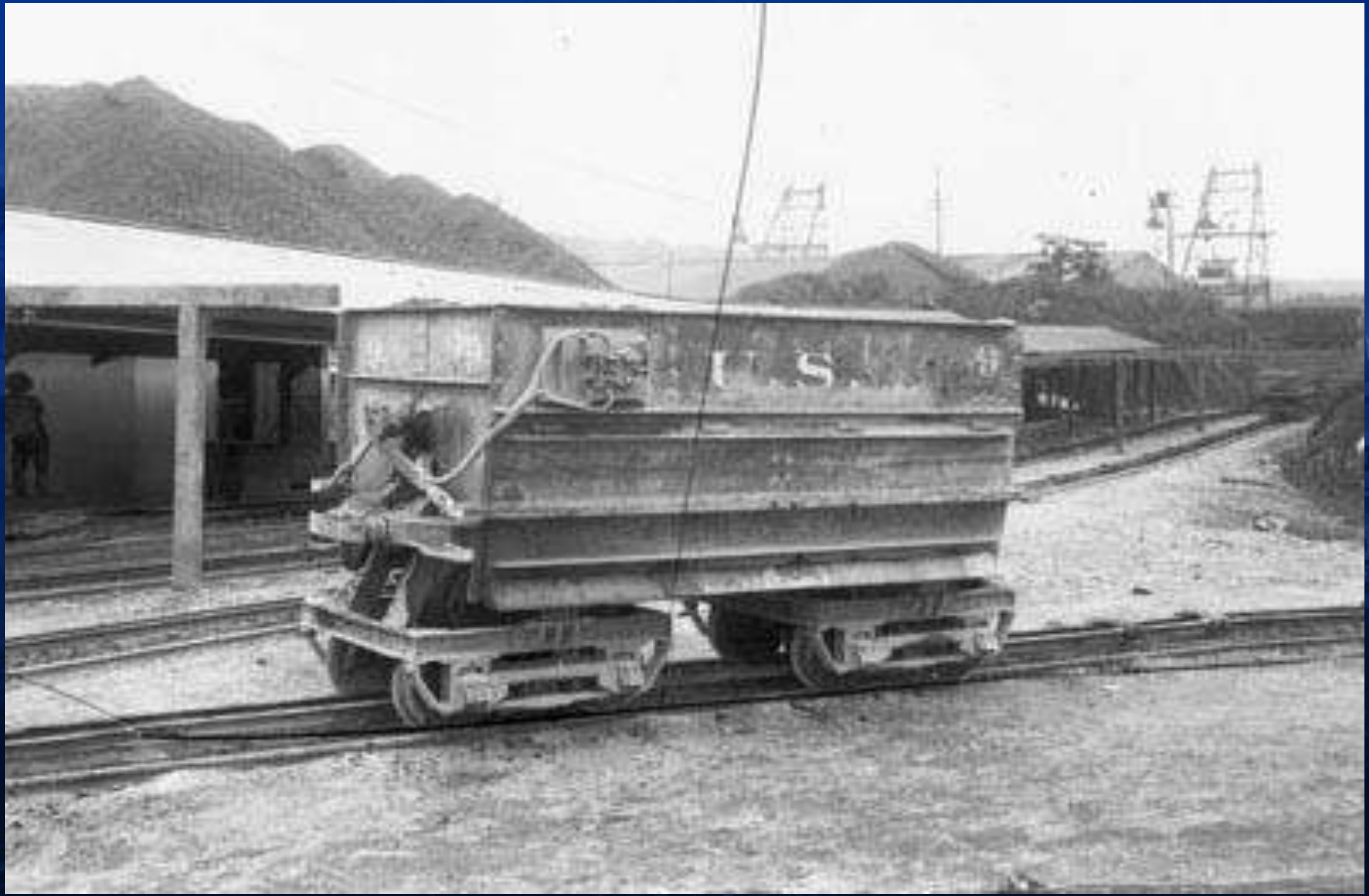
Mezcladora de Concreto

Mezcladoras de Concreto

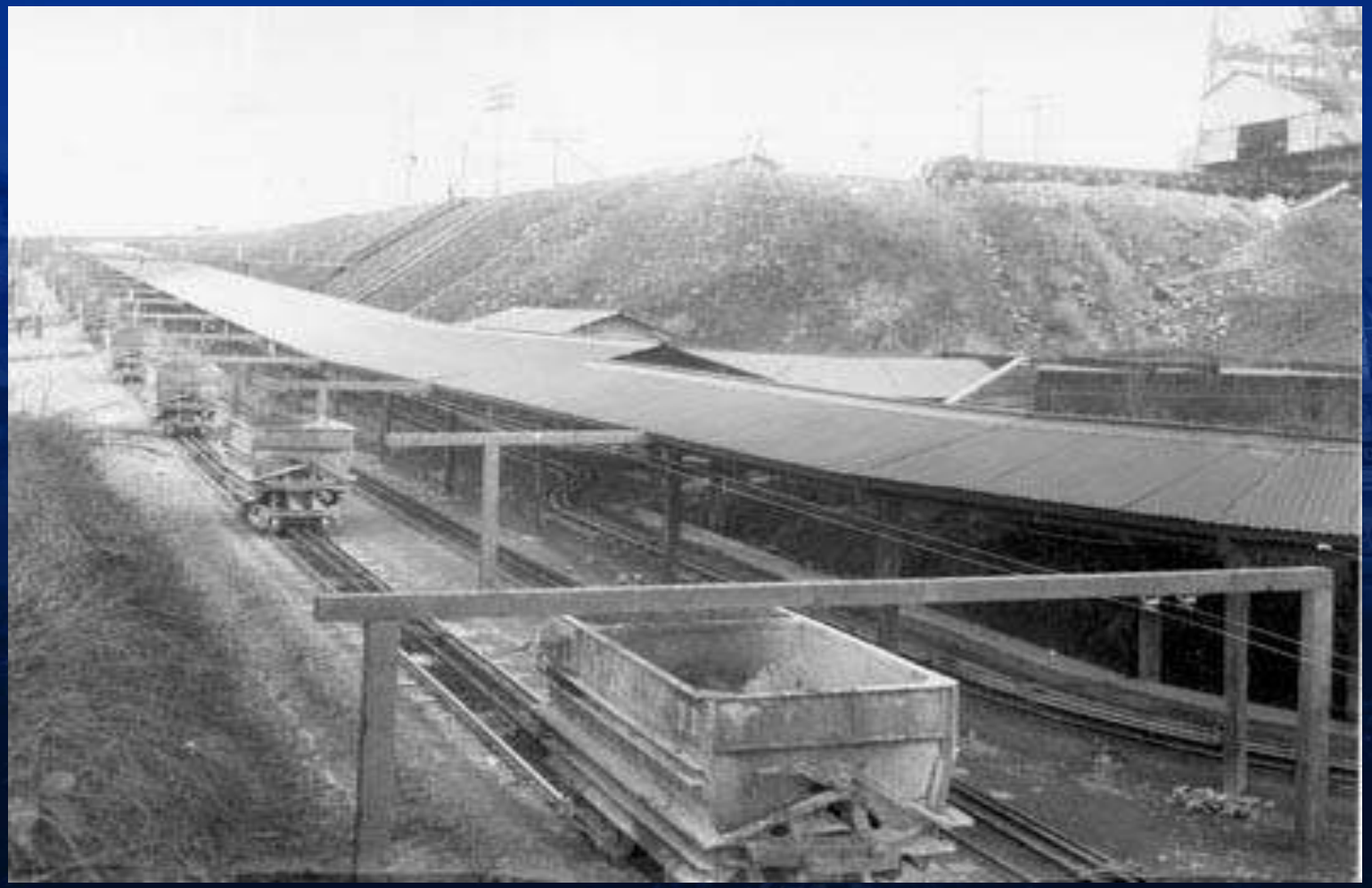
Estación de abastecimiento de Concreto



Vehiculos de Transporte de Concreto

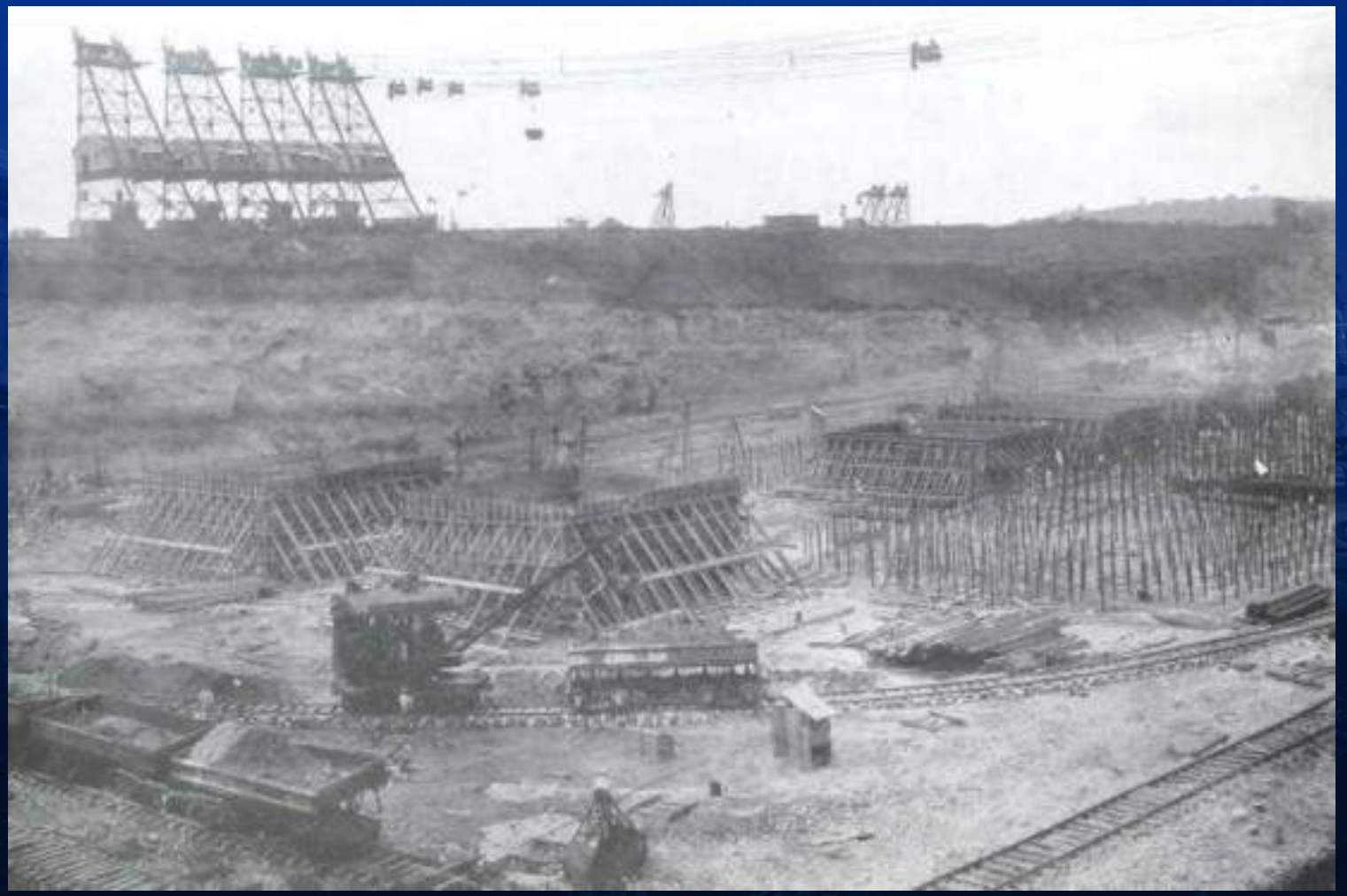


Estación de Transporte de Concreto



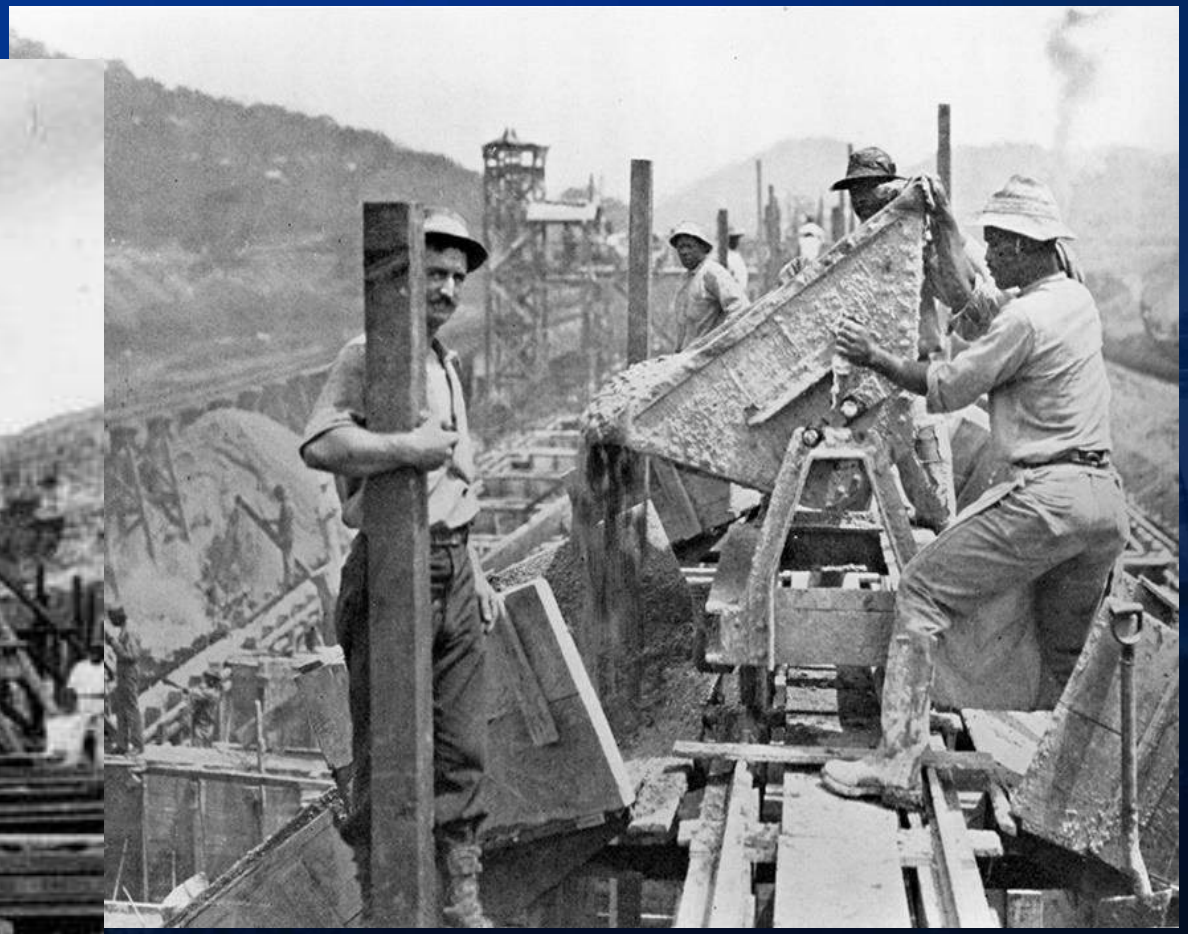
Equipo Pórtatil de Mezcla y Vaciado

Vaciados de Concreto



Gruas de Cable

Vaciados de Concreto



VACIADO DE CONCRETO

Vaciado de Losa de Concreto

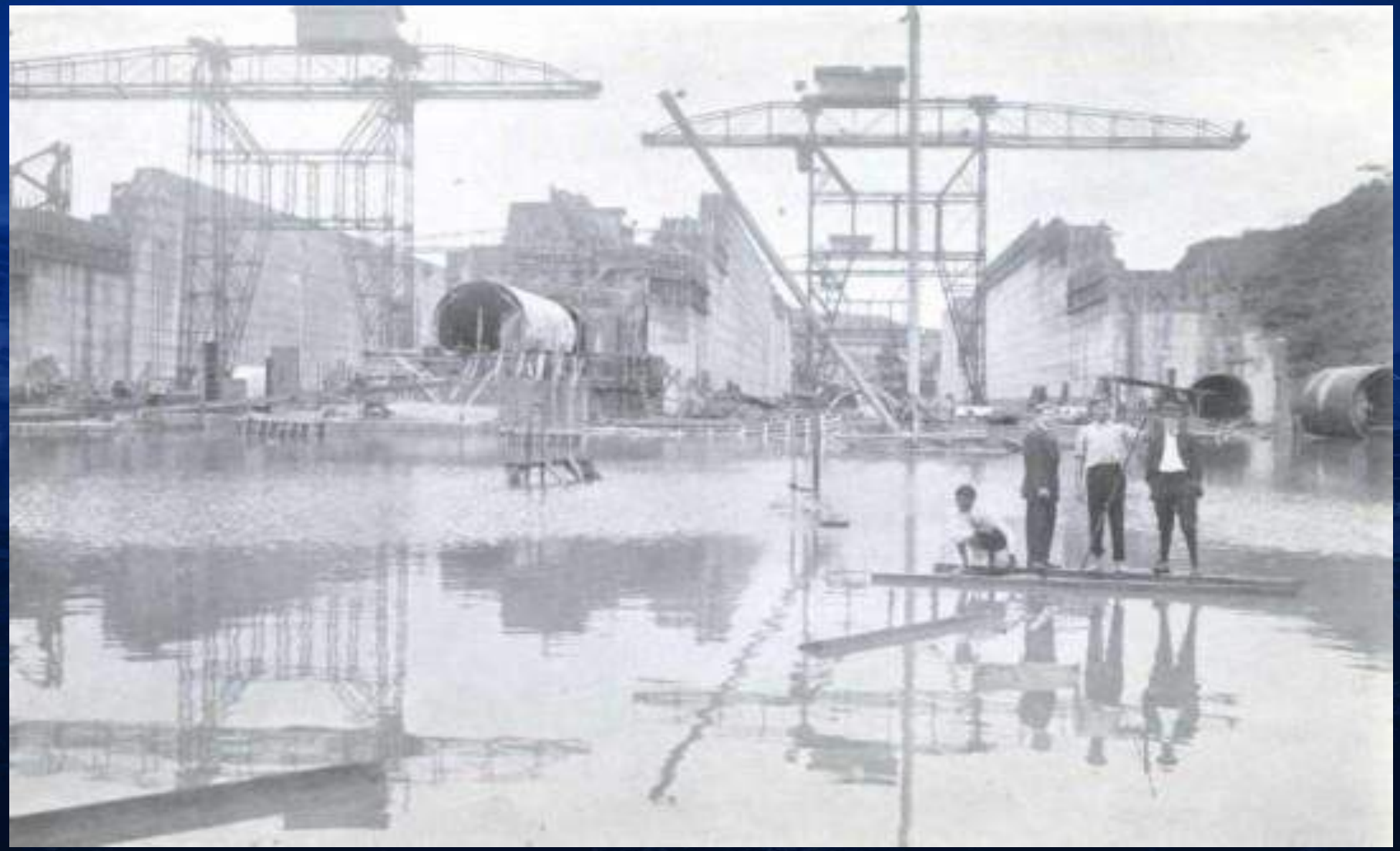
Vaciado del Piso y Alcantarillas Laterales

Conferencias virtuales
CICLO PATOLOGÍA DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO

Conferencia

Patologías antiguas y recientes en el Canal de Panamá

Organizan:



Con el patrocinio de:

Generales de la Patología de los concretos del CANAL DE PANAMÁ

De acuerdo a estudios realizados en muestras de cilindros, se encontraron las siguientes condiciones:

- Las pruebas de laboratorio en cilindros a compresión de distintas áreas escogidas en las esclusas de Gatun, Pedro Miguel y Miraflores arrojaban lo siguiente:
  - 1500 psi
  - 2500 psi
  - 1000 psi
  - En algunas áreas muy selectivas dieron 750 psi y en otras 2800 psi
- El concreto en general se encuentra en muy buen estado a pesar de la edad del concreto. Las estructuras del Canal de Panama, son estructuras masivas.
- En algunas áreas de las Esclusas, las paredes muestran una pérdida de material de aproximadamente 2.0 milímetros, casusados por :
  - Cloruracion
  - Ataques químicos ambientales
  - Carbonatación
  - Sales

Tipo de Ambientes en las Esclusas

Clima tipo Tropical (Región de Centro América)

Ambiente considerado Moderado (Húmedos cambiantes).

La estructura de las Esclusas pueden clasificarse como ambiente severos ya que la mayoría de la estructura y sus equipos mecánicos están sumergidos en agua dulce y salada.

Algunas ares hay ambientes saturados de sal por su cercanías al mar.

Humedad relativa oscilante entre 60% a 90%.

Áreas de alta temperaturas (28º – 30º C.)

Lluvias fuertes (En estación lluviosa, cambios bruscos de temperatura)

Estructuras expuestas al aire, condiciones atmosféricas

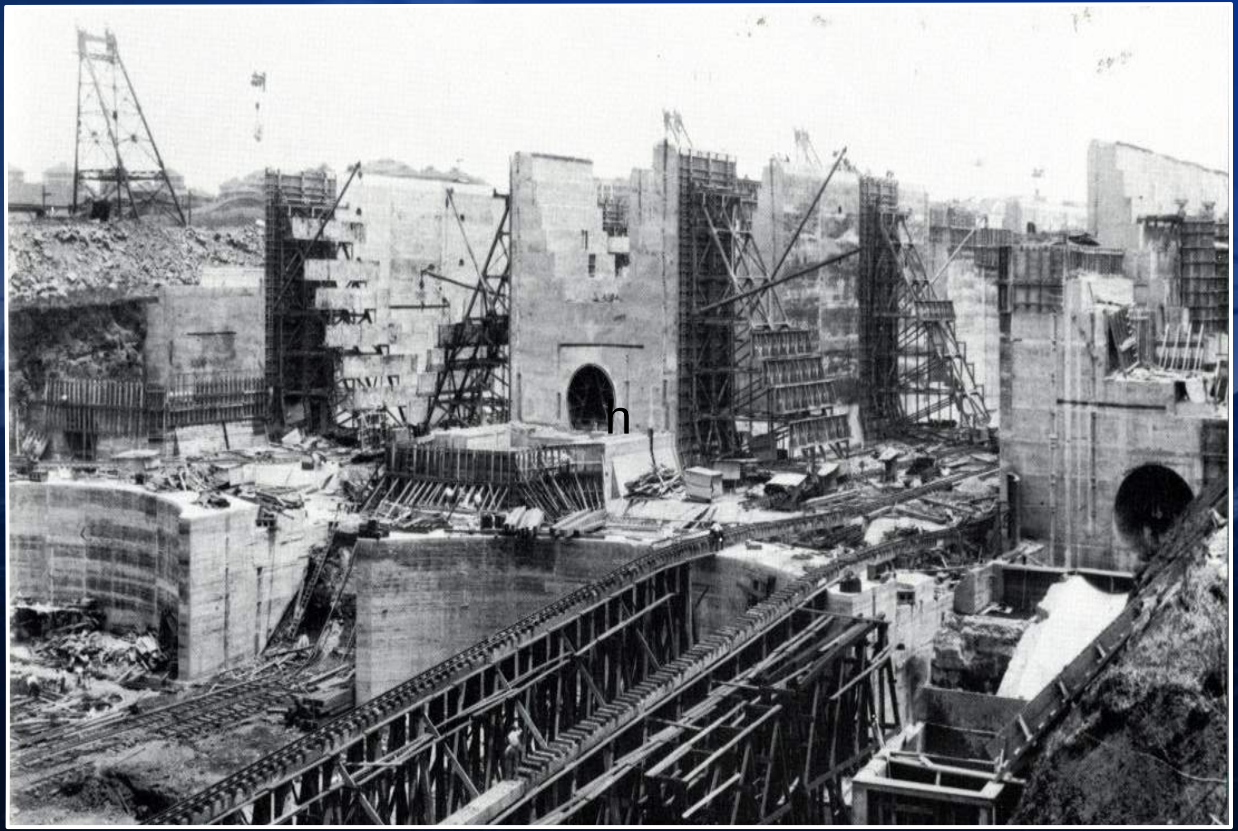
La estructura de 104 años es ambientalmente expuestas por:

- Ataques químicos ambientales
- Ataques de Alcalinas
- Eflorecencia por carbonatación y micro-organismos y crecimiento vegetal
- Aceites
- Ataques de cloruros

Condición de los muros de concreto en las Eclusas

El Reto de la construcción de unas Nuevas Esclusas después de 100 años

Esclusas existentes



Esclusas-Neopanamax

GENERALES DE LOS CONCRETOS DE LA AMPLIACIÓN DEL CANAL DE PANAMÁ

Requisitos:

- Permitir vida de diseño funcional de 100 años para la estructuras de las cámaras y tinas de las esclusas
- Cumplir con requisitos para estructuras que retienen agua
- Relación agua/cemento máximo de .4
- Permeabilidad máxima de 1,000 Coulombs de acuerdo a ASTM C 1202
- Control de diferencia entre temperatura interna y externa

Criterios de Diseños

Criterios	Muros y Estructuras
Sísmicos	Basados en antecedentes históricos , modelos matemáticos y a escala
Geotécnicos	Perfiles Geológicos Perfiles Geotécnicos Parametros
Muros de las Esclusas	Condiciones de permeabilidad de los suelos adyacentes, Análisis de Progresion, Análisis de Fluídos, Interacción y Modelaje de Estructuras

CONCRETOS DEL PROGRAMA DE AMPLIACIÓN DEL CANAL DE PANAMÁ

MEZCLAS

- Cemento
  - Atlántico – Cemento Panamá (Hoy Argos)
  - Pacifico – CEMEX
- Puzolana – entre 12% y 25%
- Microsílice – entre 5% y 8%
- Agregados: Basalto (grueso como fino)
- Tomas de Agua
  - Atlántico – Lago Gatún
  - Pacífico – Lago Miraflores

Distribuidores del Material de Cemento

- ARGOS Cemento ARGOS, contratado por GUPC (Contratista) para la distribución del Cemento Portland y la Pozzolana para la construcción de las Esclusas.

TIPOS DE CONCRETOS

Clase I	Estructural marino	Estructuras de esclusa
Clase II	Masivo interior	Encapsulado por estructural marino
Clase III	Estructural	Edificios y otros
Clase IV	Pobre	Nivelación y relleno
Clase V	Tremie	
Clase VI	Miscelánea	No estructural
Clase VII	Pérvio	Drenaje bajo losas
Clase VII	Estructural prefabricado	Tapas
Clase IX	Estructural marino de alta resistencia	Áreas de flujo de alta veloc.
Clase X	Estructural marino de alta resistencia puertos	Puertos

TIPOS DE MEZCLAS

Áreas de baja salinidad < 0.6 g/l	Muros de aproximación – lago	Puzolana, puzolana + micro sílice, puzolona + arena superfina
	Muros en ala – lago	
	Nicho de Compuerta #1	
	Nivel superior	
Áreas de moderada salinidad < 4.6 g/l	Nicho de Compuerta #2	Puzolana, puzolana + micro sílice, puzolona + arena superfina
	Nivel medio	
Áreas de alta salinidad < 19.2 g/l	Nicho de ompuerta #3	puzolana + micro sílice
	Nivel inferior	
Áreas de muy alta salinidad < 34 g/l	Nicho de Compuerta #4	puzolana + micro sílice
	Muros en ala – mar	

Diferentes Tipos de Concretos

- Concreto Estructural Marino
- Concreto de Relleno (Masivo Interior)
- Concreto Estructural
- Concreto de Nivelación
- Concreto Estructural Marino de Alta Resistencia a la Abrasión

Control de Calidad (QC) y Aseguramiento de Calidad (QA)

Control y aseguramiento de calidad

- GUPC- control y aseguramiento de calidad. Utiliza un laboratorio independiente llamado “Fall Line”

- ACP- aseguramiento de calidad. Utiliza un laboratorios independientes:
  - “Contencon-Urbar”,
  - Laboratorio de la ACP
  - y laboratorio de la Universidad Técnoligica de Panama UTP.

Pruebas de aseguramiento de calidad – ACP

- Cemento
- Granulometría de agregados gruesos y finos
- Módulo de finesa del agregado fino
- Revenimiento y temperatura
- Peso unitario y contenido de aire
- Resistencia a la compresión
- Permeabilidad
- Encongimiento
- Monitoreo de temperatura

Concreto Estructural Marino

Caracteristicas Principales	Caracteristicas de Especificación
Características Principales: Utilizado para todo concreto reforzado expuesto de manera directa al agua, o ambiente agresivo •**Vida de diseño de 100 años**, demostrado mediante modelaje numérico	•*Relación Agua/Cemento máxima menos que 0.40* •Resistencia mínima a compresión **f'c = 35MPa @ 90 días.** •Recubrimiento mínimo = 75mm mínimo •Limites de temperatura: •Diferencial entre cualesquiera dos puntos del vaciado = 20° C◦, •Diferencial entre la superficie y el ambiente =20° C◦ y •Temperatura máxima total de 70° C

Concreto De Relleno

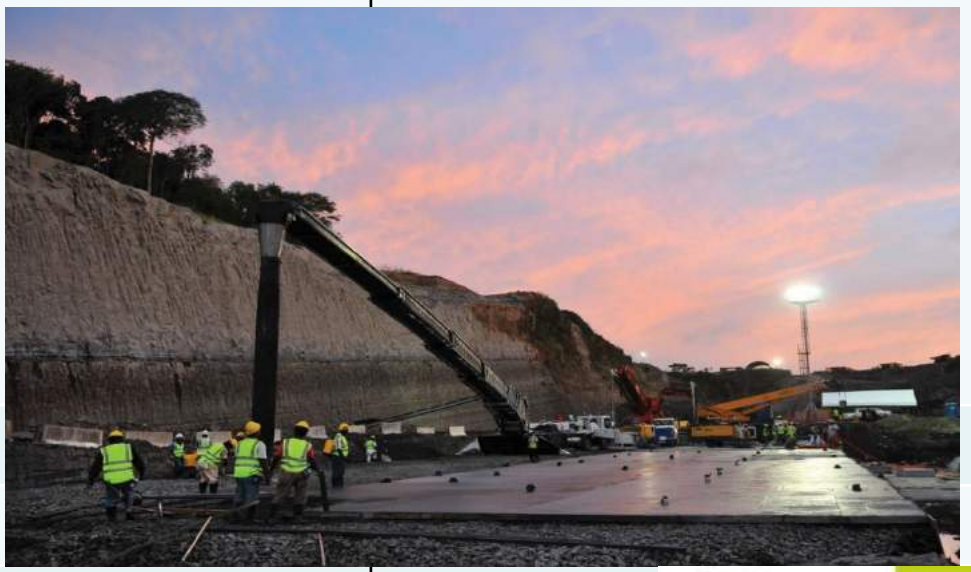
Caracteristicas Principales	Caracteristicas de Especificación
•Usado en el núcleo de las estructuras de las esclusas siempre y cuando esté totalmente recubierto por Concreto Estructural Marino	•Resistencia mínima a compresión: • **f'c = 28MPa @ 90 días.** •Limites de temperatura: •*Diferencial entre cualesquiera dos puntos del vaciado =20°C* •*Diferencial entre la superficie y el ambiente =20° C y* •*Temperatura máxima total de 70° C*

Concreto Estructural

Caracteristicas Principales	Caracteristicas de Especificación
•Utilizado para edificaciones complementarias de las Esclusas • *Vida de diseño de 50 años.*	•**Relación Agua/Cemento máxima menos que 0.50** •Resistencia mínima a compresión **f'c = 21MPa**. •Recubrimiento mínimo = 50mm en superficies exteriores

Concreto De Nivelación

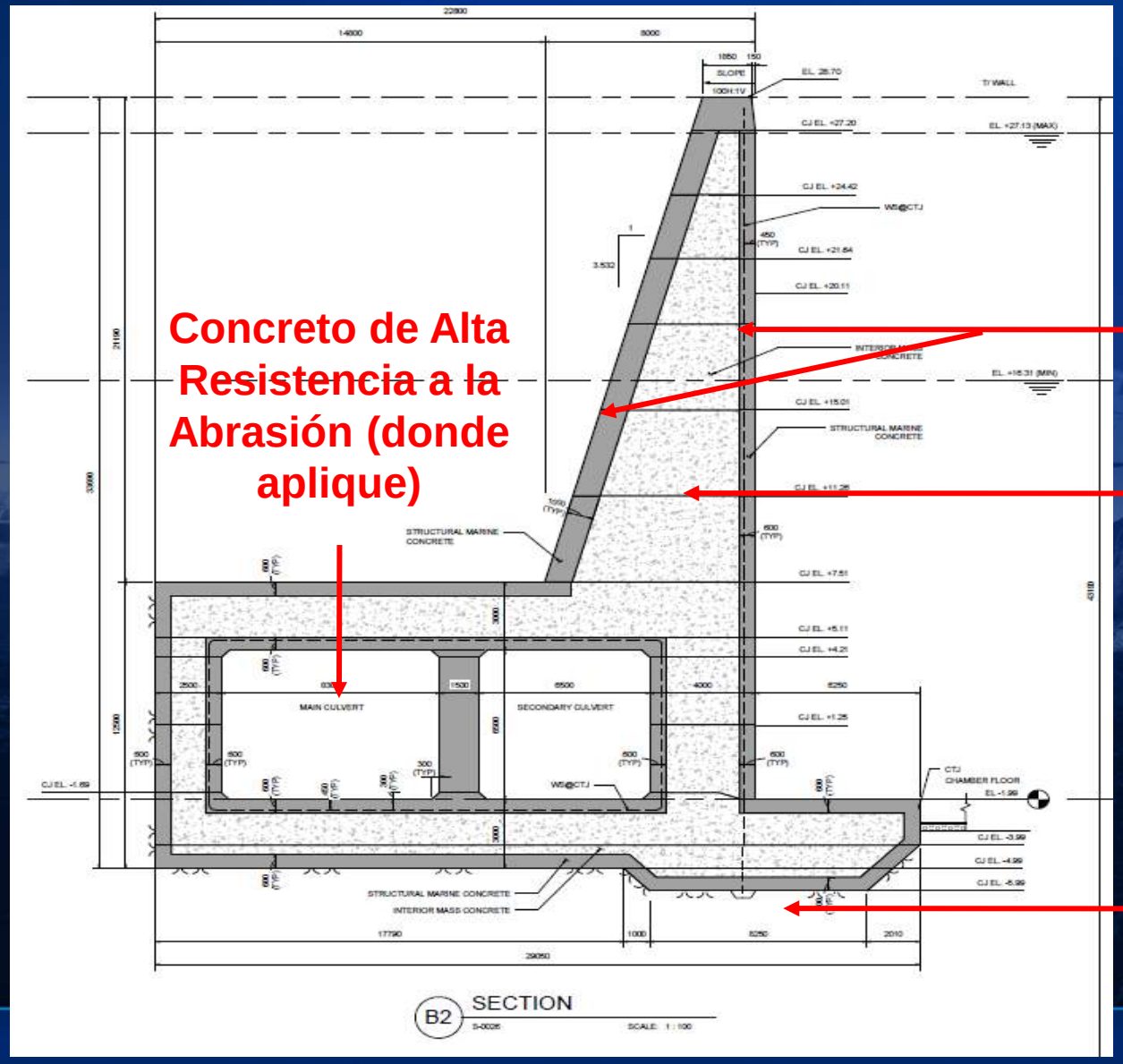
Caracteristicas Principales	Caracteristicas de Especificación
•Utilizado para nivelación de superficies de roca sedimentaria (Formación geológica, Gatún) •También para la. protección de la superficie de grado de la excavación previo al inicio de los trabajos estructurales.	•Sin Acero de Refuerzo •Solo utilizado en el Sector Atlántico •**Resistencia mínima a compresión f'c = 15MPa.**



Concreto de Alta Resistencia a la Abrasión

Caracteristicas Principales	Caracteristicas de Especificación
•Utilizado en zonas de alta velocidad de flujo de agua en alcantarillas, •Donde la velocidad excede los 8 m/s. •Principalmente se usa como recubrimiento en las zonas aguas abajo de las válvulas.	•**Resistencia mínima a compresión f'c = 55MPa.**

Ubicación de Concretos en el Monolito



Concreto Estructural Marino

Concreto de Relleno (Masivo)

Concreto de Nivelación

Con el patrocinio de:

Conferencia

Patologías antiguas y recientes en el Canal de Panamá

Organizan:

Esclusas Ampliadas, Canal de Panamá

Con el patrocinio de:

www.asocreto.org.co

Muchas Gracias !

3 de 4

Conferencias virtuales
CICLO PATOLOGÍA DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO

Conferencia

Patologías antiguas y recientes en el Canal de Panamá

Luis Ferreira - Consultor Internacional

TODO EL Concreto ESTÁ EN Asocreto

CEMENTO CONCRETO PREFABRICADOS

ARGOS

Luis C. Ferreira K.
Ingeniero Civil
Consultor Internacional
5 de Mayo de 2020

Periodo de Preguntas

www.asocreto.org.co

3 de 4

Conferencias virtuales
CICLO PATOLOGÍA DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO

Conferencia

Patologías antiguas y recientes en el Canal de Panamá

Luis Ferreira - Consultor Internacional

Luis C. Ferreira K
Ingeniero Civil.
Consultor Internacional
5 de Mayo de 2020

TODO EL Concreto ESTÁ EN Asocreto
CEMENTO CONCRETO PREFABRICADOS

ARGOS

Con el patrocinio de:

Gracias a nuestros **patrocinadores**

ARGOS

Laboratorio Asocreto

ADCOL
ADVANCED CONCRETE TECHNOLOGIES

PTAR SALITRE
Tratamiento para la Protección Ambiental

CAR

FINANCIA
BANCO MUNDIAL
BIRF • AIF