

Líderes en Innovación y Transferencia Tecnológica



7 de Julio de 2020

# HORMIGONES ARQUITECTONICOS

PERI Argentina – Departamento Técnico Comercial





# PERI®

## ANTES DE COMENZAR...

## Algunas recomendaciones









Registre sus preguntas en cualquier momento durante la transmisión del webinar, utilizando la opción de preguntas o botón de chat del panel de GoToWebinar. Sus preguntas serán respondidas por correo electrónico luego de finalizada la presentación.

El archivo de esta presentación y el video de este webinar se encontrarán disponibles en la página web de ICPA en los próximos días.

Por favor, complete la encuesta de satisfacción que observará en pantalla al concluir la presentación. Nos ayuda a mejorar en vista a las próximas actividades.

El certificado de participación se enviará por correo electrónico a cada asistente, 1 hora después de finalizado este webinar.

## Hormigón Arquitectónico

Conceptos y aplicaciones



Ing. Fabio Pozzi
Departamento Técnico Comercial



#### LA EMPRESA



- Se funda en 1969 Weissenhorn Alemania
  - Lograr con el encofrado:
    - Eficiencia al manipular menor cantidad de elementos y mas liviano
    - Calidad acorde a Normas.
    - Trabajar de forma mas segura.
    - Construir de manera sustentable.
- Actualmente presente en mas de 60 países.
- En Argentina se radica en 1996.



- □ <u>fabio.pozzi@peri.com.ar</u> C.: 341 506 3862
  - □ Representante Técnico Comercial de Peri Argentina para la Zona Litoral (Arg) y Paraguay.
  - Antes me desempeñé como Gerente Técnico y Comercial en Parex Klaukol SA y Loma Negra SA entre otras.
  - □ Ingeniero Civil Ingeniero Hidráulico Ingeniero en Vial de Comunicación (UNLP Mat Prof.:CPICER 5142 / 5141 / 5140).
  - Post grado en Administracion de Empresas de la UB y Dirección Comercial de IDEA. Alumno de la Esp de Ing en Calidad (UTN Sfé).

## Objetivos de la Presentación



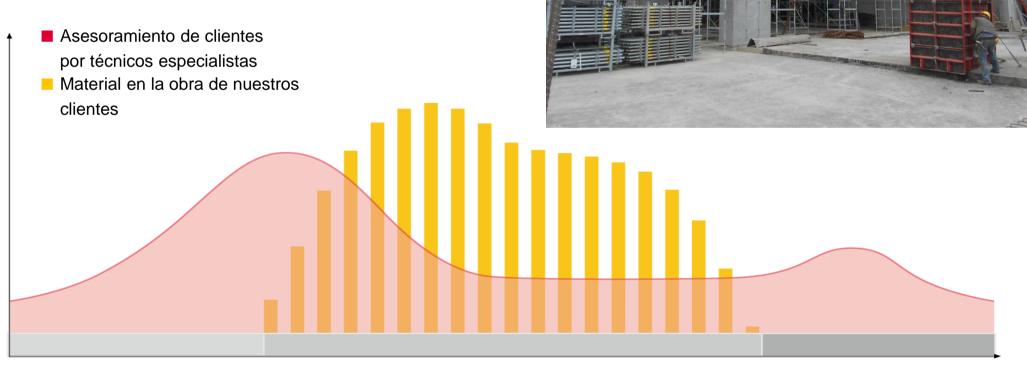
- Repasar conceptos de la Tecnología de los encofrados con foco la terminación superficial.
- Donde está el Encofrado en el Proceso de Producción de un Hormigón Visto o Arquitectónico.
- Oportunides de mejoras. Conceptos a considerar para hacerlo mejor.
- Tipos de Encofrados. Elección y uso.
- Normas a considerar en el Diseño y planificación del Encofrado.
- Actores intervinientes en la Producción de Hormigón Visto:
  - ✓ Tecnología del Hormigón (dosificación).
  - Elaboración y Transporte.
  - ✓ Manipulación y colocación del Hormigón.
  - ✓ Equipos y Mano de Obra.
  - ✓ Encofrados.
  - ✓ Fenólicos y Desencofrantes.
  - ✓ Factores Climáticos (Medioambiente).
  - ✓ "el director" de la Obra ...de la Producción ...o de la Orquesta!

## ¿ POR QUÉ UTILIZARLOS ?

PERI

- Reducción de los costos y plazos.
- Nuevo Paradigma en la Planificación y Logística de Obra.
- · Control efectivo de las variables de Producción.
- Seguridad y Limpieza de Obra.

## Ejecución de la ingeniería del encofrado.



Inicio del proyecto

Duración del proyecto

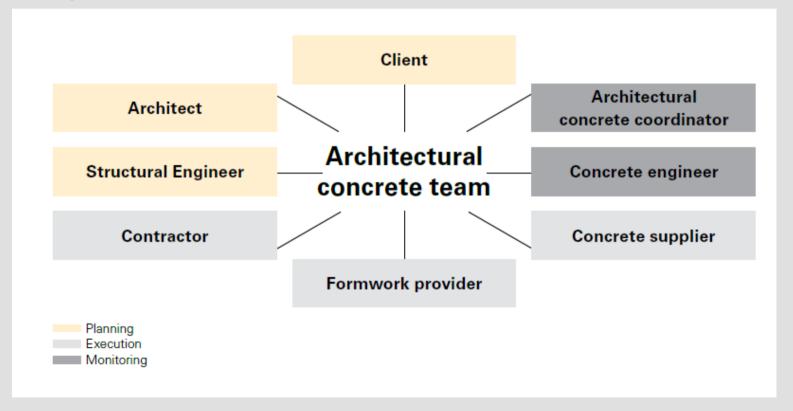
Finalización del proyecto

#### **EQUIPO de TRABAJO**

## Hormigón Visto



- El hormigón es un material complejo. No hay un único hormigón. La calidad del hormigón ya no es la resistencia a compresión.
- Es indispensable una colaboración coordinada entre todos los involucrados.
- Las ideas y exigencias del diseñador y del cliente deben ser acorde a una ejecución factible.



Calidad Demandada (Cliente) = Calidad Programada (Diseño) = Calidad Producida (Producto)

## **Hormigones**

## **Conceptos y Definiciones**



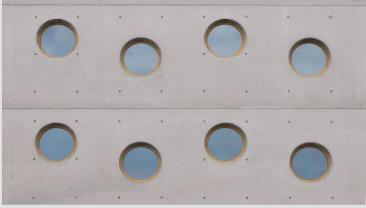
¿ Que es un Encofrado ?

Es una estructura temporaria cuya función es darle forma al hormigón en estado liquido.

¿Qué es Hormigón Visto?

Es el hormigón resultante al retirar el encofrado.

•



¿Qué es Hormigón Arquitectónico?

Intervenimos la superficie de contacto.

- Definiciones de líneas y/o buñas.
- Patrón de barras pasante.
- Volúmenes y/o geometrías determinadas.
- Textura Superficial.
- Color.



## **MEMORANDUM** de Hormigón Visto



Algunos criterios y métodos de evaluación del Hormigón Visto

## Publicado en Alemania por:

- "Unión Fabricante de Cementos (BDZ)"
- "Asociación de Hormigón y Técnica Constructivas"

## Exigencias sobre:

- Porosidad Textura Uniformidad de Tono.
- Planitud (deformaciones).
- Juntas de Construcción.
- Superficies de Contactos (Fenólicos).
- Ensayo de Pruebas en obra.

## Clases de Hormigón según terminación superficial:

- Clase 1 BAJA Exigencia: sótanos, estacionamientos, edificios comerciales, etc.
- Clase 2 CON exigencias: caja escaleras, muros portantes, obras hidráulicas, etc.
- Clase 3 <u>ELEVADA Exigencia</u>: Edificios Culturales, Fachadas, Diseños especiales, etc.
- Clase 4 GRAN Importancia por su Diseño: edificios representativos.



## **Normativa Vigentes**

## Sugerencias



DIN no.	Title
VOB (German Construction Contract Procedures) Part C DIN 18299:2016-09	ATV Concrete Work, 0.2 Execution Details
<b>DIN 18218:2010-01</b> Issue date 2010-01	Pressure of fresh concrete on vertical formwork
<b>DIN 18202:2013-04</b> Issue date 2013-04	Tolerances in Building Construction
<b>DIN 68791:2016-08</b> Issue date 2016-08	Large-area formlining sheets made of block plywood for concrete and reinforced concrete
<b>DIN 68792:2016-08</b> Issue date 2016-08	Large-area formlining sheets made of laminated veneer plywood for concrete and reinforced concrete
<b>DIN 4235-1:1978-12</b> Part 2 and Part 4 Issue date 1978-12	Compacting concrete with vibrators  Compacting with immersion vibrators  Compacting in situ concrete with formwork vibrators
DIN EN 12812:2008-12 Issue date 2008-12 Shoring – requirements, dimensioning and design	Shoring – requirements, dimensioning and design
DIN EN 12812 Application Guide- lines:2009-08 Application guidelines for shoring according to DIN EN 12812 Issue date 2009-08	Application guidelines for shoring according to DIN EN 12812

### Presión de Llenado - DIN 18218

#### Variables de Incidencia



#### Hormigón

- Densidad
- Fluidez

#### Llenado:

- Bomba / balde
- Vibrador: inmersión / de contacto
- Tiempo de Colocación

#### o Encofrado:

- Forma / Altura
- Rugosidad / Rigidez

#### Legend

t<sub>E</sub> Solidification time

= 20 h

γ<sub>c</sub> concrete density = 25 kN/m<sup>3</sup>

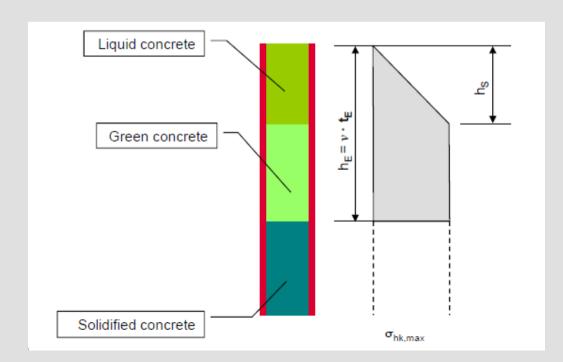
hk.max max. concrete pressure

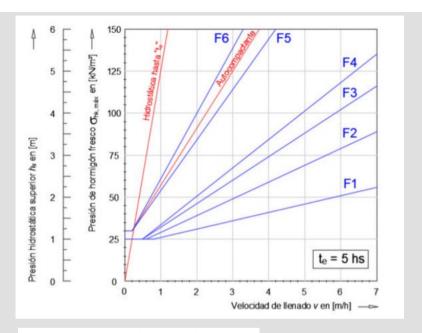
in kN/m²

v placing rate in m/h

 $h_{\mbox{\scriptsize S}}$  Hydrostatic pressure height

in m



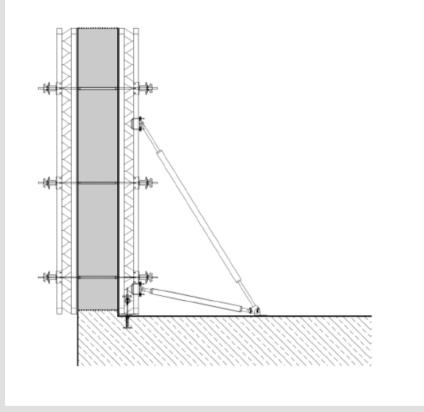


Según DIN	1045-2: 2008-	-8, Tabla 6
Clase	Diámetro fluído	Rango de consistencia
F1	≤ 34 cm duro	
F2	35 - 41 cm	plástico
F3	42 - 48 cm	blando
F4	49 - 55 cm	muy blando
F5	56 - 62 cm	fluído
F6	63 – 70 cm	muy fluído
HAC	> 70 cm	autocompactante

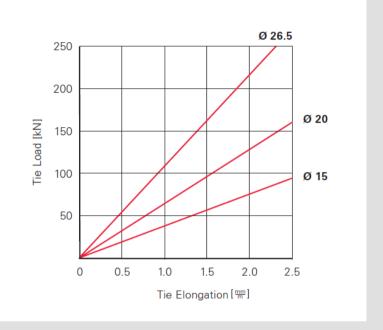
### **Encofrados**

## Como tomo las Presiones del Hormigón ...?.



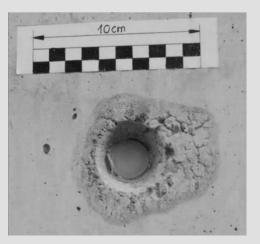


DIN 18216 [kN]

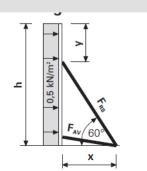


## ■ Agujeros de barras pasantes – deben sellarse





Carga del viento:  $h < 8 \text{ m} = 0.5 \text{ kN/m}^2$  $8m < h < 20 \text{ m} = 0.8 \text{ kN/m}^2$ 



## **DIN 182003 - Deformaciones**

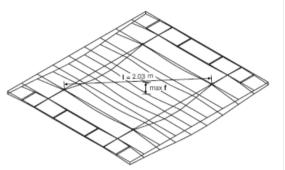
## "Planeidad"

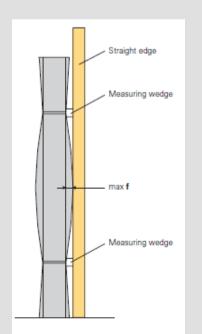


Extracto de DIN	18 202, tolerancias en la construcción de edificios, edición mayo
de 1986. Tabla 3.	Tolerancias de planicidad

Colum.	1	2	3	4	5	6
		Medidas de galga como valores límite en mm a una separación de puntos de medición en m de hasta				
		0,1	11)	41)	101)	151)
1	Caras superiores no acabadas de forjados, lechos y capas base de hormigón	10	15	20	25	30
2	Caras superiores no acabadas de forjados, lechos y capas base de hormigón de alta solicitación, p.ej. para la posterior colocación de suelos flotantes, pavimentos industriales, baldosas y losetas, suelos no flotantes Verbundestrichen Superficies acabadas para usos menos exigentes, p.ei., almacenes, bodecas	5	8	12	15	20
3	Suelos de superficie acabada, p.ej, suelos para uso					
3	directo o como base para pavimentos  Pavimentos, baldosas, pavimentos nivelados y encolados	2	4	10	12	15
4	Suelos de superficie acabada para usos exigentes, p.ej., con posterior aplicación de pasta autoniveladora	1	3	9	12	15
5	Muros sin acabado de superficie y caras inferiores de forjados brutos	5	10	15	25	30
6	Muros de superficie acabada y caras inferiores de forjados, p.ej., paredes enlucidos, revestimientos para paredes, cielos rasos	3	5	10	20	25
7	Iqual que línea 6, sólo para usos más exigentes	2	3	8	15	20







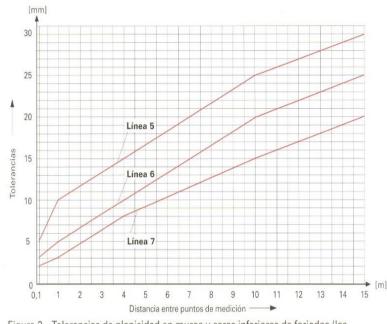
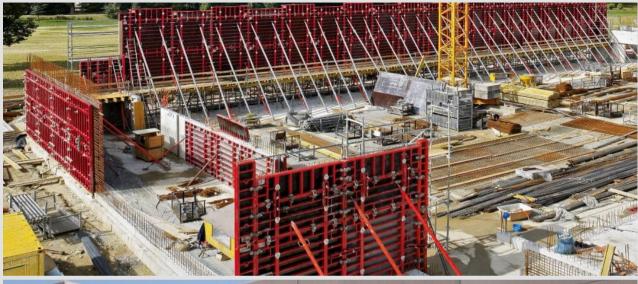


Figura 2 Tolerancias de planicidad en muros y caras inferiores de forjados (las líneas indicadas remiten a la tabla 3)

### Encofrado MODULARES. Definición

PERI

- Bastidor Acero + Fenólicos de Madera
- Bastidor de Aluminio + Fenólicos de Madera
- Bastidor + Placa Fenólicas de Polímeros
- Presión de llenado de 40 a 80 kN / m2
- Distintas medidas de Paneles
- Movimiento Manual y/o con Grúa
- Varia la cantidad de Piezas / m2
- Cantidad de Anclajes por m2



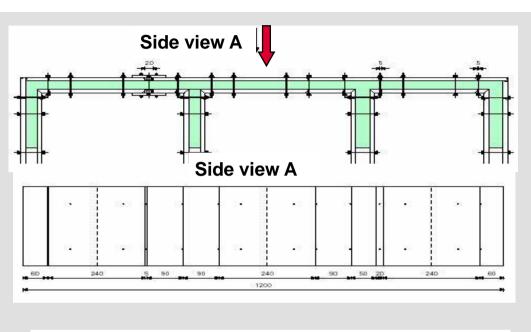


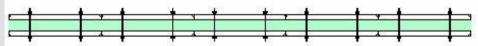
## Diseño de Juntas – Etapas de Hormigonado Ejemplo

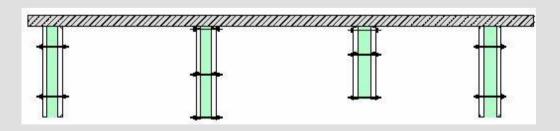
## PERI





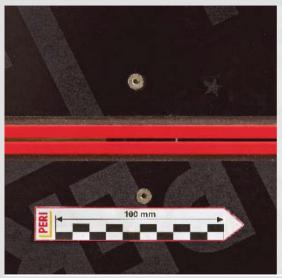


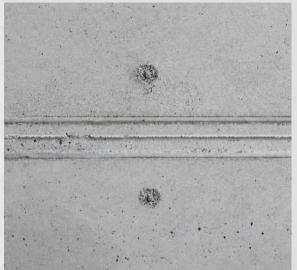




# Unión de Paneles BRIDAS

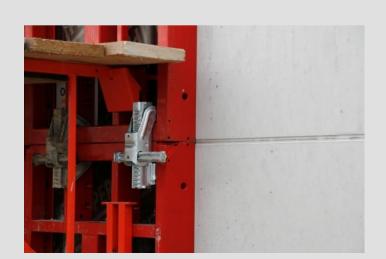


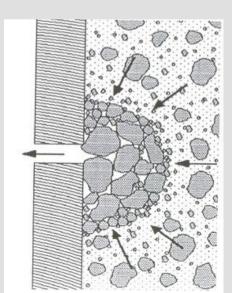






• Junta / Alinea / Sella





• Falta de Estanqueidad



## Encofrado Moduales de Polimeros Reforzados – PERI DUO





## **Ejemplos**





Arquitecto Tadao Ando







Distintos hormigones

## **Ejemplo: Encofrado Modulares**





## Bodega Valle de Eco – Mendoza

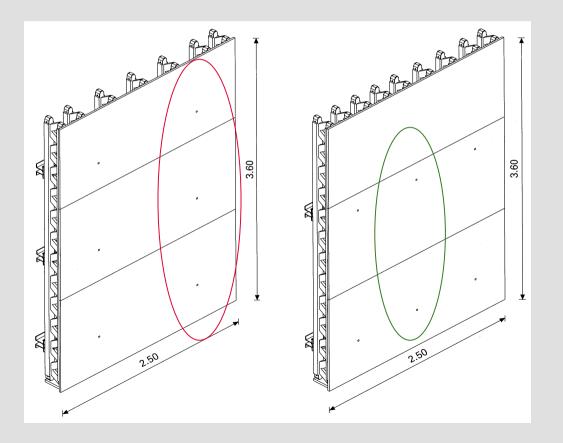


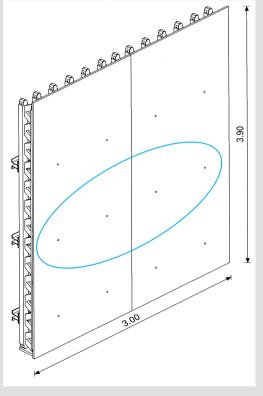
## Sistema VARIO



- Diseño de Paneles: dimensiones y ubicacion Barras pasantes (anclajes)
- Diseño de la Presion de llenado Máximo
- Juna de Unión "Lisa"

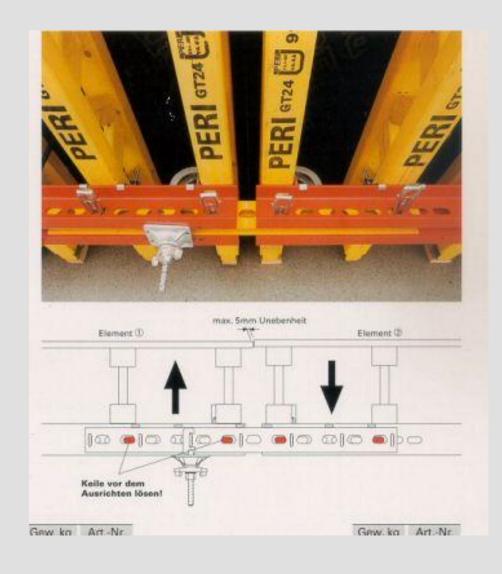




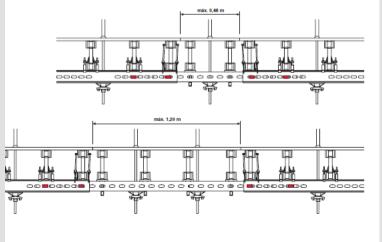


## **Unión entre Paneles**





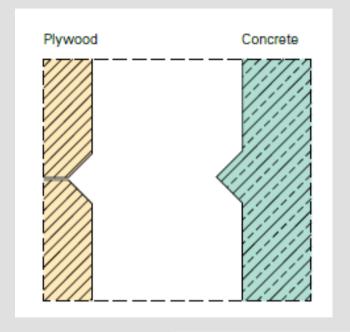




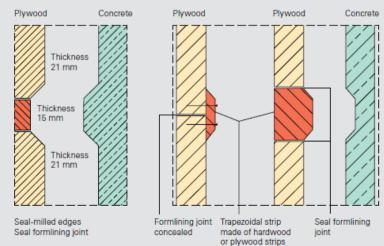
## **Juntas entre Fenólicos**

## Hormigón Arquitectónico



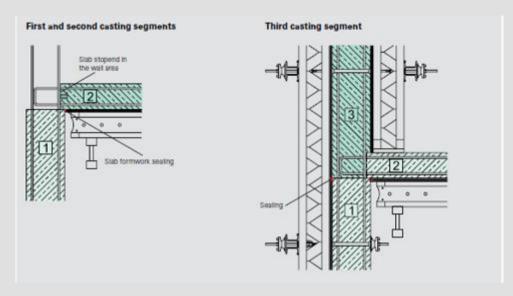


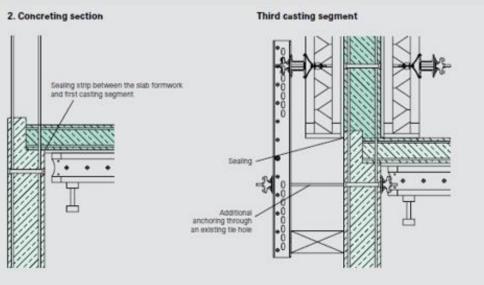




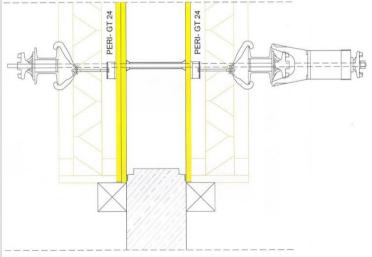
## **Tratamiento de Juntas horizontales**









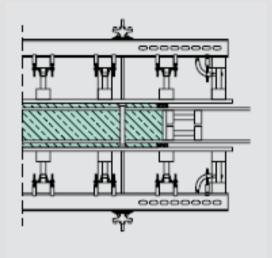


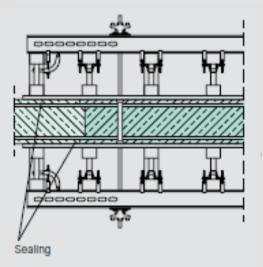


## **Tratamiento de Juntas entre Paneles**

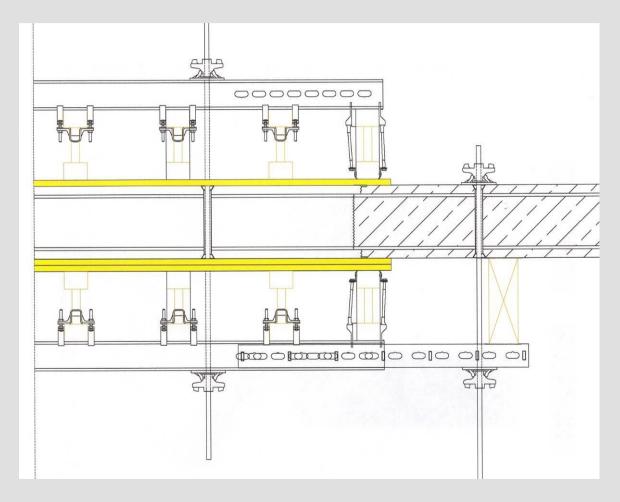


#### **Juntas Verticales**





#### Tratamiento de la Junta

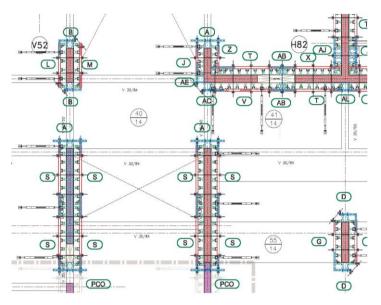




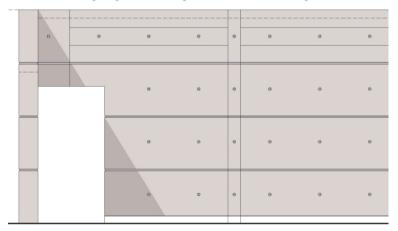
### **HORMIGONES ARQUITECTONICOS**

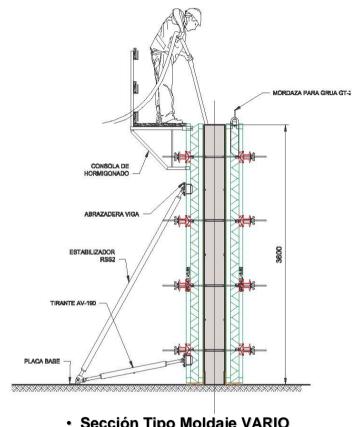


## ■ DETALLES DE PLANOS PARA HORMIGONES ARQUITECTONICOS



•Detalle Tipo plano de planta Muros Arquitectónicos





Sección Tipo Moldaje VARIO

· Detalle Tipo Muro Arquitectónico Terminado.

### **Fenólico**



Es un panel de madera fabricada por el pegadas a presión de un número impar de laminas

## Diferente Absorción:

#### Alta:

Fenólico sin revestimiento

## Baja

Fenólico revestido con film

## Muy baja

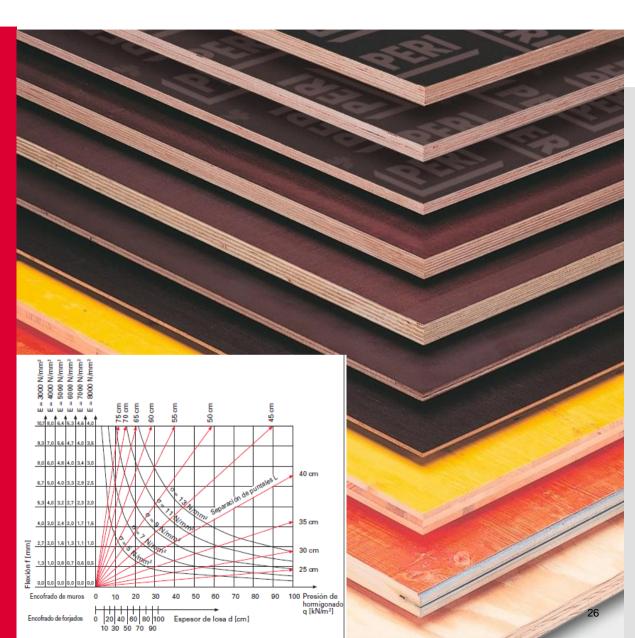
Fenólico con revestimiento melamínico

#### Nula

Plásticos

## Diferente <u>espesor</u>:

21 mm 15 laminas / 18 mm 13 laminas



## Fenólicos Absorción vs Poros en el Hormigón

**PERI** 



Fenólico con revestimientos melamínico de muy baja absorción.

Terminación suave con pequeños poros.

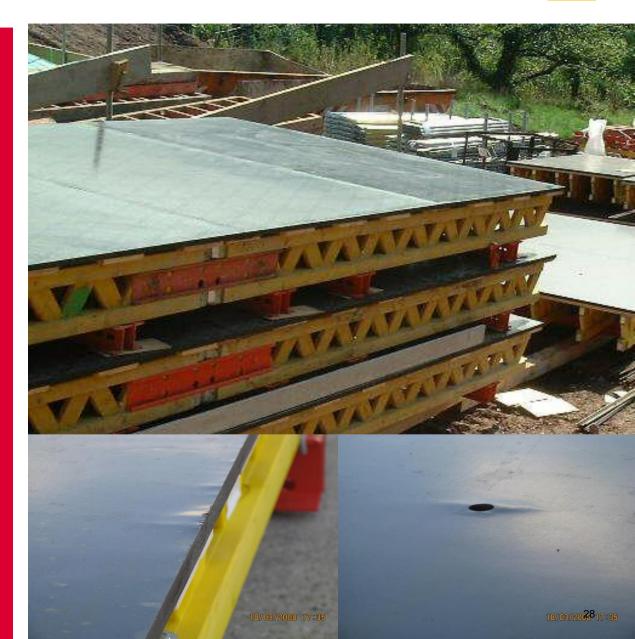
Es imposible una terminación lisa sin poros.

#### Fenólicos vs Humedad Ambiente



# Hinchazón desigual de los fenólicos = **Superficie Ondulada**

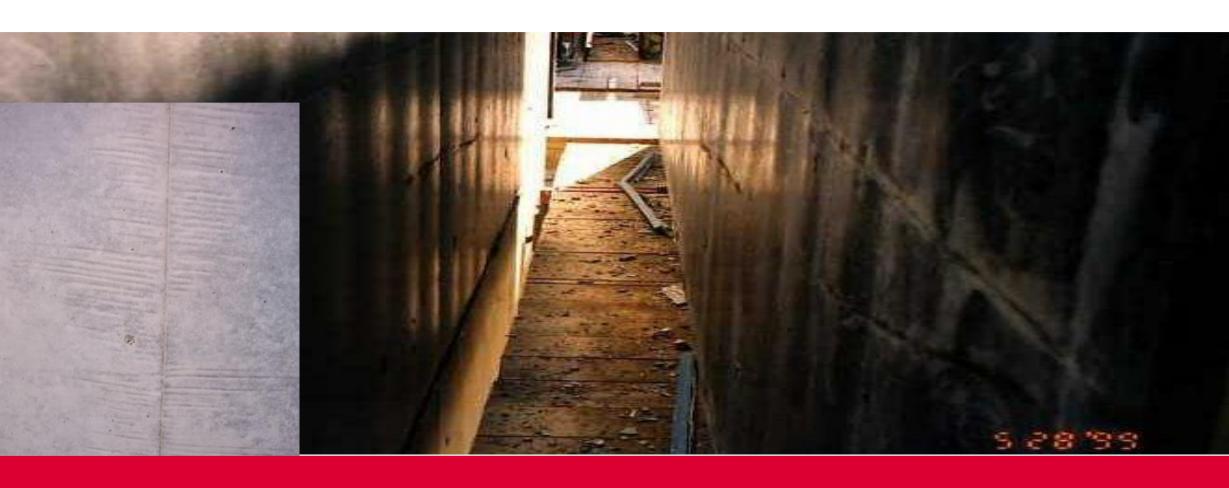
- Humedad de Fabricación: 10% aproximadamente.
- Humedad en Obra: 30 %
   aproximadamente por uso y/o por
   condiciones ambientales de la obra
- La humedad es absorbida por los bordes, huecos de barras, clavos, etc.



## **Fenólicos**

## **Rigidez Espacial**





La rigidez de las placas de fenólico (al momento y al corte) decrece con el aumento del contenido de humedad → aumento de deformaciones

### **Armaduras vs Vibrado**



- La durabilidad del fenólico para hormigón arquitectónico depende en gran parte del manipuleo en obra.
- Por lo tanto, no se puede garantizar a ciencia cierta un cierto número de reutilizaciones de un fenólico.





## Curado y Protección del Hormigón



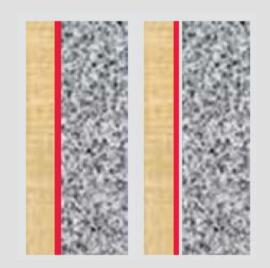


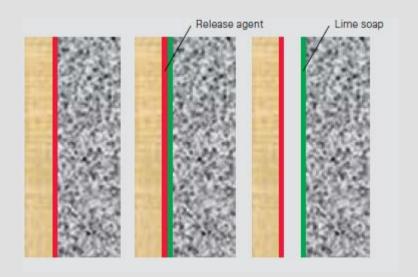
## **Interface Fenolico vs Hormigon**

#### **Desencofrante**



Efecto de <u>separación física</u> a través de las propiedades hidrofóbicas de la material de base. Una película repelente al agua reduce el contacto entre hormigón y el fenólico





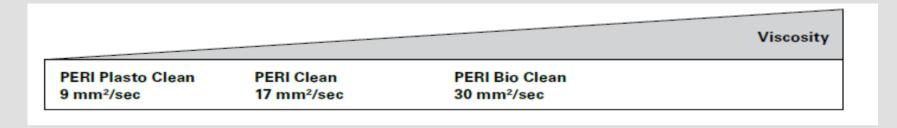
Efecto de <u>separación químico</u> (adiciona al <u>físico</u>): ácidos grasos, que reaccionan con el componentes alcalinos del hormigón (= "interrupción de hidratación específica").

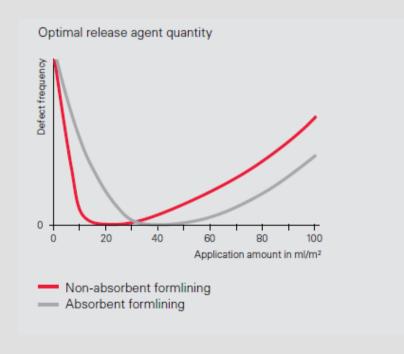
Ácido graso + hidróxido de calcio = "jabón cal" + agua Capa delgada con efecto separador. Se observa un ligero polvo después de desencofrar

#### **Desencofrante**

## Cantidad de Aplicación











## **Desencofrante**

## Cantidad de Aplicación



## Aplicación CORRECTA



- Menor cantidad posible.
- Dejar Secar.
- Personal ideoneo.
- Seguir las instrucciones del Fabricante.

## Aplicación INCORRECTA









Calidad y Cantidad de desencofrante !!.

# Sistemas de Tabiques

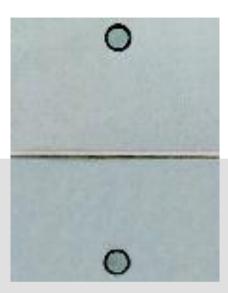




# Sistemas de Tabiques







**Crematorio de Berlin** 

## **Ejemplos**





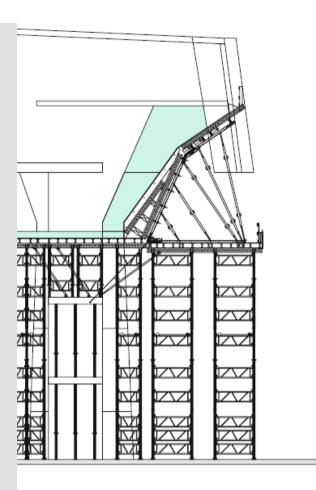
MAXXI Musseum in Roma
H = 15 m - Presón de Diseño 150 kN / m2
Hormigón Autocompactante (SCC)

Tanque Circular

Encofrado + Plataformas de Trepado

## **Ejemplos**









## Exigencias del Hormigón Visto:

- Encofrado sin anclajes y aristas vivas.
- Superficie Lisa Mate con pocos poros Trama de Juntas establecidad por el arquitecto.
- o Hormigón Autocompactante por la gran cantidad de armadura.

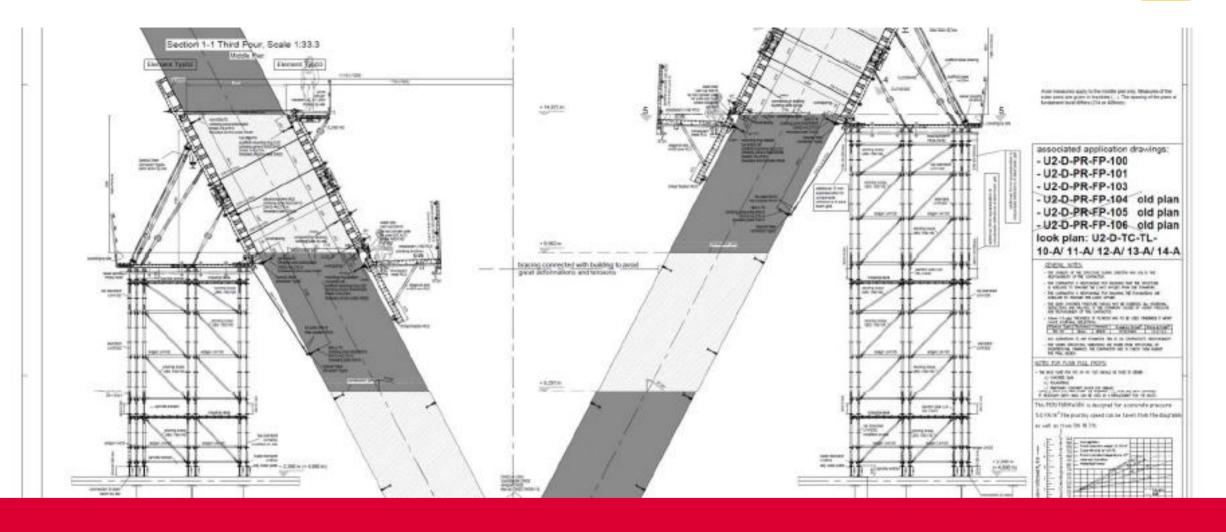
## **Inclined walls with VARIO Formwork**





#### **Inclined walls with VARIO Formwork**









Design: Foster + Partners Studio

# **Ejemplos**





Design: Foster + Partners Studio

Constructor: CRIBA S. A.

**Vault shoring Project** 





Projected solution:

Plaform: ground level +0,00 top levels +12,86 and +15,86

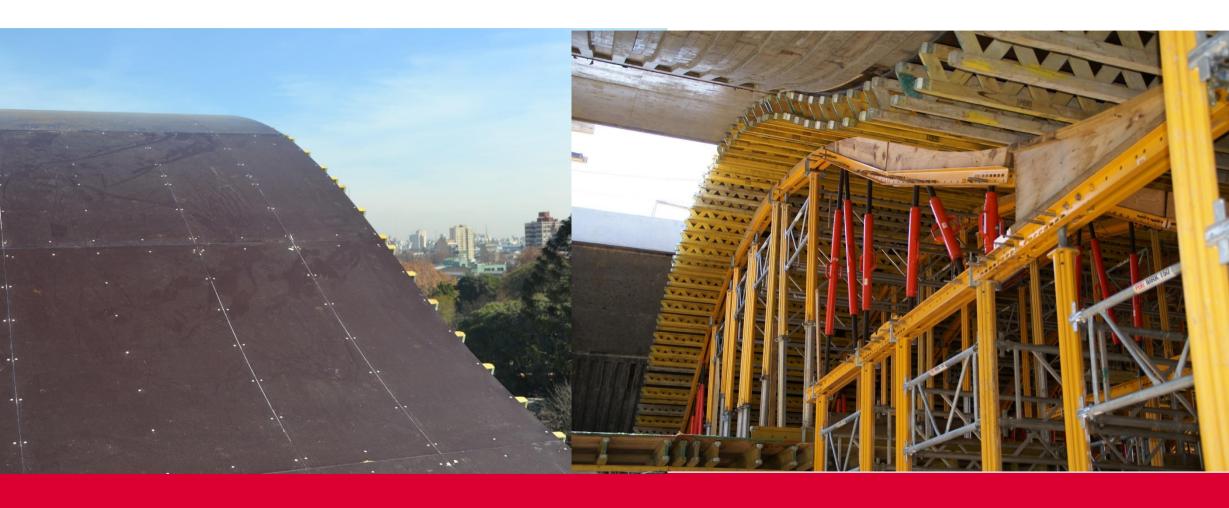
Over the platform top level: shoring with Multiprop tables and Variokit panels.





Vault Shoring Project





Vault Shoring Project

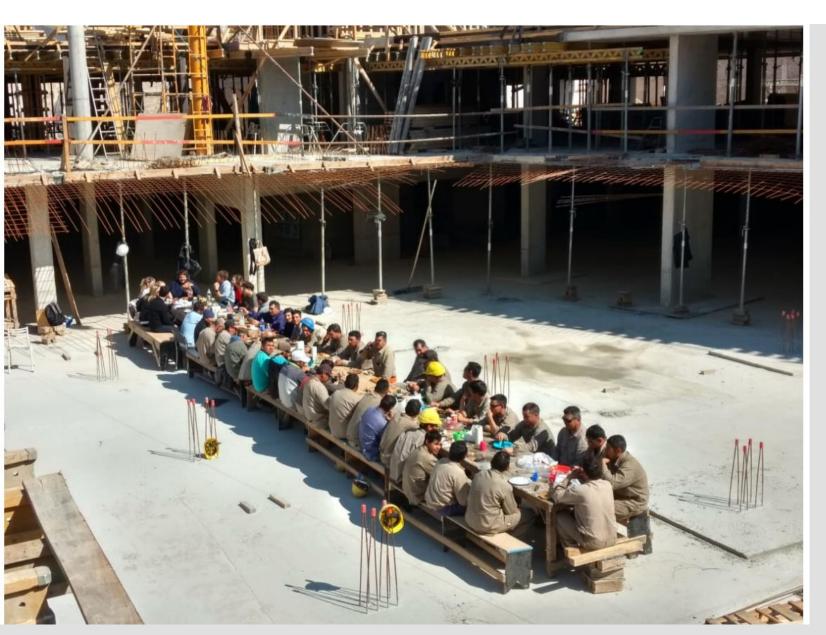
#### **Consideraciones Finales**



• La probalidad de cometer errores es parte de todos los que directa o indirectamente participamos del proyecto, con esto solo tratamos de aportar algunas prácticas e ideas preventivas que tiendan a evitarlos.

# **Consideraciones Finales Imprescindibles:**









# ¿Alguna pregunta?

Muchas gracias por su atención







# **MUCHAS GRACIAS**

# TÍTULO HORMIGONES ARQUITECTONICOS CONCEPTOS Y APLICACIONES

Fabio Pozzi fabio.pozzi@peri.com.ar



Líderes en Innovación y Transferencia Tecnológica

