



# UNA MIRADA A LOS SISTEMAS INDUSTRIALIZADOS DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA

 **Ing. Omar Javier Silva R.**

*Jefe de Publicaciones*

**ASOCRETO**



# CONTENIDO

1. ¿Qué es un sistema industrializado?
2. El sistema industrializado de muros en concreto.
3. Proceso constructivo.
4. Ventajas.
5. Recomendaciones en la obra.
6. Algunos proyectos.



Es un esquema de construcción:

Adecuada planeación de las tareas y presupuesto

Selección de equipos y materiales

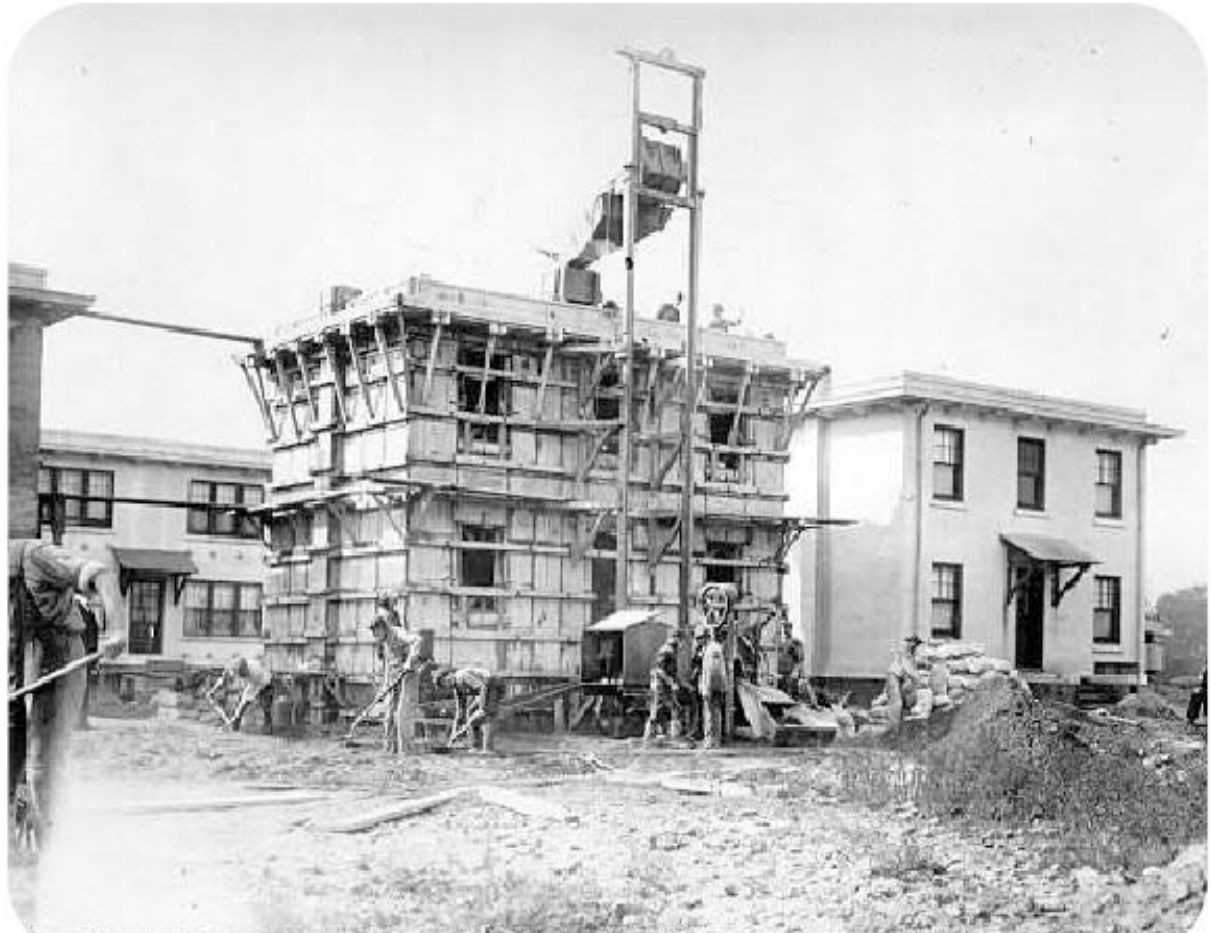


Elevados rendimientos en obra y  
optimización de recursos sin afectar las  
condiciones económicas y la generación de  
empleo



SEMINARIO  
**EFICIENCIA EN LA  
CONSTRUCCIÓN  
DE VIVIENDA**  
Cali 15 y 16 de abril de 2015

Instituto  
del **Concreto**



U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR, NATIONAL PARK SERVICE, EDISON NATIONAL HISTORIC SITE  
U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR, NATIONAL PARK SERVICE, EDISON NATIONAL HISTORIC SITE



“El objeto de mi invento es **construir un edificio con una mezcla de cemento**, mediante **una sola operación de moldeado en todas sus partes, incluyendo los muros, los techos, las divisiones, las tinas de baño**, los pisos, que estarán formados por una masa integral de **mezcla de concreto**. **Este invento es aplicable a las construcciones de cualquier tipo**, pero yo pienso particularmente en la construcción de viviendas, donde las escaleras, chimeneas y todo el decorado interior puede formarse como una pieza integral. Mediante varillas que se dejarán incrustadas en el material se le dará fuerza a los puntos estratégicos, y luego estarán los **moldes hechos con piezas de hierro forjado que se atornillarán de tal forma** que quede entre una y otra un hueco en el que **se verterá el concreto**. Cuando fragüe el concreto, se desatornillarán las secciones y **al retirarse la cimbra se revelará una casa totalmente terminada.**”

**Thomas A. Edison - 1907**



Fuente: Revista IMCYC



Características de este proyecto:

- ! Concreto con mezcladora mecánica.
- ! Banda transportadora para elevar el concreto.
- ! Moldes de hierro.
- ! Vaciado de concreto en 6 horas para cada casa.
- ! 6 días para el fraguado del concreto. La casa quedó lista para colocar las puertas, ventanas e instalar plomería y electricidad.

Luego desarrolló proyectos en West Orange, Phillipsburg y Union (N.J).



¿Qué se busca con la industrialización?

**Obra + Organización y planificación + costos = Competitividad**

- ! Mejor producto y garantía para el comprador.
- ! Mejores controles sobre la obra.
- ! Mejores costos reales.





## En obra:

Velocidad de construcción.

Exactitud en tiempos de producción.

Eficiencia en controles de obra (costo-tiempo-calidad).

Precisión dimensional.

Tender a cero desperdicio.

Mejores acabados.







## Organización y planificación del proyecto

- ! Planificación financiera acorde con el ciclo del proyecto.
- ! Coordinación de actividades.





## Costos

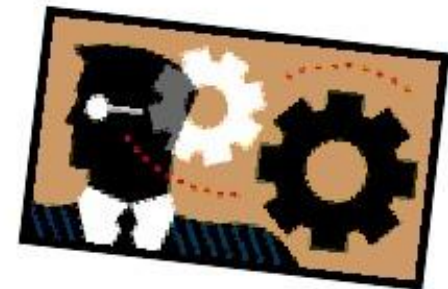
- ! Cumplimiento de presupuesto.
- ! Estricto control de materiales.
- ! Eliminación de tiempos muertos.
- ! Aprovechamiento de mano de obra no especializada.



## ¿Como se industrializa?

### Planear, medir y organizar!

- ! Clientes.
- ! Recursos financieros.
- ! Trámites.
- ! Capital humano.
- ! Estándares.
- ! Materiales.
- ! Urbanismo.
- ! Entregas.





Los proyectos industrializados se encuentran a lo largo y ancho del país desde hace varias décadas. En Bogotá, ciudadelas emblemáticas como Metrópolis en los años 80, y numerosos proyectos distribuidos por toda la ciudad han utilizado con éxito este sistema.



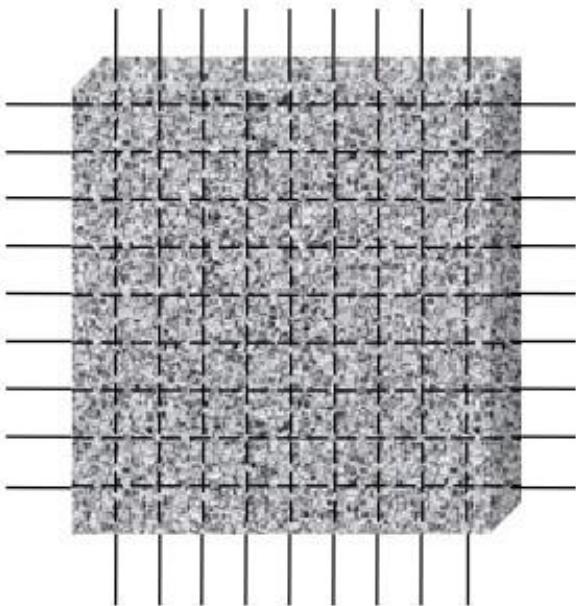


Evolución de la construcción en altura en Colombia:

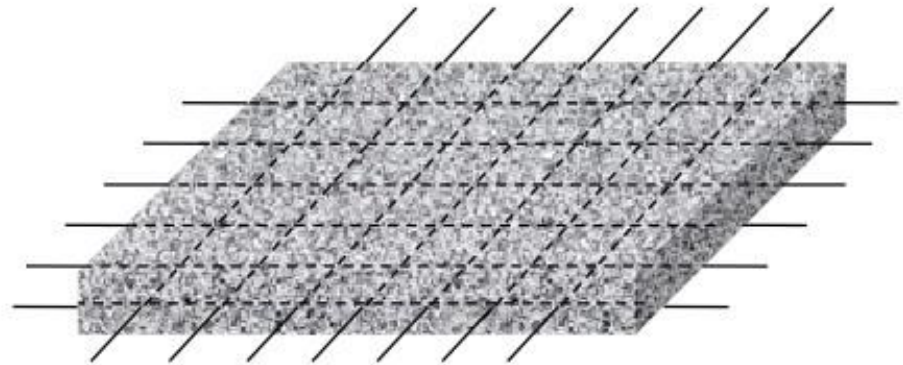
- ! Poca disponibilidad de suelo.
- ! Confianza en los sistemas industrializados de vivienda.
- ! Tecnología moderna del concreto.



Sistema que permite la construcción **EN SITIO** de la estructura de una edificación de acuerdo a los aspectos de industrialización y que cumpla con la norma Sismo Resistente. Se conforma con muros y placas construidas en concreto reforzado de bajo espesor.



Muro de concreto reforzado

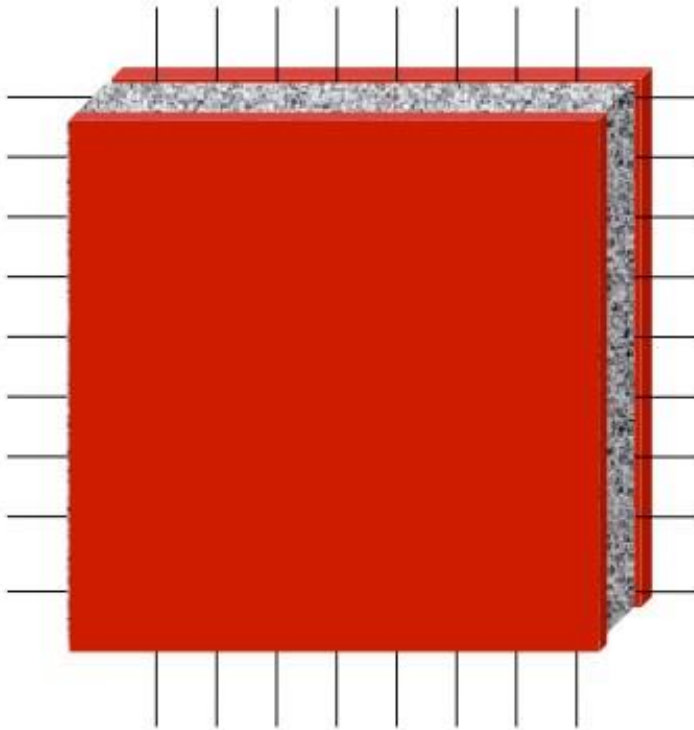


Placa de concreto reforzado



¿En qué consiste el sistema de muros industrializados?

Vista lateral



Vista frontal





# FORMALETA







- ! Da forma al concreto y frecuentemente ayuda a definir su aspecto final.
- ! Proveer estabilidad cuando el concreto se encuentra en estado fresco.
- ! Asegurar protección al acero de refuerzo e instalaciones
- ! Proteger al concreto en edades tempranas.





## FORMALETA PERMANENTE O DE MOLDES AISLANTES

- ! Elementos prefabricados de PVC, poliestireno y policarbonato de fácil ensamblaje.
- ! Para edificaciones de baja altura.





## FORMALETA REUTILIZABLE



- ! Paneles que unidos forman una estructura temporal autoportante.
- ! Capaz de soportar presiones sin deformarse demasiado.
- ! Moldea el concreto según el diseño arquitectónico.
- ! Los paneles pueden ser retirados y reutilizados.
- ! Permite la construcción de muros en todas las direcciones simultáneamente.



La duración de los paneles varía según el material, el manejo en obra, el tipo de concreto y el mantenimiento que se le dé.

Tienen ajustes para el espesor de los muros y las dimensiones de las paredes.

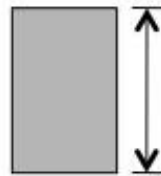


## Formaleta Manoportable

- ! Puede ser manipulada e instalada por los operarios.
- ! Madera, acero, aluminio e incluso plástico.
- ! Permiten la construcción de muros en todas las direcciones simultáneamente.



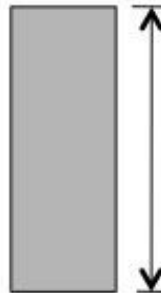
Semipaneles  
Hasta 26 kg



$h_{\text{máx.}} = 1,20 \text{ m}$

Manejados por un operario

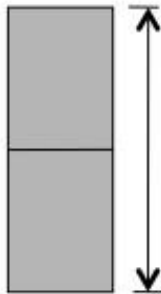
Paneles completos  
Hasta 38 kg



$2,10 \text{ m} < h < 2,40 \text{ m}$

Manejados por dos operarios

Paneles semipesados  
Hasta 54 kg



$2,10 \text{ m} < h < 2,40 \text{ m}$

Manejados por dos operarios



## Formaleta manoportable en aluminio

Forsa





## Formaleta manoportable en acero

Unispan



Efco







### Formaleta tipo túnel

- ! Compuesto por elementos metálicos de grandes dimensiones en forma de “L”.
- ! Se requiere el uso de torre grúa para la movilización de la formaleta.
- ! En estos sistemas se funden los muros y placas en una dirección.
- ! Sistema 100% industrializado (accesorios, movimientos)



Formaleta tipo túnel





SEMINARIO  
**EFICIENCIA EN LA  
CONSTRUCCIÓN  
DE VIVIENDA**  
Cali 15 y 16 de abril de 2015

Instituto  
del **Concreto**





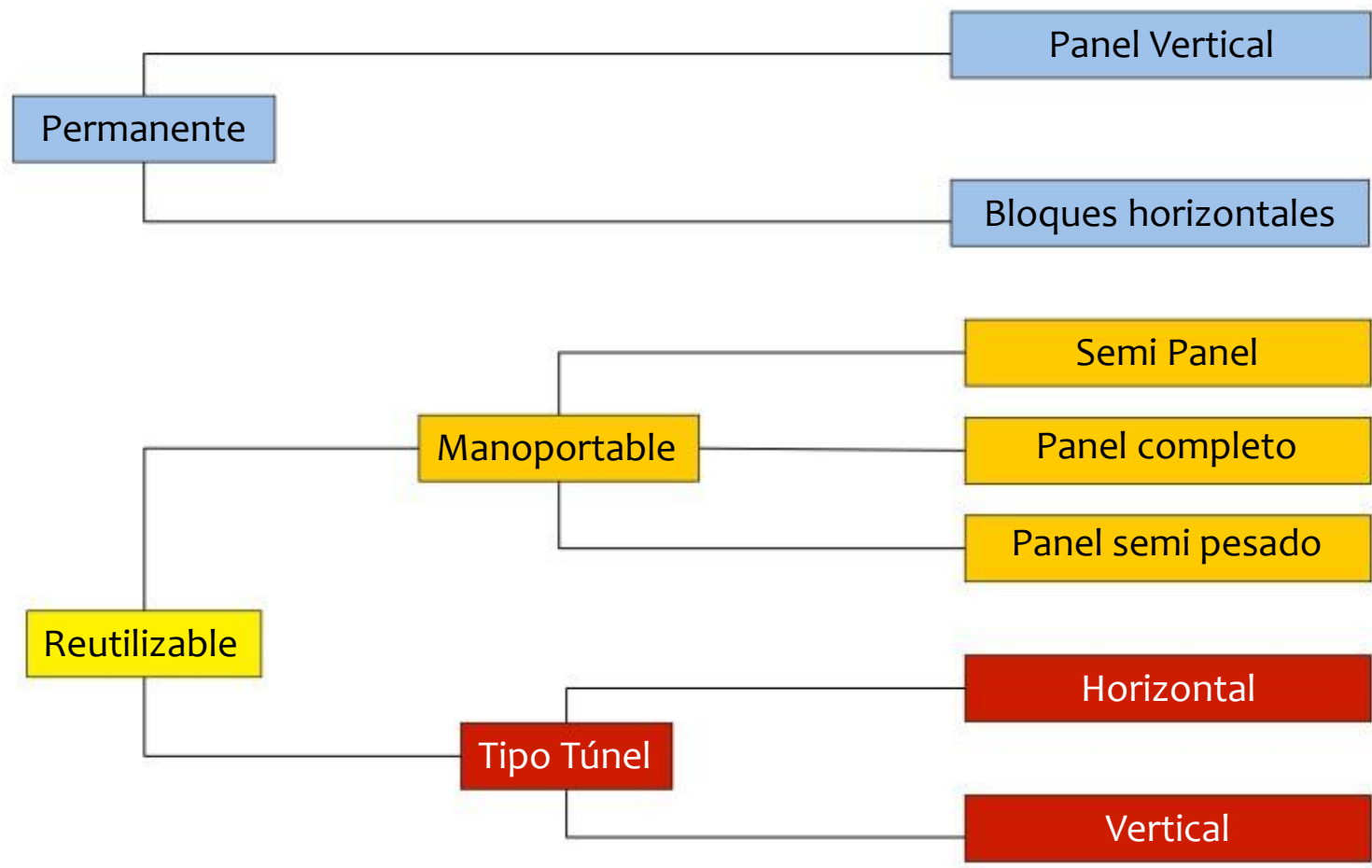
## ACABADOS EN FORMALETERÍA

- ! Se pueden generar diversas texturas.
- ! Concretos con colores (naturales o artificiales)
- ! Detalles arquitectónicos específicos como cenefas en techos o cornisas.
- ! Permite la utilización de diferentes tipos de pinturas.





En resumen:





# ACERO DE REFUERZO





- ! Su función es servir de refuerzo estructural en los muros.
- ! Mallas electrosoldadas, barras corrugadas.
- ! Se colocan en todos los muros fundidos en sitio.
- ! Se debe garantizar su procedencia.





SEMINARIO  
**EFICIENCIA EN LA  
CONSTRUCCIÓN  
DE VIVIENDA**  
Cali 15 y 16 de abril de 2015

Instituto  
del **Concreto**



# CONCRETO



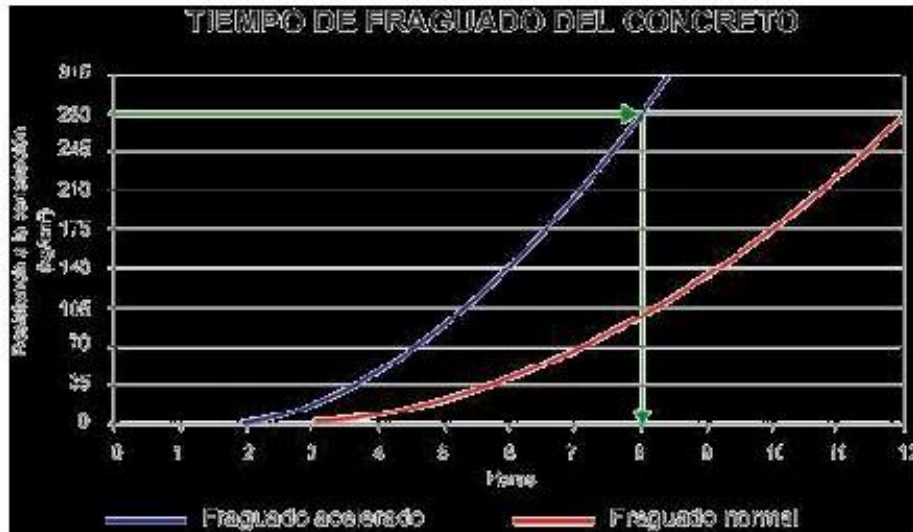




Es la mezcla heterogénea de un material aglutinante, un material de relleno, agua, y aditivos. Inicialmente se deja manejar y moldear, al endurecerse forma un sólido compacto y después de cierto tiempo es capaz de soportar grandes cargas.

## ! Fraguado acelerado

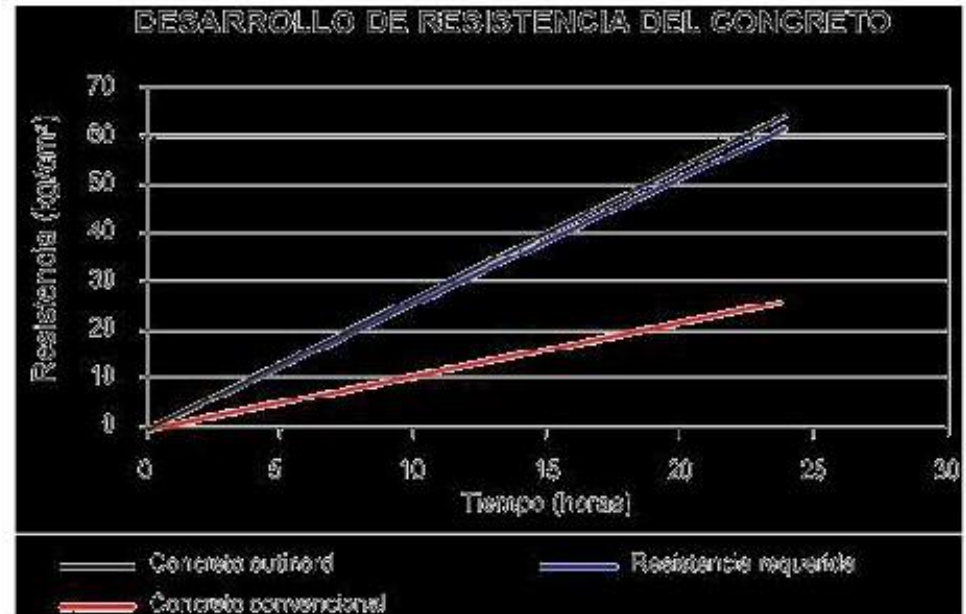
Retirar la formaleta sin generar descascaramientos en la superficie.





! Alta resistencia inicial

Garantizar la resistencia mínima para evitar deflexiones excesivas que generen fisuras en las placas.





## ! Fluidez y cohesión:

Garantizar que se llenen todos los espacios.





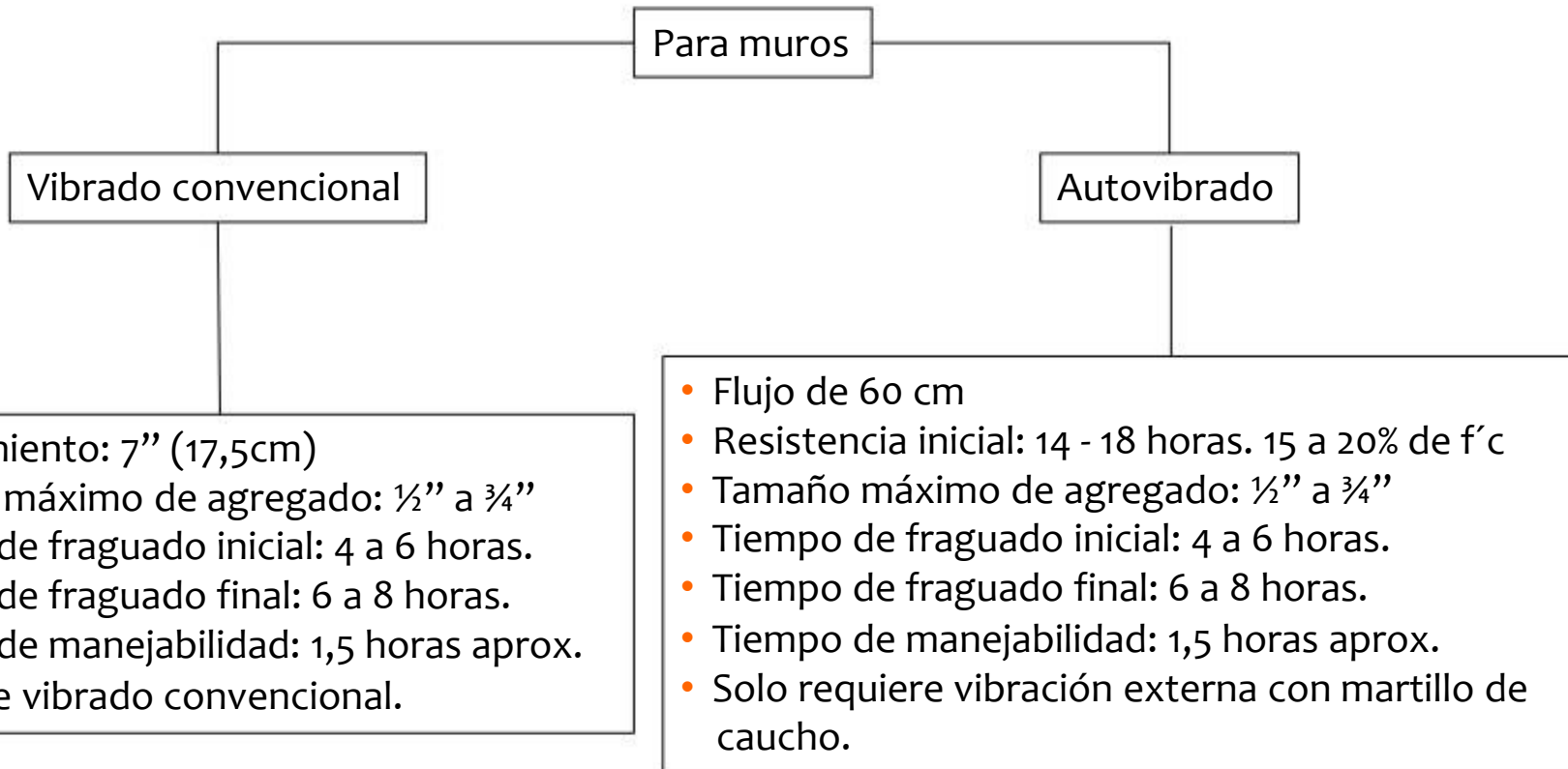
! Tamaño máximo de agregados:

Evitar segregación de la mezcla, y método de colocación del concreto.





## ! Tipos de concreto:





Para placas:

- " Asentamiento: 4”.
- "Tamaño máximo de agregado: 1”.
- " Tiempo de fraguado inicial: 4 a 6 horas.
- " Tiempo de fraguado final: 6 a 8 horas.
- " Tiempo de manejabilidad: 1,5 horas.
- " Requiere vibrado convencional.





## Control de calidad

- Trabajabilidad (NTC 396)

Fluidez del concreto. Qué tan blanda (fluida) o dura (seca) es la mezcla.  
Se mide mediante el ensayo de asentamiento.



Concreto Convencional





- Flujo libre (NTC 5222)

Cuando el asentamiento de la mezcla excede 25cm o 10", es decir, para mezclas autocompactadas se realiza la medición del diámetro de la torta de concreto.





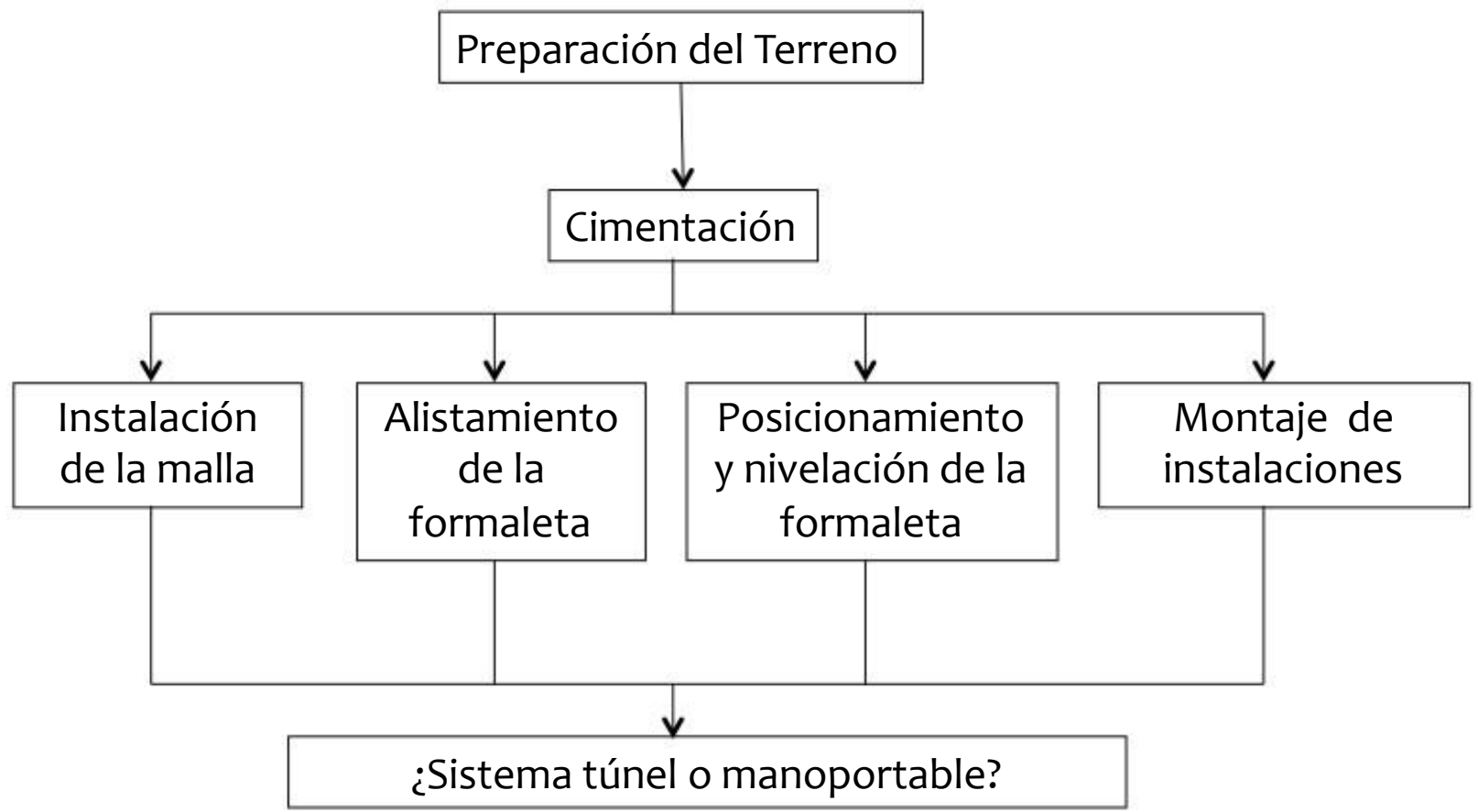
## CONSUMOS APROXIMADOS

Edificio típico de 5 pisos de altura (sin placa de transición)

### **Aceros:**

- ! Muros entre 3,8 y 5 kg/m<sup>2</sup>
- ! Placas entre 6 y 9 kg/m<sup>2</sup>
- ! Cimientos entre 1,8 y 2,5 kg/cm<sup>2</sup>

**Concretos:** entre 0,24 y 0,35 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>







## Cimentación





## Cimentación





## Colocación del acero de refuerzo





## Colocación del acero de refuerzo







## Colocación de tuberías para instalaciones domiciliarias





## Montaje de la formaleta





## Montaje de la formaleta





## Montaje de la formaleta





## Montaje de la formaleta





## Montaje de la formaleta - Espesores variables





## Vaciado del concreto

- ! Manualmente con balde o carretilla.
- ! Mecánicamente con bomba.
- ! Utilizar vibrador de aguja.
- ! Utilizar mazos de caucho.
- ! Tecnología actual: Concretos autocompactantes.
- ! Coordinación con el proveedor de concreto premezclado:
  - " Despachos.
  - " Equipos de bombeo.



# Kate's Video Cutter (Free)







SEMINARIO  
**EFICIENCIA EN LA  
CONSTRUCCIÓN  
DE VIVIENDA**  
Cali 15 y 16 de abril de 2015

Instituto  
del **Concreto**





## Desmontaje de las formaletas





## Desmontaje de las formaletas





## Desmontaje de las formaletas





## Desmontaje de las formaletas

Técnicas para descimbre temprano:

- ! Modelo de calorimetría: Se refleja en perfiles térmicos. Define la calidad del concreto suministrado a la obra.
- ! Modelo de madurez: Ganancia de resistencia a edad temprana y las condiciones de curado del concreto.
- ! Modelo de esfuerzos en el concreto: Establece los esfuerzos reales en la placa en el momento de descimbre.



Tablas de descimbre



## Desmontaje de las formaletas

Características de las tablas de descimbre:

- ! Se establece la resistencia segura para el descimbre y se marcan las resistencias con riesgo en la tabla.
- ! A primera hora todos los días se hace el control de la calorimetría del concreto para establecer su calidad.
- ! Se verifica el tiempo transcurrido entre el momento de la colocación y la hora de descimbre programada.



## Desmontaje de las formaletas

$\Delta T$ máx.	Tiempo de colocación del concreto							
	12 horas	13 horas	14 horas	15 horas	16 horas	17 horas	18 horas	24 horas
Resistencias mínimas para descimbre								
15,5	435	484	533	583	647	697	754	959
16	464	516	567	621	686	739	797	1012
16,5	493	546	601	657	724	780	838	1063
17	520	576	633	692	761	819	879	1112
17,5	547	605	665	726	797	857	918	1160
18	573	633	696	760	831	895	956	1207
18,5	598	661	725	792	865	931	992	1252
19	623	688	754	823	898	966	1028	1297
19,5	647	714	783	854	930	1000	1063	1340
20	670	739	810	884	961	1034	1097	1382
20,5	693	764	837	913	992	1067	1131	1422
21	715	788	864	942	1021	1098	1163	1462
21,5	737	811	889	969	1050	1130	1195	1501
22	758	834	914	997	1079	1160	1226	1539
22,5	779	857	939	1023	1106	1190	1256	1577
23	800	879	963	1049	1133	1219	1285	1613
23,5	819	900	986	1074	1160	1247	1314	1649
24	839	921	1009	1099	1186	1275	1343	1684
24,5	858	942	1032	1124	1211	1302	1370	1718
25	877	962	1054	1148	1236	1329	1398	1751
25,5	895	982	1075	1171	1260	1355	1424	1784
26	913	1001	1096	1194	1284	1381	1450	1816

Ejemplo:

Resistencia crítica: 750psi

$\Delta T = 20^{\circ}C$

Tiempo desde colocación: 14 horas.

Resistencia mínima esperada en la placa según calorimetría: 810psi.

810psi > 750psi



## Protección y curado

Garantizar una correcta hidratación del cemento y disminuir la fisuración del concreto.







! Tiempo de construcción





! Flexibilidad





## ! Cumplimiento de la Norma de Construcción Sismo Resistente





! Monoliticidad

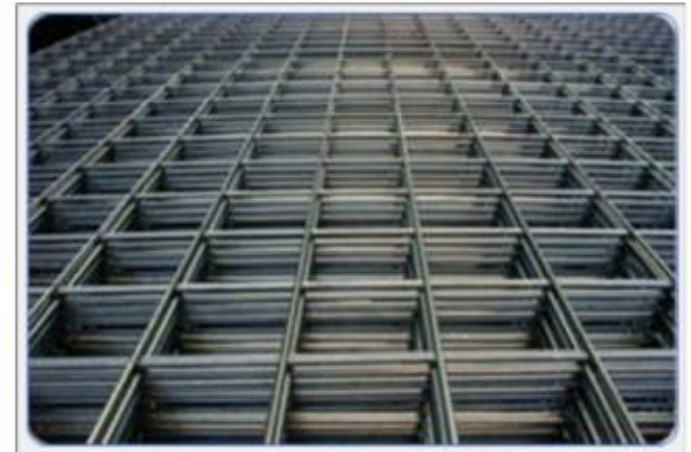




## ! Control de materiales

Los insumos básicos son fácilmente controlables y existen proveedores que pueden brindar una garantía de calidad de producto:

- " Concreto premezclado certificado.
- " Acero de refuerzo garantizado.





Control de cronogramas.  
Control de desperdicios.  
Pocas variables:

- " Concreto.
- " Acero.
- " Formaleta.



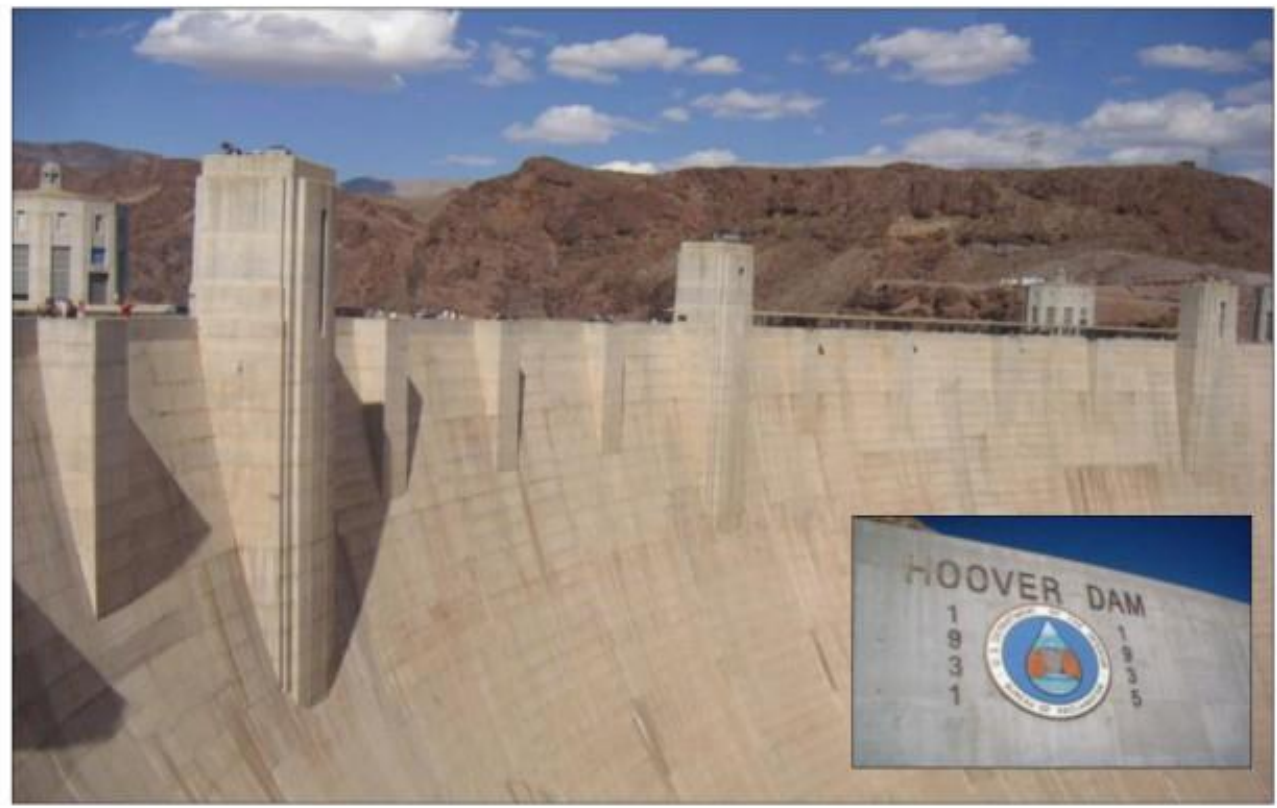


! Ecológicas





! Durabilidad







## ! Sociales





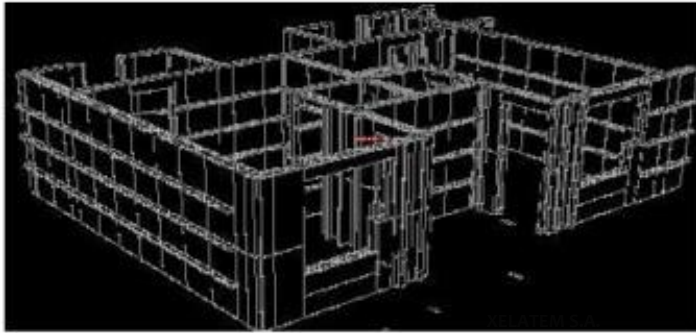
## !Arquitectónicas





## ! Seguridad





## RECOMENDACIONES GENERALES

- ! Coordinación entre todos los actores del proyecto.
- ! Planos de encofrados.
- ! Personal entrenado.
- ! Control de equipos y herramientas (listas de chequeo).
- ! Seguridad industrial.
- ! Supervisión al proceso constructivo.

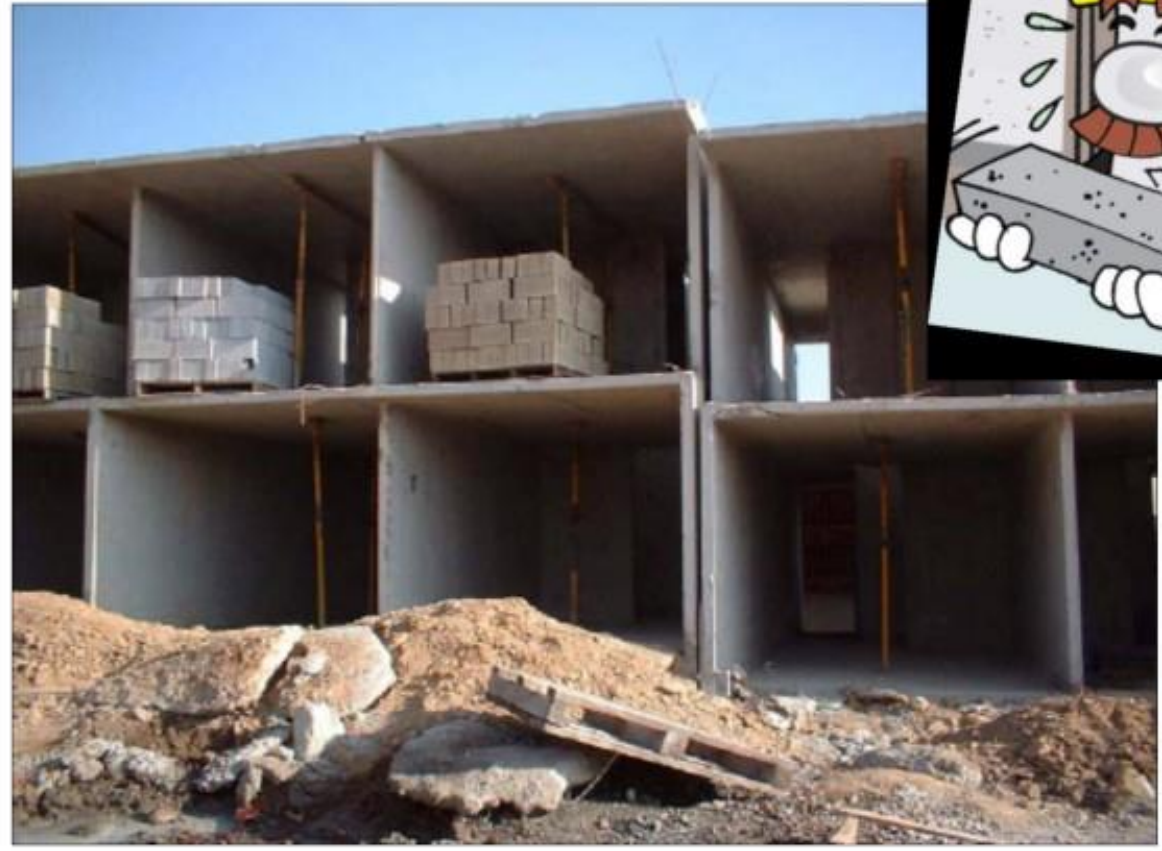
XELATEM S.A.





## RECOMENDACIONES GENERALES

! Evitar sobrecargas





## FORMALETA

Nunca se debe utilizar la formaleta como puente, escalera, tarima, o cualquier otro oficio diferente para el que está hecha.



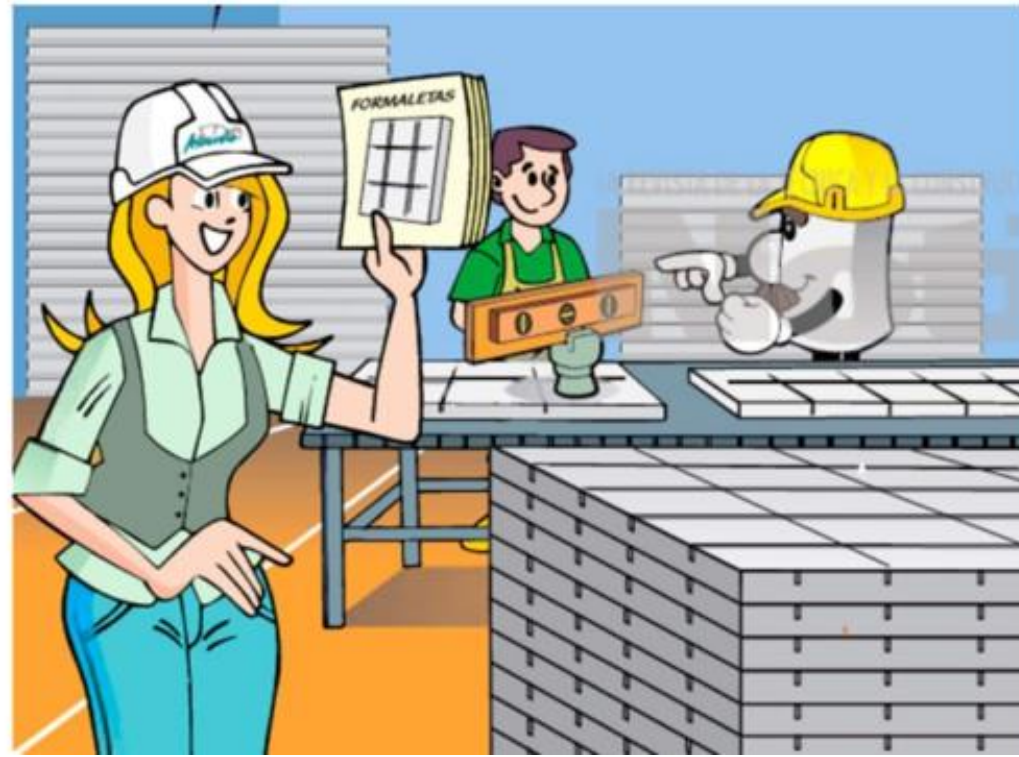


No se debe golpear. Se debe estibar por tamaños y dimensiones para evitar que las caras que están en contacto con el concreto se rayen.





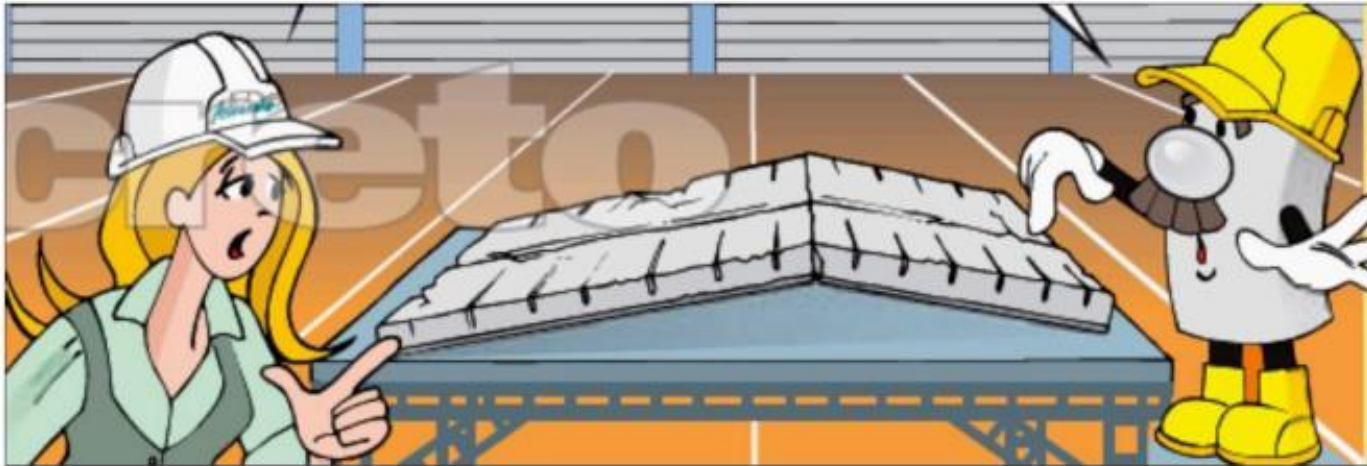
Realizar mantenimiento preventivo periódico para revisar la planicidad de las caras, puntos de ajuste, realizar una limpieza profunda para retirar adherencias de concreto, y los accesorios requeridos para cada tipo de formaleta.







Si la formaleta está muy deteriorada, se debe revisar la gravedad del daño y evaluar su capacidad estructural. Puede hacerse un mantenimiento correctivo.





## CONCRETO

Tener una logística para la descarga: coordinar con el proveedor de concreto premezclado la programación, rendimiento, seguridad industrial, equipo de colocación, movilidad.

Verificar que la formaleta no tenga fugas.





Coordinar con tiempo el pedido de concreto con el proveedor para evitar retrasos y tener el personal listo para cuando llegue el pedido.





## **SUPERVISIÓN TÉCNICA**

La supervisión técnica debe ser parte integral del proyecto, con el fin de preveer lo previsible. Debe involucrar a todos los actores del mismo.

## **SEGURIDAD INDUSTRIAL**

Protección de los trabajadores, implementación de controles técnicos y formación vinculada al control de riesgos.



## Bogotá



APIROS



SEMINARIO  
**EFICIENCIA EN LA  
CONSTRUCCIÓN  
DE VIVIENDA**  
Cali 15 y 16 de abril de 2015

Instituto  
del **Concreto**



Bogotá





Bogotá





Bogotá







## Bogotá





## Bucaramanga





## Bucaramanga





## Medellín





## Medellín





## Medellín





SEMINARIO  
**EFICIENCIA EN LA  
CONSTRUCCIÓN  
DE VIVIENDA**  
Cali 15 y 16 de abril de 2015

Instituto  
del **Concreto**



Medellín





## Armenia







## Barranquilla





Ibagué





Villavicencio



Urbi - México





## Foz de Iguazú - Brasil





## Guatemala





SEMINARIO  
**EFICIENCIA EN LA  
CONSTRUCCIÓN  
DE VIVIENDA**  
Cali 15 y 16 de abril de 2015

Instituto  
del **Concreto**



**... PERO...**



SEMINARIO  
**EFICIENCIA EN LA  
CONSTRUCCIÓN  
DE VIVIENDA**  
Cali 15 y 16 de abril de 2015

Instituto  
del **Concreto**











SEMINARIO  
**EFICIENCIA EN LA  
CONSTRUCCIÓN  
DE VIVIENDA**  
Cali 15 y 16 de abril de 2015

Instituto  
del **Concreto**





SEMINARIO  
**EFICIENCIA EN LA  
CONSTRUCCIÓN  
DE VIVIENDA**  
Cali 15 y 16 de abril de 2015

Instituto  
del **Concreto**





SEMINARIO  
**EFICIENCIA EN LA  
CONSTRUCCIÓN  
DE VIVIENDA**  
Cali 15 y 16 de abril de 2015

Instituto  
del **Concreto**





SEMINARIO  
**EFICIENCIA EN LA  
CONSTRUCCIÓN  
DE VIVIENDA**  
Cali 15 y 16 de abril de 2015

Instituto  
del **Concreto**

