



RC 2018 xvii Reunión
del **CONCRETO**

El evento del Cemento, el Concreto y los Prefabricados



***Promover El Valor Agregado del Concreto
Premezclado, Incorporando Productividad y Seguridad
en el Análisis de Costo/Venta***

***Roberto Núñez, PE, MBA, FCI
North Carolina State University, IQ Contracting, LLC
USA***

“Introducción”

-Riesgo

“Ejemplos de Iniciativas de Valor Agregado”

-Vida Útil y Comportamiento de Infraestructura

-Calidad y Durabilidad

-Productividad

-Seguridad

Quienes Somos?

Sostenibilidad



Desarrollo

Riesgo

El Panadero



Panadero



Panadero



Panadero

El Concretero



Concretero



Contratista

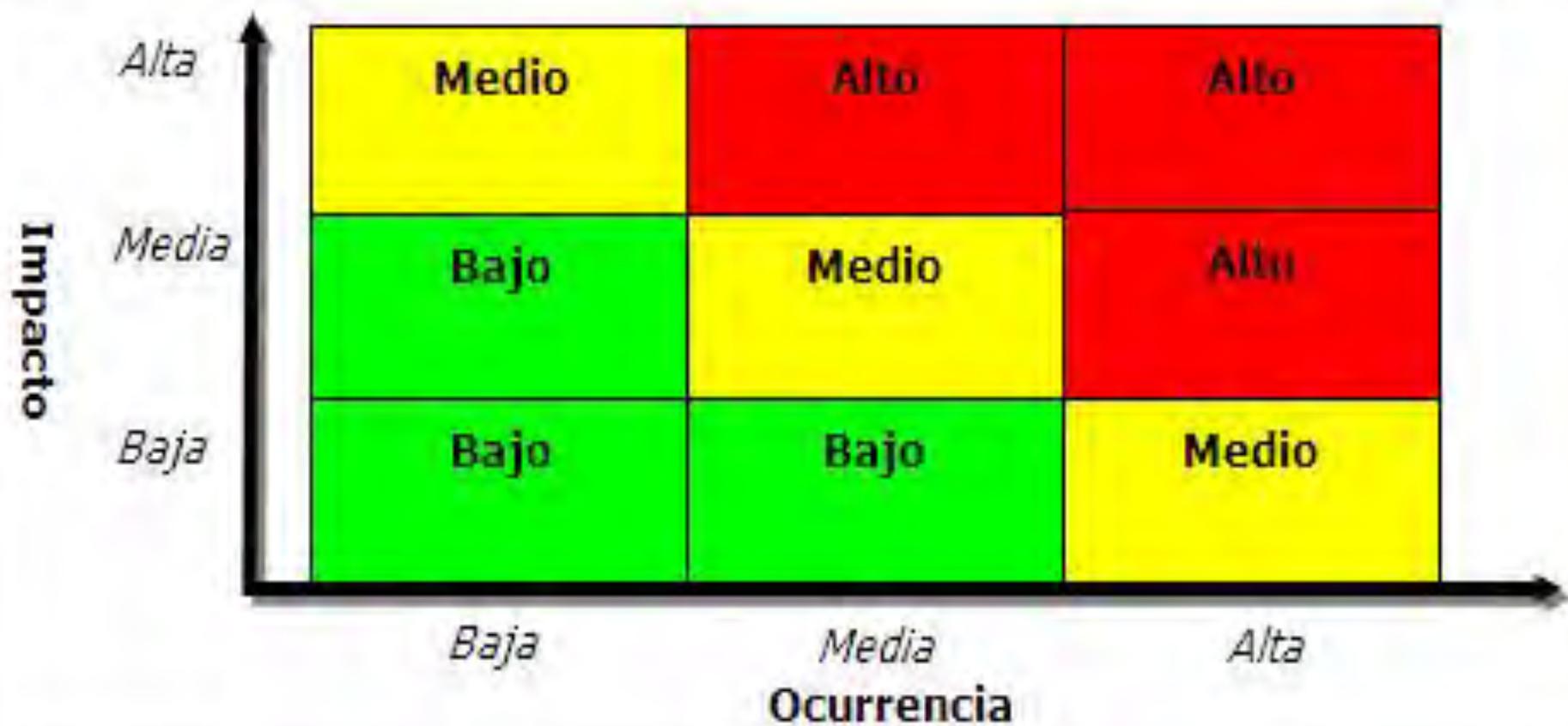


Laboratorista



Concretero?

Riesgo del Concretero



Por lo Tanto



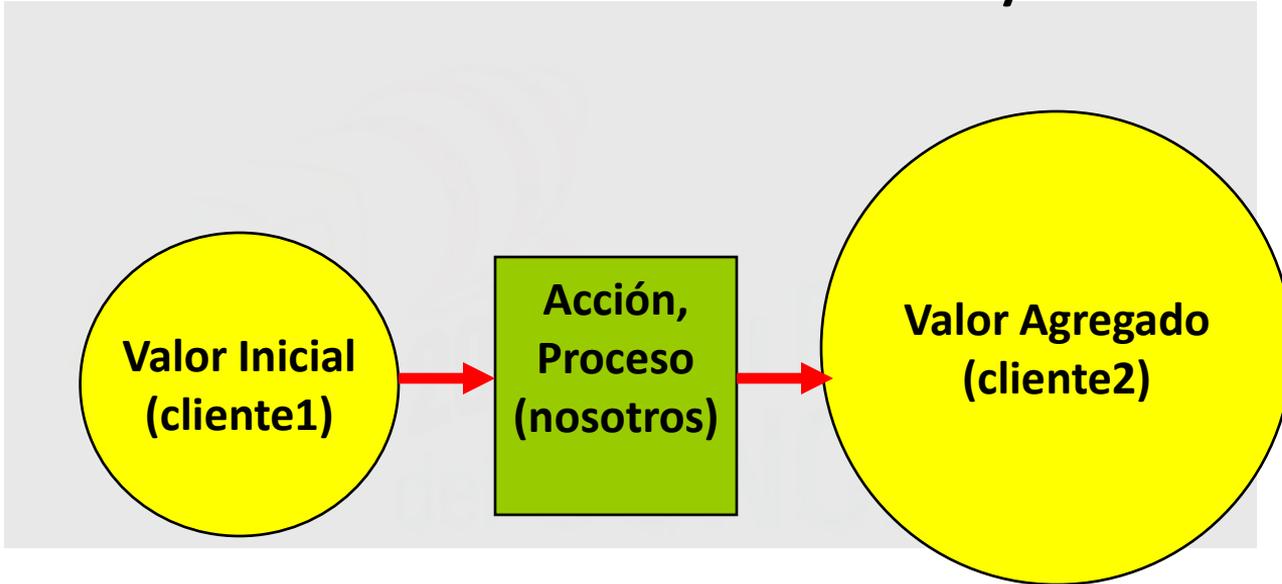
Necesitamos Alta Rentabilidad!

Debemos Ser Competitivos, pero no
Deberíamos Competir Solo en **Precio**

Necesitamos Hacerlo en **Valor Agregado (VA)**

Nuestras Acciones Deben

Añadir “Valor” a Nuestros Servicios y Productos



Cadena de “Valor Agregado”



Vendedores de Concreto vs. Consultores de Valor Agregado

- 1: “Consultores de **Vida Útil y Comportamiento de Infraestructura**”
- 2: “Consultores de **Calidad y Durabilidad**”
- 3: “Consultores de **Productividad**”
- 4: “Consultores de **Seguridad**”

Consultores de Vida Útil y Comportamiento

Ejemplo 1: Edificio

Hospital = 13,000 m²

Construcción = \$25M

Concreto = \$300,000

% Costo Inicial = $\$300,000 / \$25M$

= 1.2%

Edificio: Vida Util!

INITIAL COSTS

Planning & Design
Construction & Site Development
FFE

15%

Initial Costs + Future Costs =

LIFE CYCLE COSTS (LCC)

85%

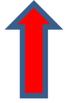
Staffing & Operations
(25-30%)

FUTURE COSTS

Energy
Maintenance & Repair
Staffing & Operations
Renovations
Interest
Salvage

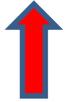
% Costo Vida Util=0.18%

Edificio: Comportamiento!



Area Vendible?

Concreto de Alto Rendimiento en Columnas

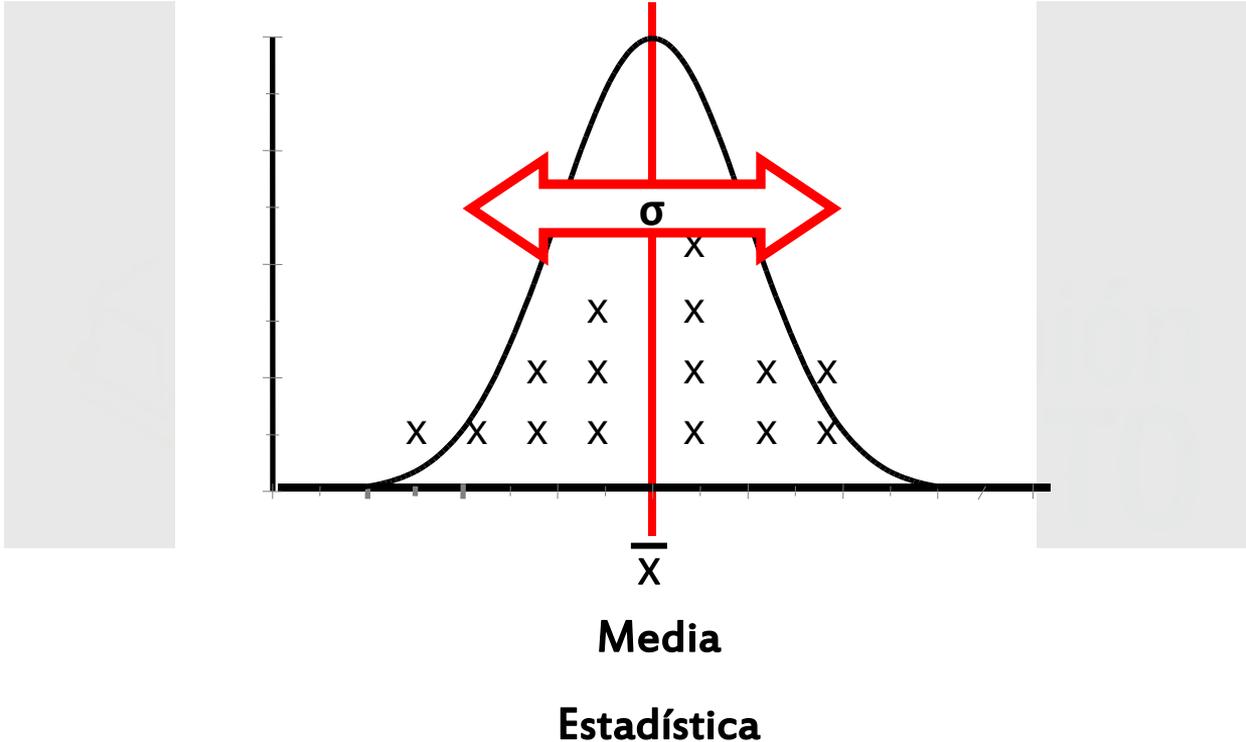


Comportamiento Estructural, Térmico?

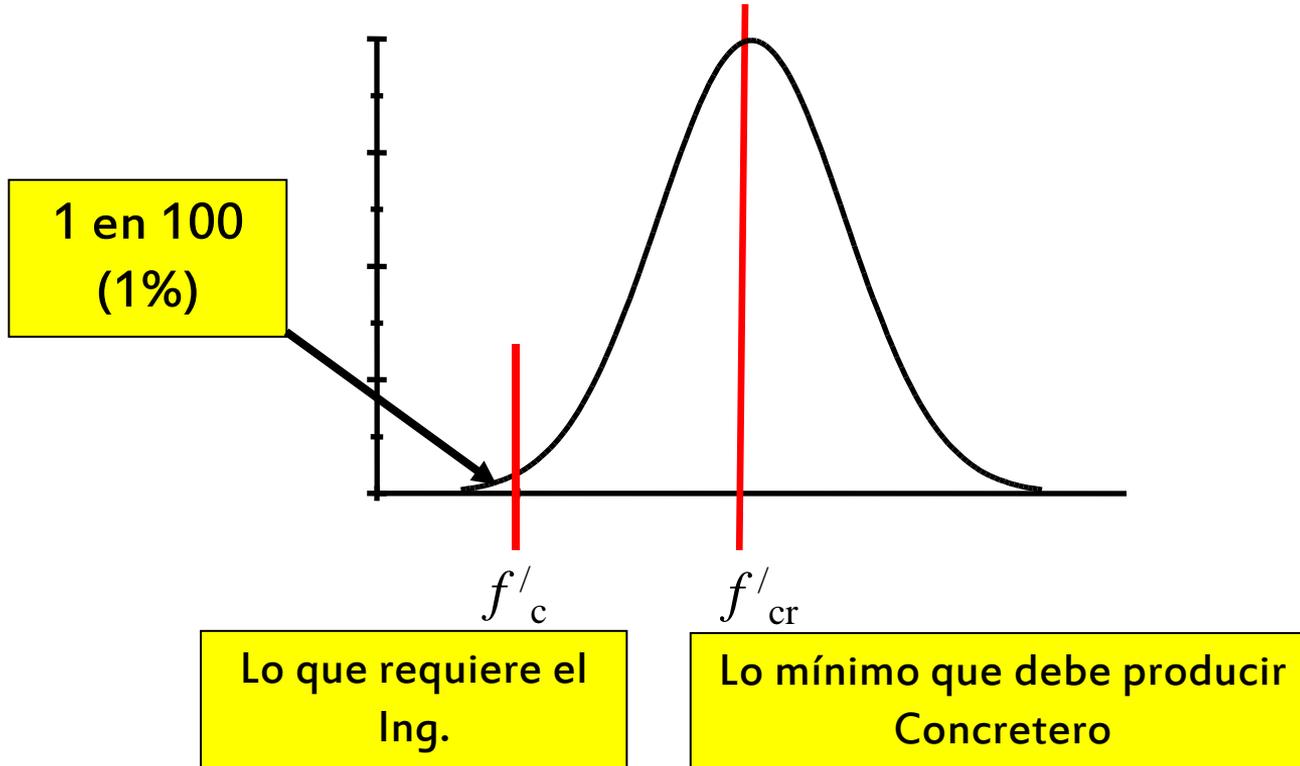
Concreto Alivianado en Losas

Consultores de Calidad

Ensayos de Resistencia



Sobrediseño para Calidad



Resistencia Mínima Requerida

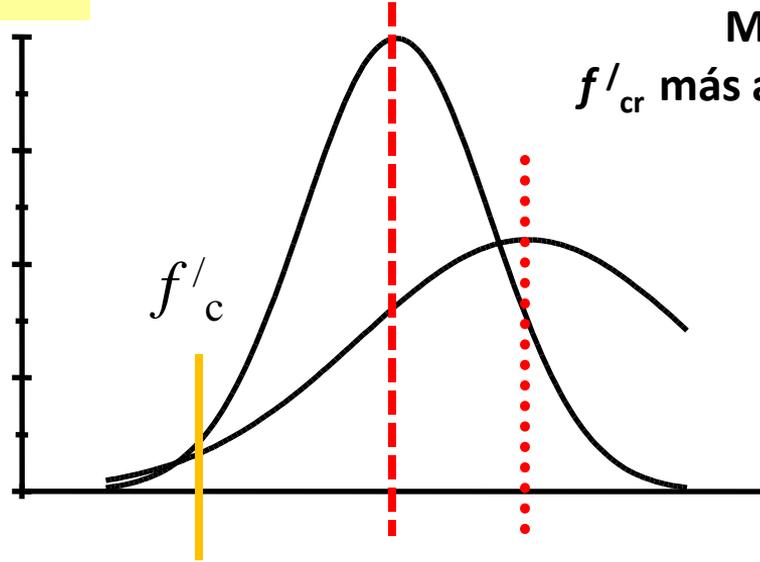
$$f'_{cr} = \begin{cases} f'_c + 1,34 \text{ s} \\ \begin{cases} f'_c - 3,5 + 2,33 \text{ s} & f'_c \leq 35 \text{ MPa} \\ 0,9 f'_c + 2,33 \text{ s} & f'_c > 35 \text{ MPa} \end{cases} \end{cases}$$

(mayor entre 2 valores)

2,33 s: **1/100** veces, IND $< f'_c - 3,5$ MPa; $< 0,9 f'_c$
1,34 s: **1/100** veces, PA **3** $< f'_c$ (c/ 3 ensayos consecut.)

Impacto de Variabilidad

¿Qué concretero debe producir un concreto más caro?



Más Variabilidad=
 f'_{cr} más alto = concreto más caro

Menos Variabilidad=
 f'_{cr} más bajo = concreto menos caro

Ejemplo 2

En un Proyecto, el Ingeniero requiere un concreto de $f'c=$ **5000 psi (350 kg/cm²)**. ¿Cuál sería la resistencia de concreto que Concretero debería producir ($f'cr$) en cada uno de los siguientes casos?

1. Ready Mix **NO** tiene registros de control de calidad
2. Ready Mix **SÍ** tiene registros de control de calidad (**14** resultados) y la desviación estándar es **400** psi
3. Ready Mix **SÍ** tiene registros de control de calidad (**14** resultados) y la desviación estándar es **300** psi
4. Ready Mix **SÍ** tiene registros de control de calidad (**31** resultados) y la desviación estándar es **300** psi

Ejemplo2: Caso 1

En un Proyecto, el Ingeniero requiere un concreto de $f'c = 5,000$ psi (350 Kg/cm²). ¿Cuál sería la resistencia de concreto que Concretero debería producir ? ($f'cr$)

1. Ready Mix **NO** tiene registros de control de calidad

$$\begin{aligned} f'cr &= f'c + 1,200 \text{ psi} \\ &= 5,000 + 1,200 \\ &= 6,200 \text{ psi (435 kg/cm}^2\text{) "No QA/QC"} \end{aligned}$$

Ejemplo 2: Caso 2

En un Proyecto, el Ingeniero requiere un concreto de $f'c = 5,000$ psi (350 kg/cm²). ¿Cuál sería la resistencia de concreto que Concretero debería producir ? ($f'cr$)

2. Ready Mix **SÍ** tiene registros de control de calidad (14 resultados) y la desviación estándar es 400 psi

Menos de 15 resultados $\Rightarrow k = 1.16$

Desviación estándar $\Rightarrow S = 400$ psi

$$\begin{aligned} f'cr &= f'c + 1.34 (k * S) \text{ psi} \\ &= 5,000 + 1.34 (1.16 \times 400) \text{ psi} \\ &= 5,620 \text{ psi (395 Kg/cm}^2\text{)} \end{aligned}$$

Ejemplo 2: Caso 3

En un Proyecto, el Ingeniero requiere un concreto de $f'c = 5,000$ psi (350 Kg/cm²). ¿Cuál sería la resistencia de concreto que Concretero debería producir ? ($f'cr$)

3. Ready Mix **SÍ** tiene registros de control de calidad (14 resultados) y la desviación estándar es 300 psi

Menos de 15 resultados $\Rightarrow k = 1.16$

Desviación estándar $\Rightarrow S = 300$ psi

$$\begin{aligned} f'cr &= f'c + 1.34 (k * S) \text{ psi} \\ &= 5,000 + 1.34 (1.16 \times 300) \text{ psi} \\ &= 5,466 \text{ psi (384 Kg/cm}^2\text{) "Medio QA/QC"} \end{aligned}$$

Ejemplo 2: Caso 4

En un Proyecto, el Ingeniero requiere un concreto de $f'c = 5,000$ psi (350 Kg/cm²). ¿Cuál sería la resistencia de concreto que Concretero debería producir ? ($f'cr$)

4. Ready Mix **SÍ** tiene registros de control de calidad (31 resultados) y la desviación estándar es **300** psi

Más de 15 resultados $\Rightarrow k = 1.0$

Desviación estándar $\Rightarrow S = 300$ psi

$f'cr = f'c + 1.34 (k * S)$ psi

$= 5,000 + 1.34 (1.0 \times 300)$ psi

$= 5,402$ psi (380 Kg/cm²) “Alto QA/QC”

Ejemplo 2: “Excelente”

En un Proyecto, el Ingeniero requiere un concreto de $f'c = 5,000$ psi (350 Kg/cm²). ¿Cuál sería la resistencia de concreto que Concretero debería producir ? ($f'cr$)

4. Ready Mix **SÍ** tiene registros de control de calidad (31 resultados) y la desviación estándar es **200** psi

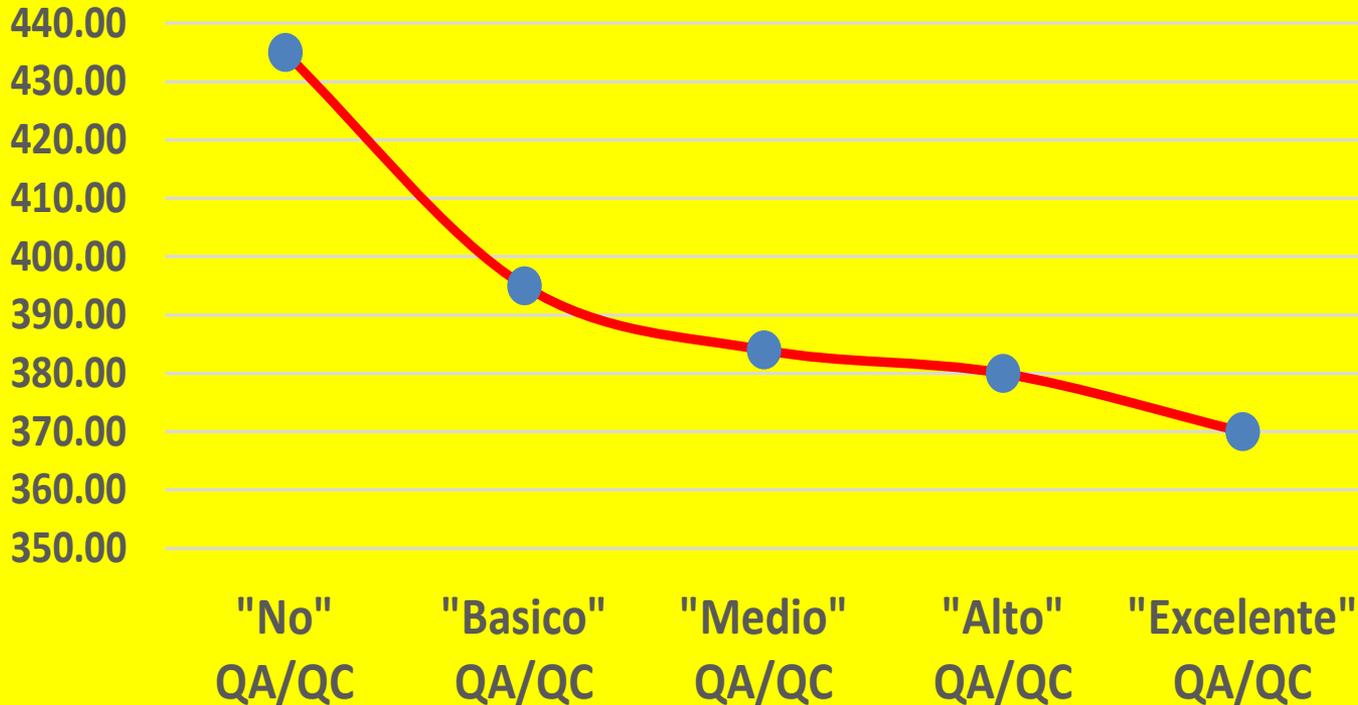
Más de 15 resultados $\Rightarrow k = 1.0$

Desviación estándar $\Rightarrow S = 200$ psi

$$\begin{aligned} f'cr &= f'c + 1.34 (k * S) \text{ psi} \\ &= 5,000 + 1.34 (1.0 \times 200) \text{ psi} \\ &= 5,268 \text{ psi (370 Kg/cm}^2\text{)} \end{aligned}$$

Ejemplo 2: Resultados

Resistencia Requerida (f'_{cr}) for para un Concreto
 $f'_c=5,000$ psi (350 Kg/cm²)



Varios Factores Contribuyen a la Variabilidad de la Resistencia del Concreto, Pero....

NRMCA	
Variación de Peso de Cemento en Una Mezcla (%)	Desviación Estandar de La Resistencia a la Compresion (psi)
+/- 1%	26
+/- 2%	51
+/- 5%	128
+/- 10%	255

Ejemplo 2: “Actual”

En un Proyecto, el Ingeniero requiere un concreto de $f'c = 5,000$ psi (350 Kg/cm²). ¿Cuál sería la resistencia de concreto que el Concretero debería producir ? ($f'cr$)

5. Ready Mix **SÍ** tiene registros de control de calidad (31 resultados) pero desviación estándar es **600** psi

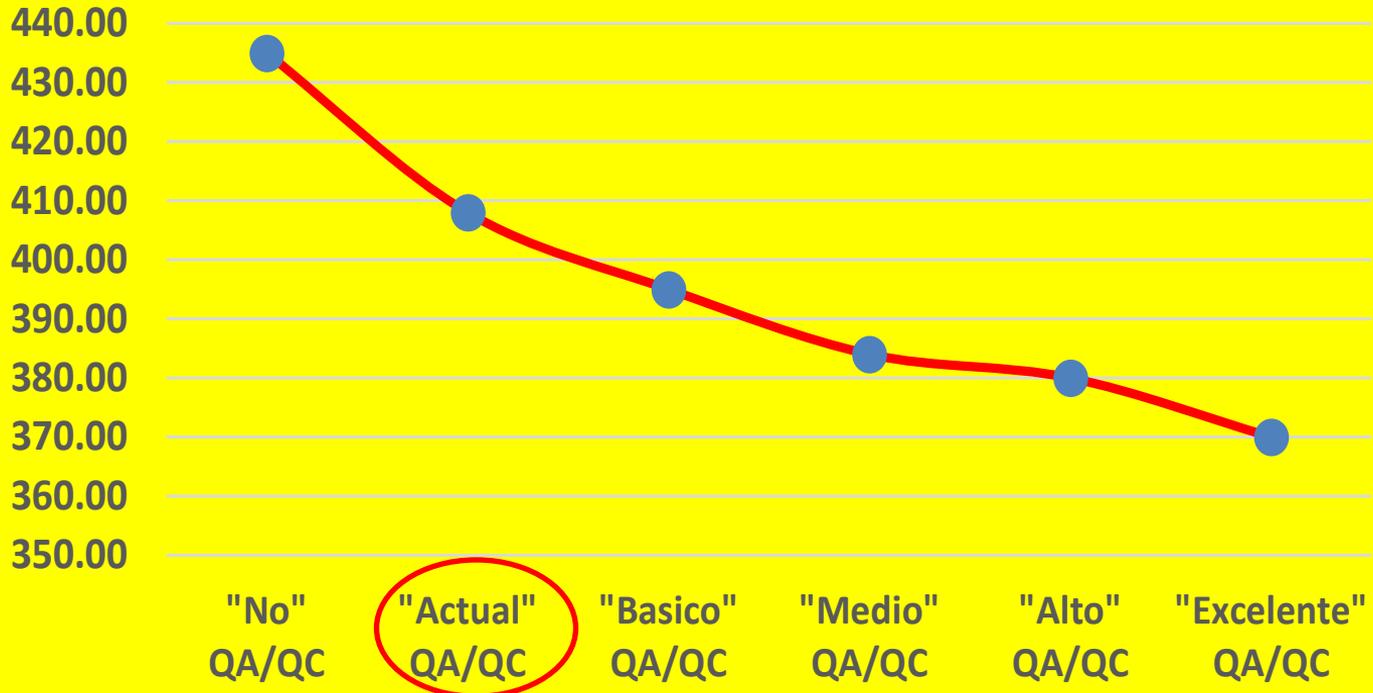
Mas de 15 resultados $\Rightarrow k = 1.0$

Desviación estándar $\Rightarrow S = 600$ psi

$$\begin{aligned} f'cr &= f'c + 1.34 (k * S) \text{ psi} \\ &= 5,000 + 1.34 (1.0 \times 600) \text{ psi} \\ &= 5,804 \text{ psi (408 Kg/cm}^2\text{)} \end{aligned}$$

Ejemplo 2: Resultados

Resistencia Requerida (f'_{cr}) for para un Concreto
 $f'_c=5,000$ psi (350 Kg/cm²)



Ejemplo 2: Implicaciones Internas

Asumamos, que en 1 m³ de concreto:

9 psi = 1 lb de cemento => 1 psi = 1/9 lbs cemento

Digamos: para un concreto de

5,000 psi (350 Kg/cm²)

Necesito producir (“Actual QA/QC”)

5,804 psi (408 Kg/cm²)

Necesito: 5,804 psi x 1 lbs/9 psi =

644 lbs/m³ (293 Kg/m³)

Pero si mejoro mis procesos productivos

(“Con QA/QC **Media**”) Necesito producir

5,466 psi (384 kg/cm²)

Necesito: 5,466 psi x 1 lbs/9 psi =

607 lbs/m³ (276 Kg/m³)

Ejemplo 2: Implicaciones Internas

Digamos que en un concreto de 5,000 psi (350 Kg/cm²)

Con control de calidad, podríamos ahorrar:

$$644 \text{ lbs/m}^3 - 607 \text{ lbs/m}^3 = 37 \text{ lbs/m}^3$$

$$293 \text{ kg/m}^3 - 276 \text{ kg/m}^3 = 17 \text{ Kg/m}^3$$

Pero, digamos que esta meta es muy “optimista”, y que solo podemos ahorrar

$$= 33 \text{ lbs/m}^3$$

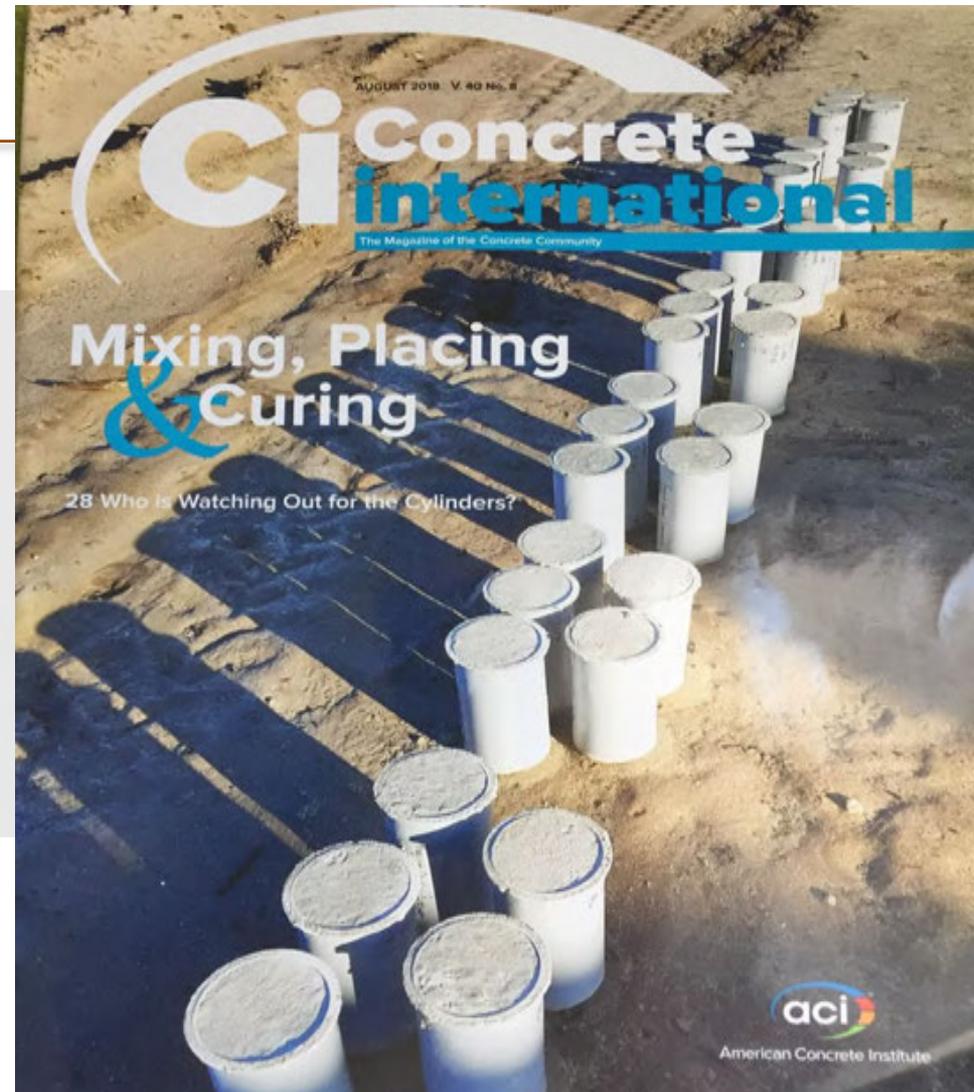
$$= 15 \text{ Kg/m}^3$$

¿Cuál es el costo de 1 lb (or kg) de cemento? = _____

¿Cuántos m³ de concreto de 5,000 psi (350 kg/cm²) producimos cada año? _____

¿Cuál sería el ahorro anual solo en concreto de 5,000 psi (350 Kg/cm²)? _____

Curado de Campo o Curado Normalizado?



Ejemplo 3: Ensayos para **Aceptación:** “curado normalizado”

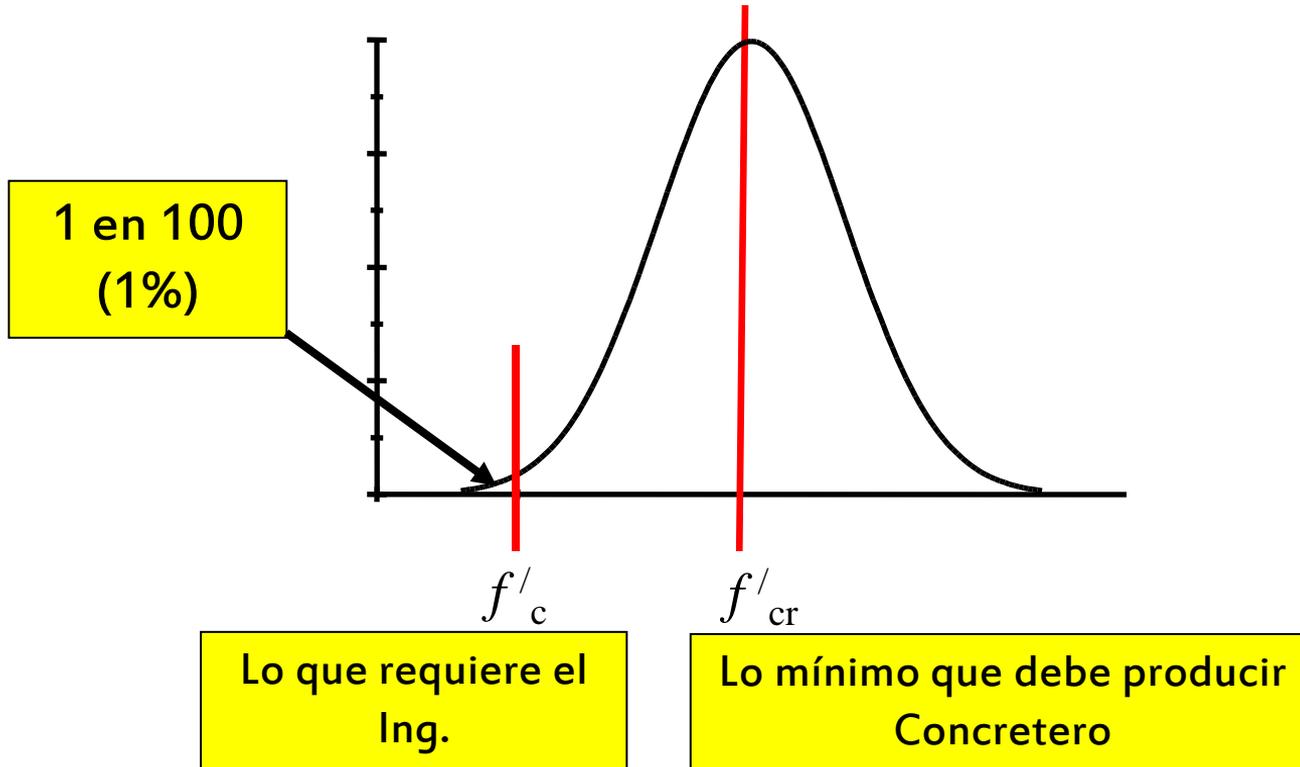
(a) Specimens for acceptance tests shall be in accordance with (1) and (2):

(1) Sampling of concrete for strength test specimens shall be in accordance with **ASTM C172**.

(2) Cylinders for strength tests shall be made and standard-cured in accordance with **ASTM C31** and tested in accordance with **ASTM C39**.

ACI 318-14 26.12
Concrete Evaluation and Acceptance

Sobrediseño para Calidad



Ejemplo 4: Resistencia No-Aceptable

Si: **PA3** $< f'_{c}$

Problema de Control - Proceso

Estructuralmente Aceptable, pero

Tomar pasos para incrementar el promedio de f'_{c}

Si: **Ind** $< f'_{c} - 3,5$ MPa (**Ind** $< 0,90 f'_{c}$)

Preocupación Estructural, y

Tomar pasos para incrementar el promedio de f'_{c} , e

Iniciar proceso de investigación de baja resistencia

Consultores de Productividad y Calidad

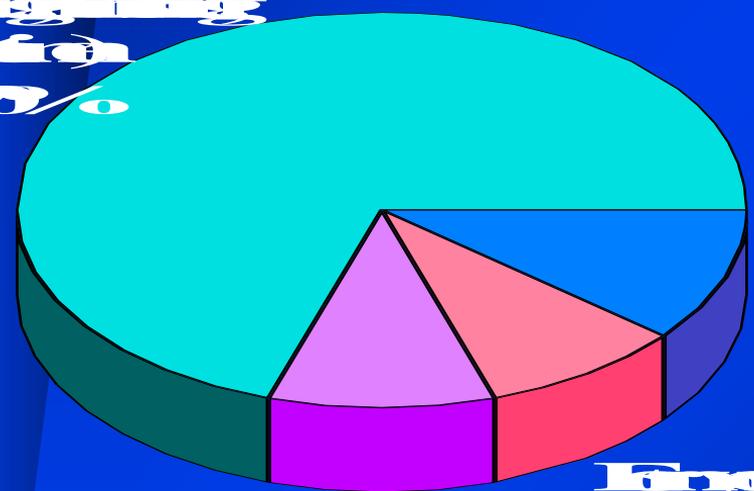
El uso del cemento en Chile

Edificación
31%

Infraestructura
17%

Industria
9%

Carreteras
19%



“La Mano de Obra”

- Replanteo
- Excavación
- Instalación de Refuerzo
- Instalación de Encofrados
- Colocación y Alisado
- Junteo
- Curado
- Remoción de Encofrados
- Reparación/Parcheo

*Cuales Trabajos son
Influenciados por el
Concreto Mismo?*

Impactos del Concreto en Productividad

- Replanteo
- Excavación
- Instalación de Refuerzo
- **Instalación de Encofrados**
- **Colocación y Alisado**
- **Junteo**
- **Curado**
- **Remoción de Encofrados**
- **Reparación/Parcheo**

*Incrementos en
productividad del 30%
son posibles!*

Impactos del Concreto en Calidad

- Replanteo
- Excavación
- Instalación de Refuerzo
- **Instalación de Encofrados**
- **Colocación y Alisado**
- **Junteo**
- **Curado**
- **Remoción de Encofrados**
- **Reparación/Parcheo**

Productividad y Duración

Duración = $\frac{\text{Cantidad de Trabajo}}{\text{Productividad}}$

Productividad

Digamos, Para Una Losa Sobre el Piso

Duración = $\frac{12,000 \text{ sf}}{5,000 \text{ sf/dia}}$ = digamos **2.5** dias

Digamos que logramos un incremento en productividad del 30% = $5K \times 1.3 = \mathbf{6,500}$

Duración = $\frac{12,000 \text{ sf}}{6,500 \text{ sf/dia}}$ = digamos **1.8** days

Ahorro? = **0.7** day mano de obra + **0.7** renta equipo + **0.7** ir mas temprano a otro proyecto/actividad

Como Impactar Productividad

- Replanteo
- Excavación
- Instalación de Refuerzo
- **Instalación de Encofrados**
- **Colocación y Alisado**
- **Junteo**
- **Curado**
- **Remoción de Encofrados**
- **Reparación/Parqueo**

*Ahorros en Mano de Obra es
el Paso Más Obvio para el
Constructor*

Ejemplo 5: Mano de Obra en El Rubro

Cimentaciones

- Replanteo/Excavacion: 50%
- Instalación del Refuerzo 30%
- **Colocación del Concreto 20 %**

*El Concretero-Consultor
Ayuda al Contratista a
Evaluar Impactos Potenciales
en Productividad!*

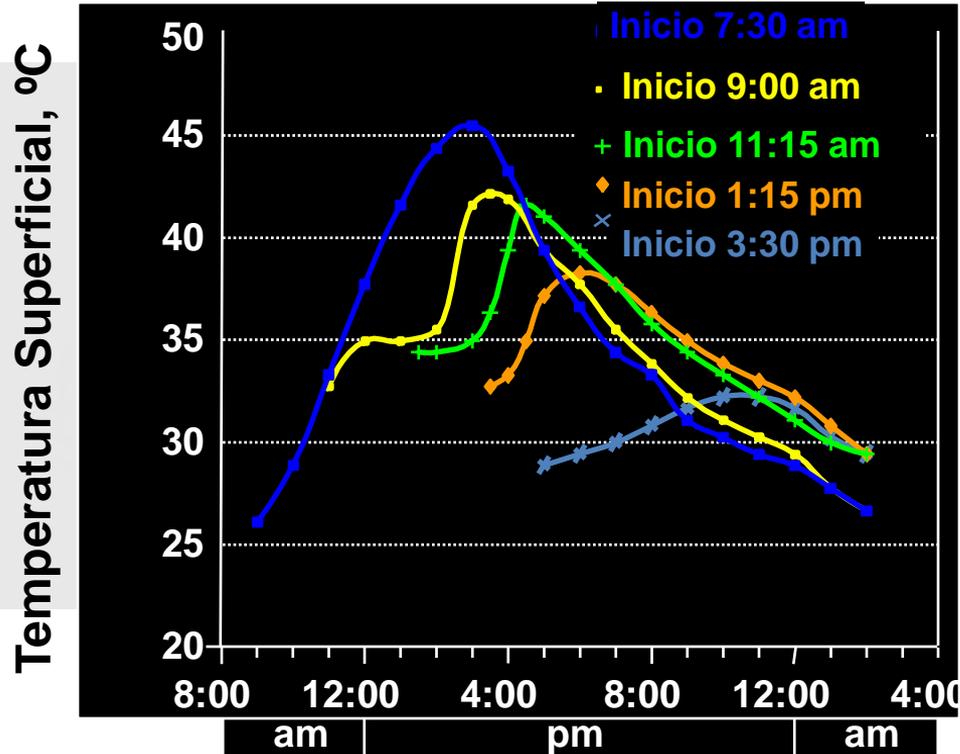
Ejemplo 5: Mano de Obra en El Rubro

Losas Sobre el Piso

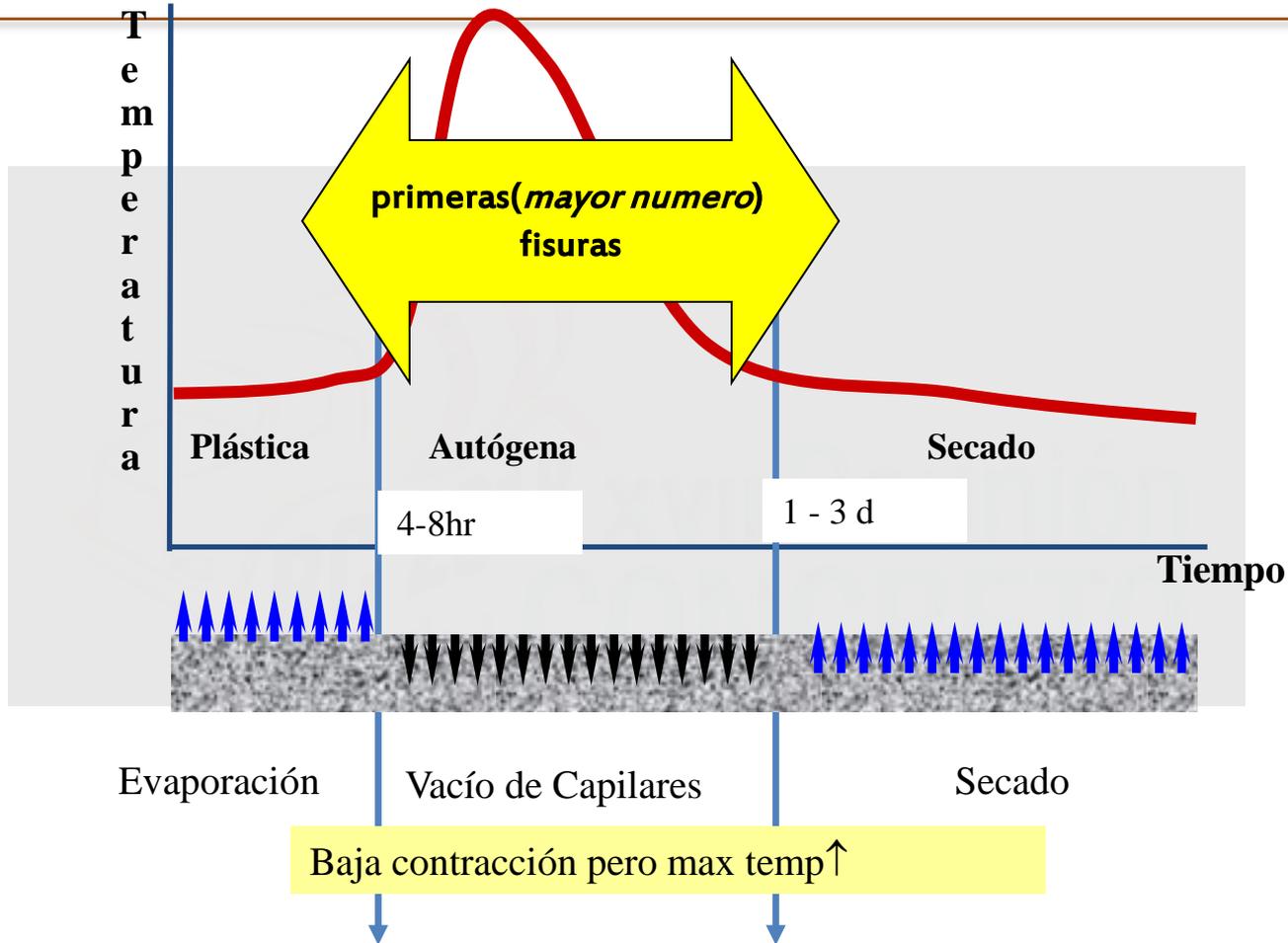
- Replanteo/Nivelación : 10%
- Instalación del Encofrado 15%
- Instalación del Refuerzo 25%
- **Colocación del Concreto 50 %**

*El Concretero-Consultor
Ayuda al Contratista a
Evaluar Impactos Potenciales
en Productividad!*

El Consultor Ayuda a Evaluar Condiciones



El Consultor Ayuda a Evaluar Procesos



El Consultor Recomienda: Concreto VA

- Frecuencia de Entrega Confiable
- Apoyo Técnico en el Campo
- Trabajabilidad Adecuada
- Fraguado Consistente/Uniforme
- Fraguado y Acortamiento Plástico Controlado

Ejemplo 6: No Concreto VA

Project	Elevated Slab	Unit Cost	Units	Time	Cost	
Duration	12	hours**	**=OT!			
Area	19,200	sf				
Average Thickness	14	inches				
Material	829.6	CY	100	\$/CY	1	\$ 82,962.96
Labor	23	man	22.5	\$/hr	12	\$ 7,245.00
Equipment	1	Laser Screed	85	\$/hr	12	\$ 1,020.00
	2	Vibrators	5	\$/hr	12	\$ 120.00
	3	Riders	30	\$/hr	12	\$ 1,080.00
	4	Walk Behind	15	\$/hr	12	\$ 720.00
Subcontractors	1	Pump	200	\$/hr	12	\$ 2,400.00
General Conditions	2	Supervisor	40	\$/hr	14	\$ 1,120.00
	2	Pick Up	35	\$/hr	14	\$ 980.00
	2	Crew Truck	75	\$/hr	14	\$ 2,100.00
	1	Van	40	\$/hr	14	\$ 560.00
	1	Trailer	10	\$/hr	14	\$ 140.00
Direct Cost						\$100,447.96
Company OH	10%	of Direct Cost				\$ 10,044.80
Profit	5%	of Direct Cost				\$ 5,022.40
Contingency	2.5%	of Direct Cost				\$ 2,511.20
Total						\$118,026.36

Ejemplo 6: Concreto VA

Project	Elevated Slab		Unit Cost	Units	Time	Cost
Duration	8	hours				
Area	19,200	sf				
Average Thickness	14	inches				
Material	829.6	CY	105	\$/CY	1	\$ 87,111.11
Labor	16	man	22.5	\$/hr	8	\$ 2,880.00
Equipment	1	Laser Screed	85	\$/hr	8	\$ 680.00
	2	Vibrators	5	\$/hr	8	\$ 80.00
	3	Riders	30	\$/hr	8	\$ 720.00
	3	Walk Behind	15	\$/hr	8	\$ 360.00
Subcontractors	1	Pump	200	\$/hr	8	\$ 1,600.00
General Conditions	1	Supervisor	40	\$/hr	10	\$ 400.00
	1	Pick Up	35	\$/hr	10	\$ 350.00
	2	Crew Truck	75	\$/hr	10	\$ 1,500.00
	1	Van	40	\$/hr	10	\$ 400.00
	1	Trailer	10	\$/hr	10	\$ 100.00
Direct Cost						\$ 96,181.11
Company OH	10%	of Direct Cost				\$ 9,618.11
Profit	5%	of Direct Cost				\$ 4,809.06
Contingency	2.0%	of Direct Cost				\$ 1,923.62
Total						\$ 112,531.90

El Negocio del Constructor (Sin VA)

Ventas	\$100	
Costo de Construcción	\$ 85	
•Mano de Obra		\$ 30
•Equipo		\$ 10
•Materiales (Incluye Concreto)		\$ 30
•Subcontratistas		\$ 7
•Costos Indirectos de Obra (dependen de duracion de obras)		\$ 8
Cost de la Oficina	\$ 10	
•Costos Indirectos de Oficina		\$ 10
Utilidad	\$ 5	
•Utilidad y Contingencia (dependen de errores de obras)		\$ 5

El Negocio del Constructor (Sin VA)

Ventas		\$100
Utilidad Neta		\$5
Digamos		
Activos		\$40
Pasivos		\$30
Patrimonio		\$30
% Utilidad	\$5/\$100	5%
% Retorno de la Inversión	\$5/\$30	16%

El Negocio del Constructor (Con VA)

Ventas	\$100	
Costo de Construcción	\$ 83	
•Mano de Obra		\$ 27!
•Equipo		\$ 10
•Materiales (Incluye Concreto)		\$ 32!
•Subcontratistas		\$ 7
•Costos Indirectos de Obra (dependen de duracion de obras)		\$ 7!
Cost de la Oficina	\$ 10	
•Costos Indirectos de Oficina		\$ 10
Utilidad	\$ 7	
•Utilidad y Contingencia		\$ 7

El Negocio del Constructor (Sin VA)

Ventas **\$100**

Utilidad Neta **\$7**

Digamos

Activos **\$40**

Pasivos **\$30**

Patrimonio **\$30**

% Utilidad **\$7/\$100** **7%**

% Retorno de la Inversión **\$7/\$30** **23%!**

Consultores de Seguridad

Costo de Accidentes

- Directos (Asegurados)
 - i.e., Seguro de Accidentes Laborales
 - i.e., Seguro de Responsabilidad del Constructor
- Indirectos (No Asegurados)
 - Pérdida de Productividad
 - Cambios y retrasos al Plan de Trabajo
 - Investigaciones
 - Re-entrenamiento/Reemplazo del Empleado
 - Pagos Salario por Tiempo Interrumpido
 - Limpieza y Reparación
 - Pérdida de clientes
 - Demandas legales
 - Daños de equipos

El Negocio del Constructor

Ventas	(100%)
Costo de Construcción (“VARIABLE”)	(85% del total)
•Mano de Obra	\$ 30%
•Equipo	\$ 10%
•Materiales (Incluye Concreto)	\$ 30%
•Subcontratistas	\$ 7%
•Costos Indirectos de Obra (dependen de duracion de obras)	\$ 8%
Costo de la Oficina (“FIJO”)	(10% del total)
•Costos Indirectos de Oficina	\$ 10%
Ganancia	(5% del total)
•Ganancia y Contingencia (dependen de errores de obras)	\$ 5%

Ejemplo 7: Contratista Vende \$1M

Accidente Ocorre	= 4 por cada 210K horas trabajadas	
Cost Mano Obra	= 30% de Ventas	
	= 30% x 1M	= \$300K
Horas Trabajadas	= digamos \$300K/\$5/hr	= 60K hrs
#Accidents	= 60K hrs x 4/210K	= 1.14
“Esperemos” 1 accidente, digamos que el costo directo es \$200		
• Directo		= \$ 500
• Indirect	5 x 200	= \$ 1,000
• Total		= \$ 1,500
“Probablemente” El costo de la prima suba de 5% de CD a 5.5%		
• Costo Directo	5.5-5.0 = 0.5% x \$300K	= \$ 1,500
Costo del Accidente=	\$1,500+ \$1,500	= \$3,000

ANTES DEL ACCIDENTE

Ventas	\$1M	(100%)
Costo de Construcción (“VARIABLE”)	\$850K	(85% del total)
Costo de la Oficina (“FIJO”)	\$100K	(10% del total)
Ganancia	\$5K	(5% del total)

DESPUES DEL ACCIDENTE?

Ventas	\$1M	(100%)
Costo de Construcción (“VARIABLE”) + Costo del Accidente	\$850K \$3,000	(85.3% del total)
Costo de la Oficina (“FIJO”)	\$100K	(10% del total)
Ganancia	\$5K	(5% del total)

Punto Equilibrio, ANTES DEL ACCIDENTE

$$\begin{aligned} \$0 \text{ Ganancia} &= \$\text{Ventas} - \$\text{Costo Fijo} - \$ \text{Costo Variable} \\ \$0 \text{ Ganancia} &= \$\text{Ventas} - \$\text{Costo Fijo} - 0.85\% \times \$\text{Ventas} \\ \$0 \text{ Ganancia} &= \$\text{Ventas} (1-0.85) - \$\text{Costo Fijo} \\ \$0 &= \$\text{Ventas} (1-0.85) - \$100,000 \\ \$ \text{Ventas} &= \$667,000 \end{aligned}$$

Punto Equilibrio, DESPUES DEL ACCIDENTE?

$$\begin{aligned} \$0 \text{ Ganancia} &= \$\text{Ventas} - \$\text{Costo Fijo} - \$ \text{Costo Variable} \\ \$0 \text{ Ganancia} &= \$\text{Ventas} - \$\text{Costo Fijo} - 0.853\% \times \$\text{Ventas} \\ \$0 \text{ Ganancia} &= \$\text{Ventas} (1-0.853) - \$\text{Costo Fijo} \\ \$0 &= \$\text{Ventas} (1-0.853) - \$100,000 \\ \$ \text{Ventas} &= \$680,000 \end{aligned}$$

Impacto en Seguridad

- Mas alta productividad
- Menor tiempo de trabajo
- Reducción de tiempo expuesto a un accidente
- Incidencias de accidentes mas bajas
- Menores costos de primas de seguros
- Mejor rendimiento economico

“Introducción”

-Riesgo

“Ejemplos de Iniciativas de Valor Agregado”

-Vida Útil y Comportamiento de Infraestructura

-Calidad y Durabilidad

-Productividad

-Seguridad



Gracias!

***Promover El Valor Agregado del Concreto
Premezclado, Incorporando Productividad y Seguridad
en el Análisis de Costo/Venta***

***Roberto Núñez, PE, MBA, FACI
North Carolina State University, IQ Contracting, LLC
USA***