

UNION A TENSIÓN CON MORTERO Y VARILLA. USO DE MORTERO EXPANSIVO

Presentado por:

Edwin H. Flórez F.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE
COLOMBIA**

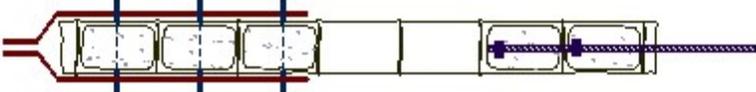
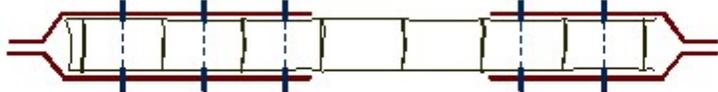
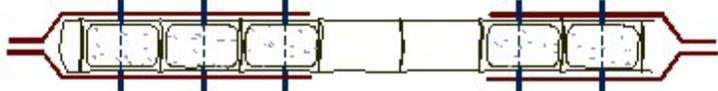
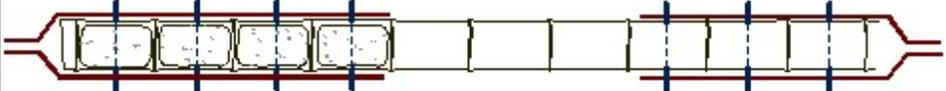
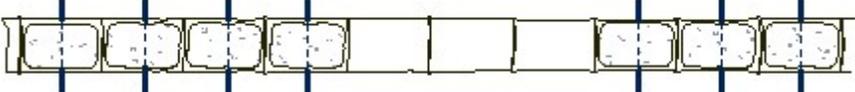


ANTECEDENTES

Unión propuesta por Jenny Garzón

PRUEBAS DE UNIONES DE GUADUA A TRACCIÓN

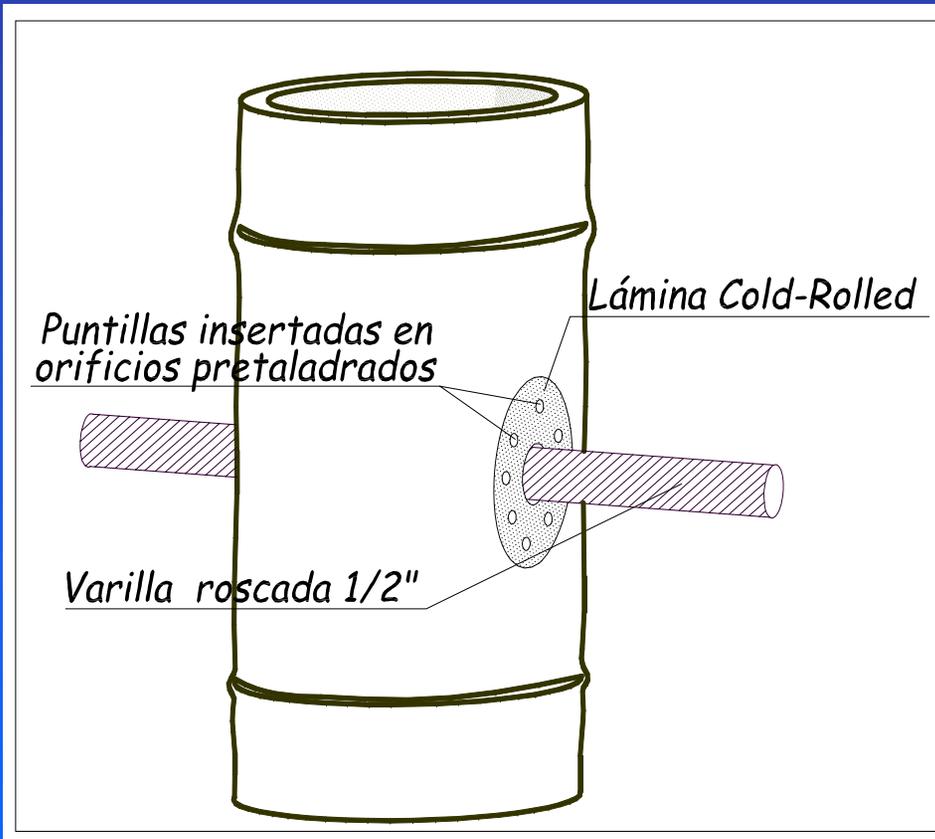
TRABAJO DE GRADO: JENNY GARZÓN CAICEDO

PRUEBA	CANTIDAD	MODELO	ENTRENUDOS EN PRUEBA	PASADORES	TORNILLO AXIAL	MORTERO	PROMEDIO DE CARGA (Kg)	CARGA POR CAÑUTO (Kg)
T.45	5		2	NO	3/4"	1:2.	4300	2150
PP.85	3		2	1/2"	NO	NO	3600	1800
PP.80	7		2	1/2"	NO	1:2.	6500	3250
PP.95	3		3	1/2"	NO	NO	4483	1494
PP.90	6		3	1/2"	NO	1:2.	11877	3959



ANTECEDENTES

Unión propuesta por César Peña y Hugo Rodríguez

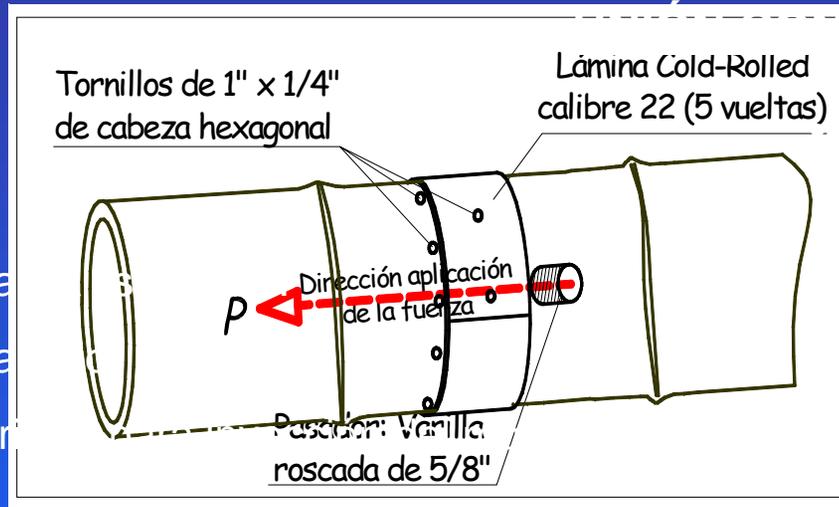


Descripción de la unión	Carga máxima promedio (Kg)
pasador	1815
pasador + platina + 4 puntillas c/90°	3770
pasador + platina + 6 puntillas c/60°	4080
pasador + platina + 8 puntillas c/45°	4748
pasador + platina + 12 puntillas c/30°	4188



ANTECEDENTES

Unión propuesta por Sandra Clavijo y David Trujillo



- Va
- Pa
- Or

MORTERO

pruebas con tarugos (10 mm), puntillas (3.5mm) y tornillos ($\phi = 1/2"$, $3/8"$ y $1/4"$).

UNIÓN TIPO ABRAZADERA

ubicación del conector ($>10\phi$ o 15ϕ).

influencia del nudo (cerca de éste).

esfuerzo por falla de corte = **42.41 Kg/cm²**.

vueltas de la lámina (e=4cm, 5 vueltas)

• Mortero 1:3 para 1m³:

Cemento = 454 Kg

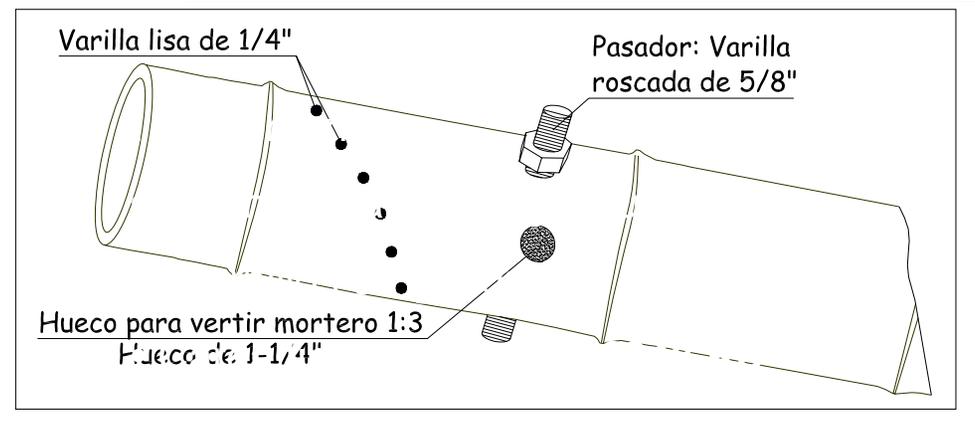
Arena seca = 1.09 m³

Agua = 252 l

UNIÓN CON MORTERO

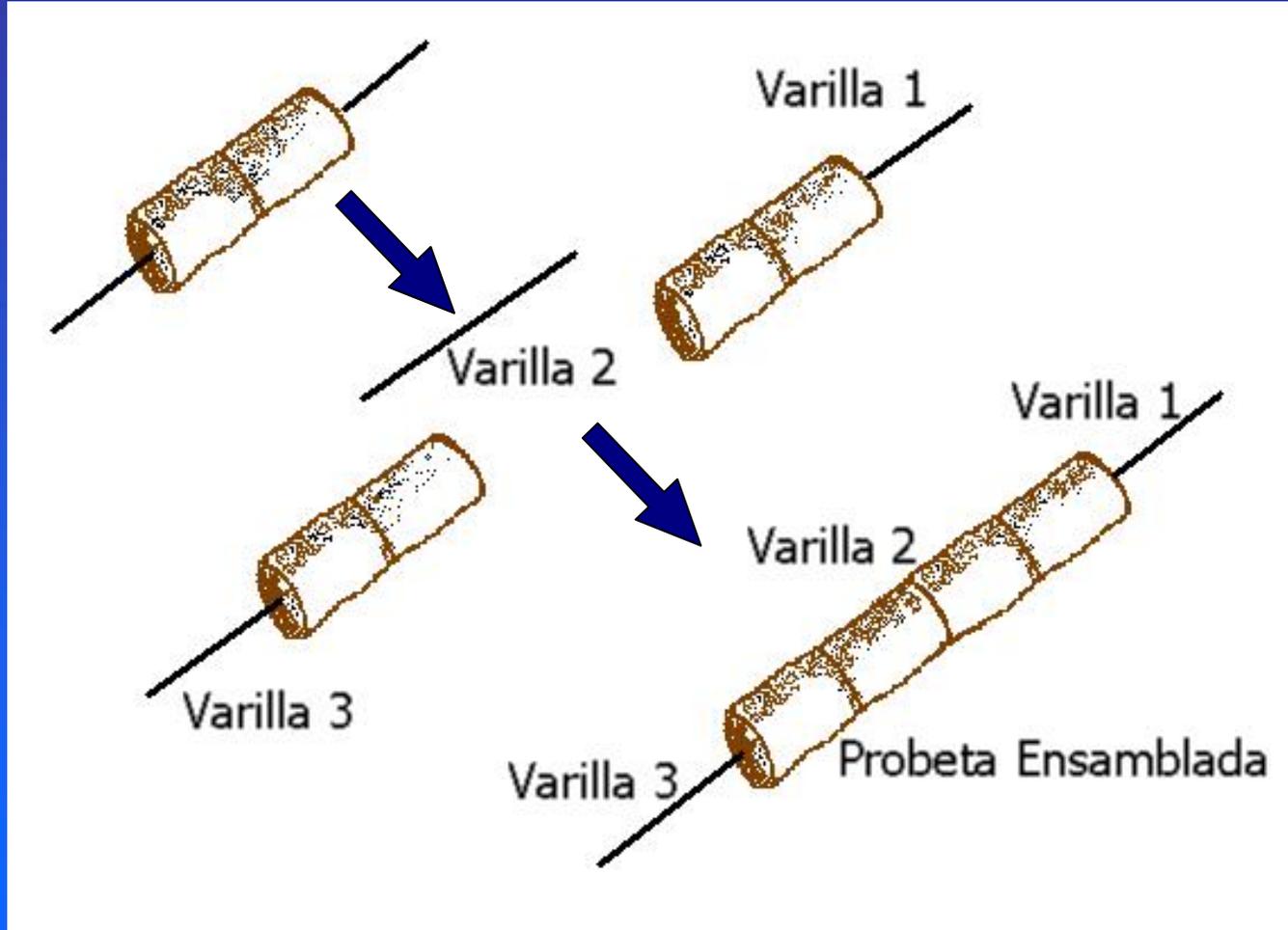
Resistencia = 155 kg/cm².

• Carga final 5971 Kg





UNIÓN PROPUESTA



Beneficios de
ensayo

10%

15%

20%



UNIÓN PROPUESTA

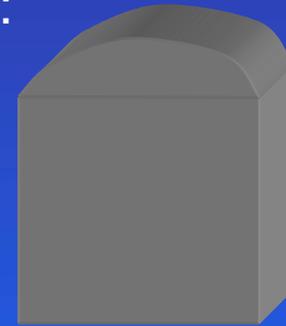
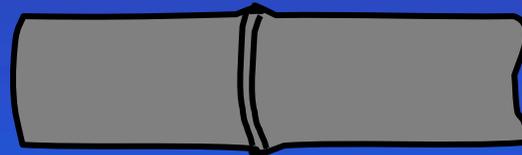
Características del mortero:

Profundizar en el diseño de la mezcla para evaluar:

Fluidez

Expansión

Resistencia



Teniendo en cuenta las propiedades físicas de los materiales utilizados

Cemento

Arena

Aditivos:

Expansor

Superplastificante



UNIÓN PROPUESTA

Problemas de la unión:



Adherencia entre mortero y varilla

- Se presentan dos fallas:
- Valor de carga de la unión = 3000 Kg
 - Agrietamiento del concreto
- Capacidad de tracción = 4000 Kg (pull-out)

Factor de seguridad (1.5) = 6000 Kg

- Precauciones:**
- Esfuerzos mínimos:
- Esfuerzo de fluencia = 4200 Kg/cm²
- Varillas de 1/2" = 41.76 Kg/cm²
- Varillas de 7/8" = 35.09 Kg/cm²

- Área adherencia (L=30cm, $\phi_{N\#5}$ =1.59cm)

$$A = \pi * \phi * L \quad \text{Varilla N\#5}$$

$$A = 3.14 * 1.59\text{cm} * 30\text{cm} = 149.78 \text{ cm}^2$$

- Mínima Fuerza necesaria para fallar por adherencia:

$$F = P * A = 35.09 \text{ Kg/cm}^2 * 149.78\text{cm}^2 = \mathbf{5256 \text{ Kg}}$$





UNIÓN PROPUESTA

Problemas de la unión:

- Resistencia del mortero
- Adherencia entre el mortero y las paredes de la guadua





UNIÓN PROPUESTA

Metodología de ensamble





UNIÓN PROPUESTA

Metodología de ensamble





MATERIALES UTILIZADOS

GUADUA



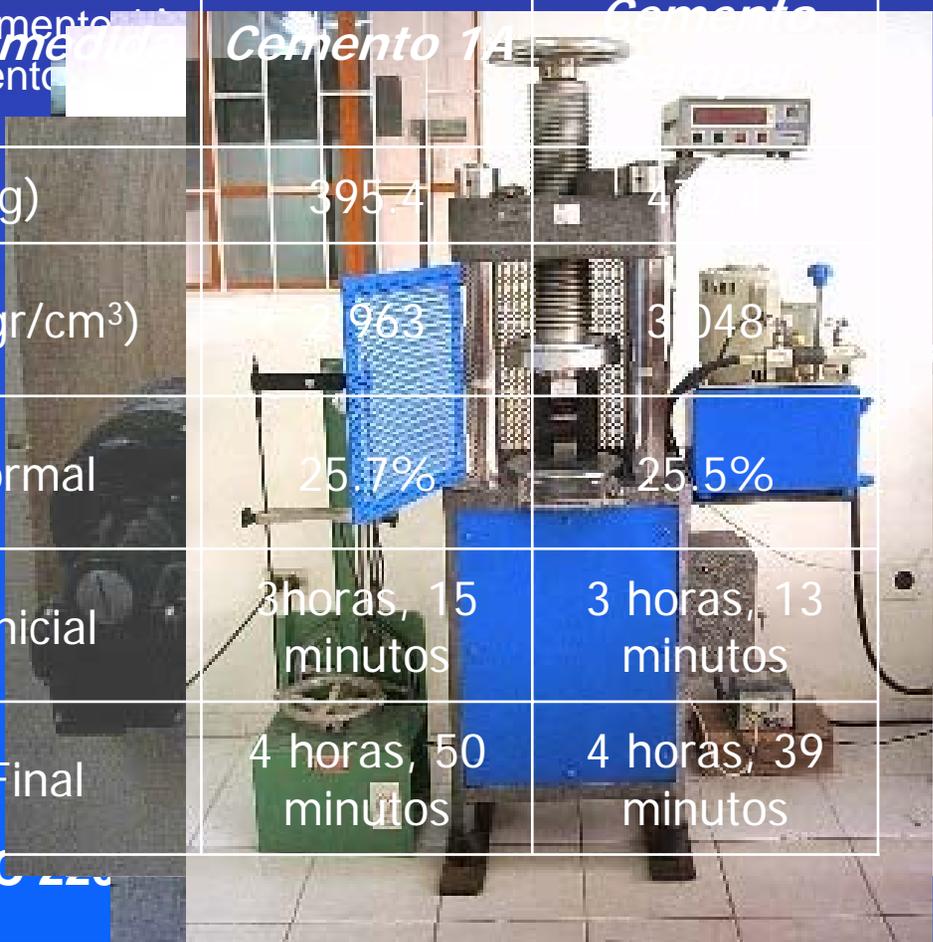


MATERIALES UTILIZADOS

CEMENTO

Se usaron dos marcas de cemento:

Norma Icontec	Propiedades Físicas Propiedad física medida	Cemento Cemento	Cemento 1A	Cemento
• Finura (NTC 33) NTC-33	Finura (m ² /Kg)		395.4	404
• Peso Específico (NTC-221) NTC-221	Peso Específico (gr/cm ³)		963	3048
• Consistencia Normal (NTC 110) NTC-110	Consistencia normal		25.7%	25.5%
• Tiempos de Fraguado (NTC 118) NTC-118	Tiempos de Fraguado	Inicial	3 horas, 15 minutos	3 horas, 13 minutos
• Fluidez del Mortero (NTC 111) NTC-111		Final	4 horas, 50 minutos	4 horas, 39 minutos
• Resistencia a la compresión (NTC 229) NTC-229				

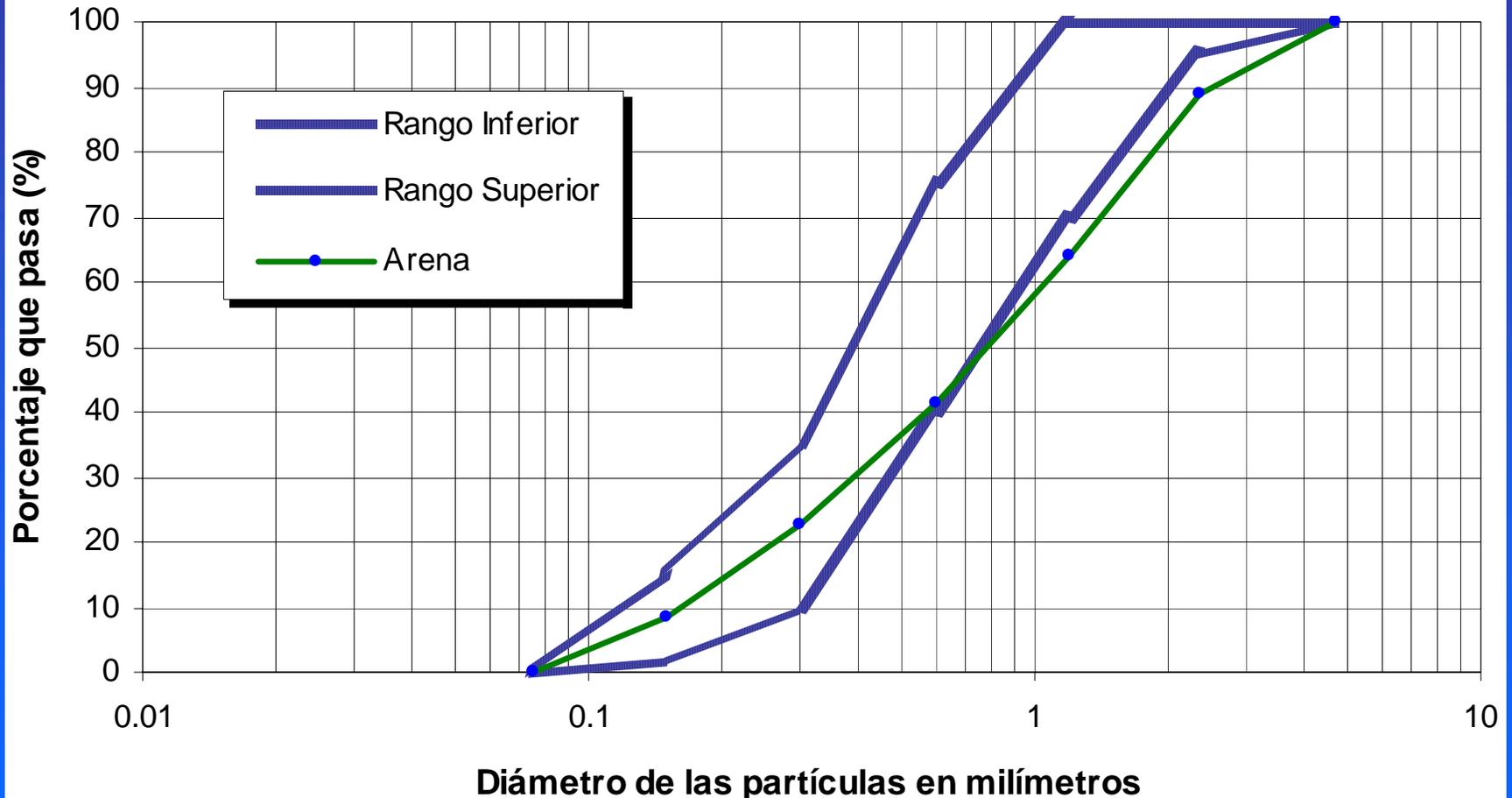




MATERIALES UTILIZADOS

ARENA

GRANULOMETRIA DE LA ARENA





MATERIALES UTILIZADOS

CENIZA VOLANTE

Proveniente de la Central Termoeléctrica de Raipa, Termopaipa

- Propiedades cementantes

- Forma esférica de las partículas

- Economiza costos

<i>Densidad</i>	2.1 gr/cm ³
<i>Finura</i>	4785 m ² /gr
<i>Pérdida de fuego</i>	11%





MATERIALES UTILIZADOS

ADITIVOS

Aditivo expansor: **Intraplast Z**

Aditivo superplastificante: **Sikament NS**

- Como superplastificante (del 0.5% al 1% del peso de cemento)
- Controla la contracción
- Se adiciona al cemento seco
- Como reductor de agua de alto poder (Del 1% al 2% del

peso del cemento)

Densidad 2.37 gr/cm³

- Como economizador de

cemento **Finura** 99.8% pasa tamiz

- Densidad 1.17gr/cm³

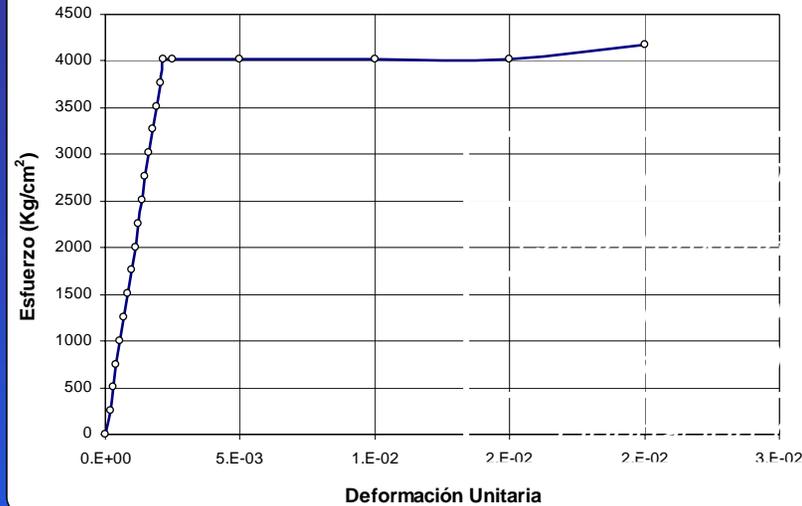
Nº 325



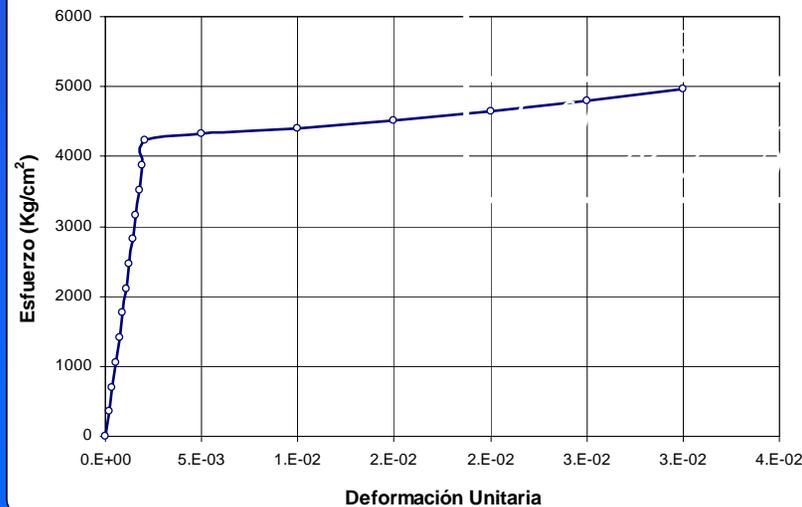


MATERIALES UTILIZADOS

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN VARILLA 5/8"



CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN VARILLA 3/4"



	5/8"	3/4"
(Kg)	11600	15100
mo	5829	5317
(%)	24.35	20.20
(%)	60.94	47.80
idad	188	203
ncia	4020	4225



MEZCLAS DE MORTERO

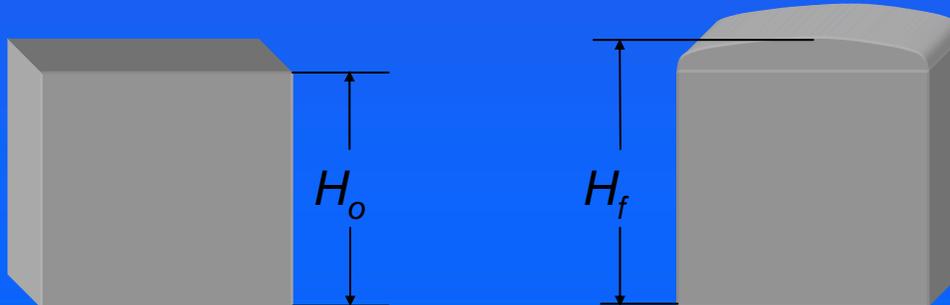
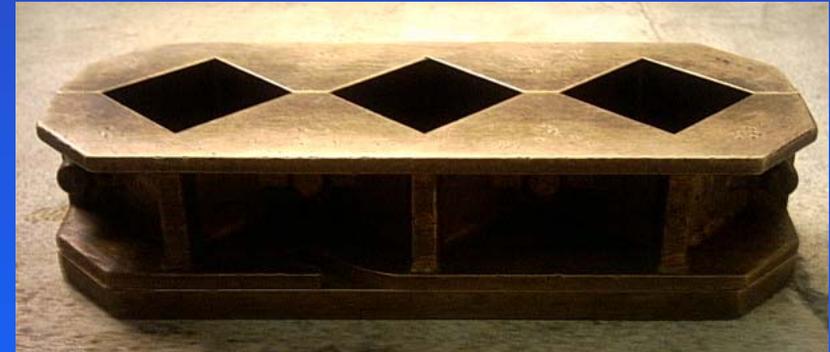
Para la mezcla de relleno se tendrá en cuenta:

Comúnmente los morteros se definen mediante la relación cemento:arena
La resistencia sin tener en cuenta:

La fluidez (medida de la consistencia)

- Resistencia Mezclas secas o duras (80% - 100%)
- Fluidez (depende de la cantidad de agua) Mezclas medias o plásticas (100% - 120%)
 Mezclas fluidas o húmedas (120% - 150%)
- Propiedades físicas de la arena y el cemento

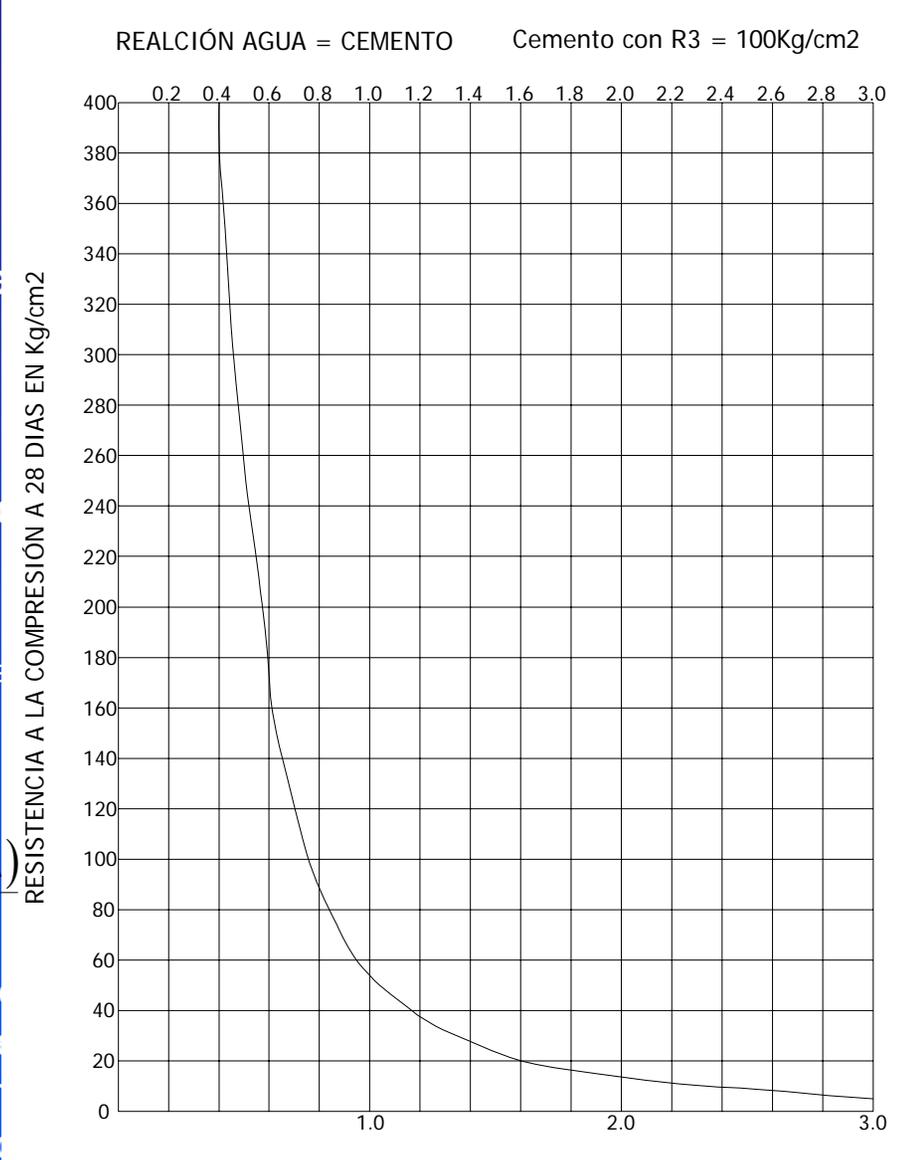
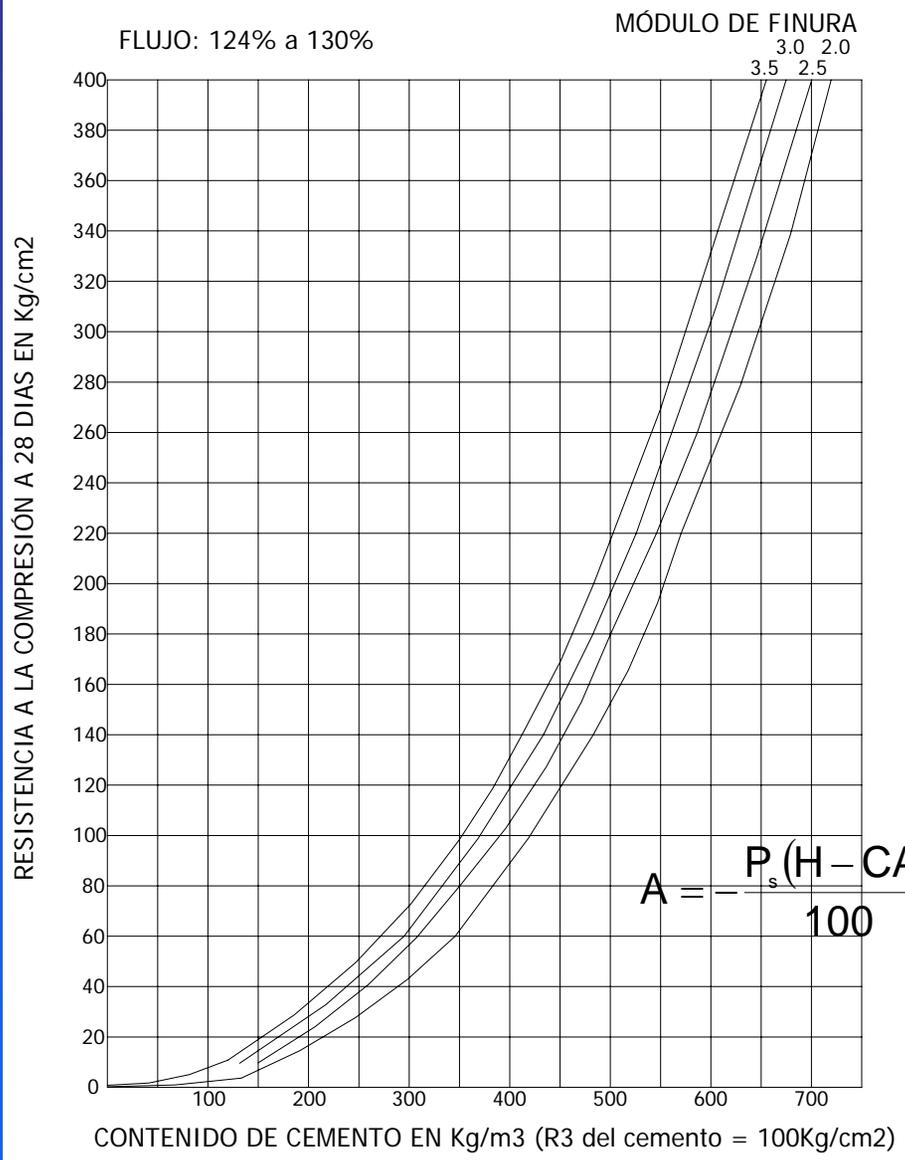
Expansión



$$\% \text{expansión} = \frac{H_f - H_o}{H_o} \times 100$$



MEZCLAS DE MORTERO





MEZCLAS DE MORTERO

Cronología de los ensayos

#	Mezcla No	Cemento	A/C	% Exp.	% Spp.	R ₂₈ Kg/cm ²	% ceniza
1	1A-02-01	1A	0.50	2.00	1.3	250	-
2	1A-02-02	1A	0.50	2.50	1.3	250	-
3	1A-02-03	1A	0.45	3.00	1.3	300	-
4	1A-02-04	1A	0.50	2.50	1.3	250	-
5	1A-02-05	1A	0.52	2.75	1.3	222	-
6	1A-02-06	1A	0.47	3.00	1.3	275	-
7	1A-02-07	1A	0.46	4.00	1.3	302	-
8	1A-02-08	1A	0.40	5.00	1.0	388	-
9	1A-03-01	1A	0.42	4.00	2.0	350	10%
10	1A-03-02	1A	0.42	4.00	2.0	350	20%
11	1A-03-03	1A	0.42	4.00	2.0	350	30%
12	1A-03-04	1A	0.42	4.00	2.0	350	-
13	1A-03-05	1A	0.35	4.00	2.0	400	-
14	1A-03-06	1A	0.38	3.00	2.0	400	-
15	1A-03-07	1A	0.40	3.00	2.0	400	10%
16	1A-03-08	1A	0.42	3.00	2.0	350	20%
17	1A-03-09	1A	0.39	3.00	2.0	400	0%
18	1A-03-10	1A	0.40	3.00	2.0	400	10%
19	1A-03-11	1A	0.42	3.00	2.0	370	20%
20	1A-03-12	1A	0.40	3.00	2.0	400	30%

#	Mezcla No	Cemento	A/C	% Exp.	% Spp.	R ₂₈ Kg/cm ²	% ceniza
21	SA-03-01	SAMPER	0.40	0.00	1.5	380	10%
22	SA-03-02	SAMPER	0.38	1.50	1.5	400	10%
23	SA-03-03	SAMPER	0.36	3.00	1.5	400	10%
R-1	SA-03-04	SAMPER	0.40	0.00	1.5	380	10%
R-2	SA-03-05	SAMPER	0.40	0.00	1.5	380	10%
R-3	SA-03-06	SAMPER	0.40	1.50	1.5	380	10%
R-4	SA-03-07	SAMPER	0.39	3.00	1.5	400	10%

- Primeros resultados: mezclas 1A-02
- Segundos resultados: 1A-03
- Terceros resultados: SA-03



MEZCLAS DE MORTERO

Primeros resultados (1A-02)

A/C = 0.45 – 0.52

% expansor = 2% - 5%

% superplastificante = 1.3%

Sin ceniza

Segundos resultados (1A – 03)

A/C = 0.38 – 0.42

% expansor = 3% - 4%

% superplastificante = 2.0%

% Ceniza = 0%, 10%, 20% y 30%

Terceros resultados (SA – 03)

A/C = 0.36 – 0.40

% expansor = 0%, 1.5%, 3.0%

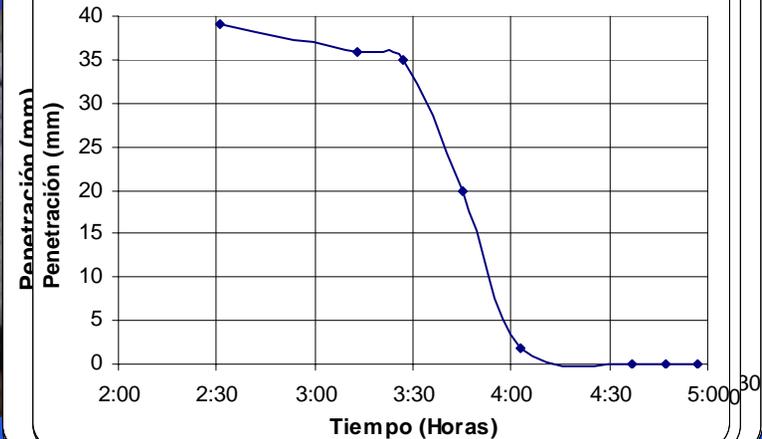
% superplastificante = 1.5%

% Ceniza = 10%

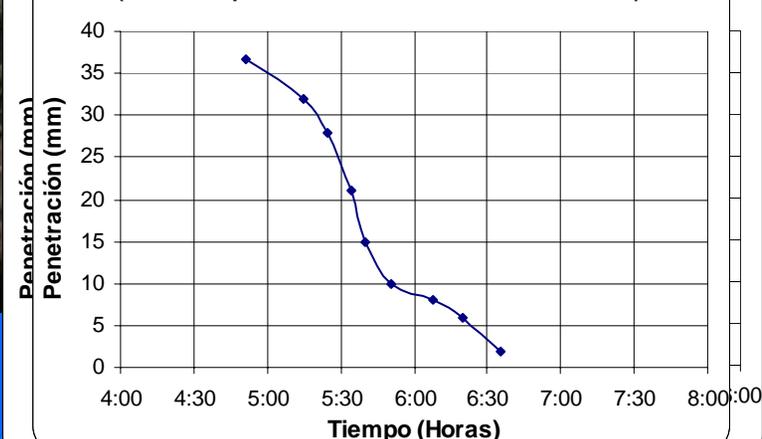
A Máximo en el laboratorio

Tiempos de Fraguado

TIEMPOS DE FRAGUADO - Cemento samper
(Aditivo superplastificante en 1.5%)



TIEMPOS DE FRAGUADO - Cemento samper
(Aditivo expansor en 3% de adición de cemento)





METODOLOGÍA DE RELLENO

Mezclado

- Se pesan las cantidades necesarias (1/4 del volumen total).
- Se introduce y se mezclan la arena y el cemento (con la ceniza y el aditivo expansor).
- Se disuelve el superplastificante en la totalidad del agua de mezclado.
- Se incorpora lentamente el agua con el superplastificante.
- Se mezclan todos los ingredientes durante 5 minutos.
- Se llenan los baldes para luego rellenar los cañutos.





METODOLOGÍA DE RELLENO

Métodos propuestos:

Embudo. Se chuzca el mortero con una varilla.

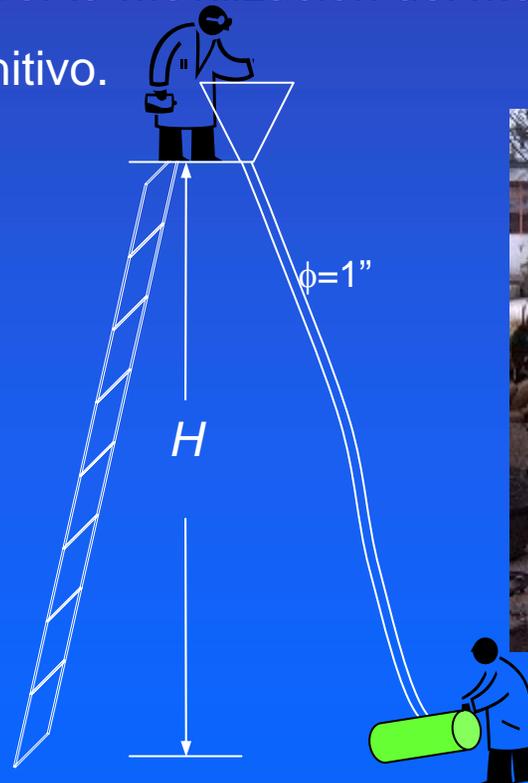
No se garantiza el correcto relleno del cañuto.

Cabeza de presión.

Se tapona a la entrada de la guadua.

Dispendioso por la movilización del mortero.

Inyección. Método definitivo.





METODOLOGÍA DE RELLENO





METODOLOGÍA DE RELLENO





ENSAYO DE LAS UNIONES





ENSAYO DE LAS UNIONES

PROBETAS CON 3.0% DE EXPANSOR		
Número de Probeta	Características de las fisuras	Observaciones
13 E53		*Falla <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
14 E58		Falla <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
15 E59		Falla <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
16 E61		Falla <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sin fisuras
17 E62		Falla <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sin fisuras.
18 E66		Falla <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sin fisuras
19 E71		Falla <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sin fisuras
20 E76		Falla <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
21 R1		Falla <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
22 R7		Falla <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

*El cuadro de falla representa el lugar donde ocurrió, de acuerdo a la figura de la columna central

PROBETAS CON 3.0% DE EXPANSOR		
Número de Probeta	Características de las fisuras	Observaciones
1 E5		*Falla <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2 E9		Falla <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3 E13		Falla <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4 E22		Falla <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sin fisuras
5 E24		Falla <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6 E27		Falla <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sin fisuras
7 E33		Falla <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
8 E44		Falla <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
9 E46		Falla <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
10 E50		Falla <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sin fisuras
11 E51		Falla <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sin fisuras
12 E52		Falla <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sin fisura

*El cuadro de falla representa el lugar donde ocurrió, de acuerdo a la figura de la columna central



RESULTADOS Y ANÁLISIS

Mezclas de mortero

Primeros resultados (1A-02)

Segundos resultados (1A-03)

Terce

Ensayo No	Mezcla No	A/C	Porcentaje de expansor	Porcentaje de Suppl.	R ₂₈ diseño (Kg/cm ²)	% ceniza	Fluidez	%e. pr
1	1A-02-01	0.50	2.00	1.3	250	-	139%	

Ensayo No	Mezcla No	A/C	Porcentaje de expansor	Porcentaje de Suppl.	R ₂₈ diseño (Kg/cm ²)	% ceniza	Fluidez	%expansión promedio	%expansión máxima
21	SA-03-01	0.40	0.00	1.5	380	10%	Spf	0	0
22	SA-03-02	0.38	1.50	1.5	400	10%	10	4.43	4.81
23	SA-03-03	0.36	3.00	1.5	400	10%	98%	7.5	9.01
R-1	SA-03-04	0.40	0.00	1.5	380	10%		0	0
R-2	SA-03-05	0.40	0.00	1.5	380	10%		0	0
R-3	SA-03-06	0.40	1.50	1.5	380	10%		4.15	4.60
R-4	SA-03-07	0.39	3.00	1.5	400	10%		6.65	5.87

18	1A-03-10	0.40	3.00	2.0	400	10%	Spf	-0.06	0.47
19	1A-03-11	0.42	3.00	2.0	370	20%	Spf	0.01	0.43
20	1A-03-12	0.40	3.00	2.0	400	30%	Spf	0.03	0.75

1A-02-03	11	201.1
1A-02-04	3	119.2
1A-02-05	3	87.3
1A-02-06	3	194.1
1A-02-07	3	156.3
1A-02-08	4	158.2

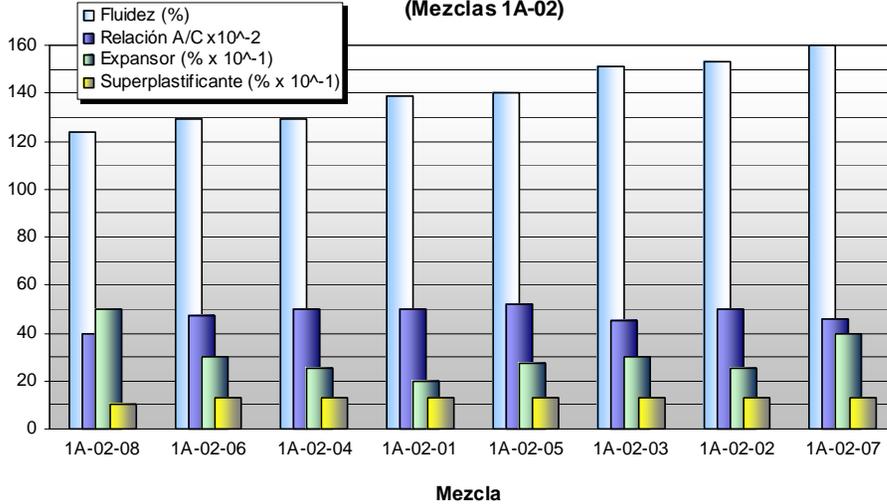
Mezcla	Edad de ensayo (días)	Resistencia (Kg/cm ²)
SA-03-01	1	151.1
	5	283.2
	7	313.3
	30	341.3
SA-03-02	1	100.3
	4	247.3
	8	282.7
	29	320.3
SA-03-03	1	74.5
	4	231.3
	8	226.0
SA-03-04	7	275.3
	21	341.1
	29	389.9
SA-03-05	6	450.4
	21	366.3
	28	412.7
SA-03-06	3	462.8
	8	183.6
	21	275.2
SA-03-07	21	306.9
	2	82.0
	7	199.3
1A-03-12	21	286.8
	13	222.4
	22	241.6
	37	284.7



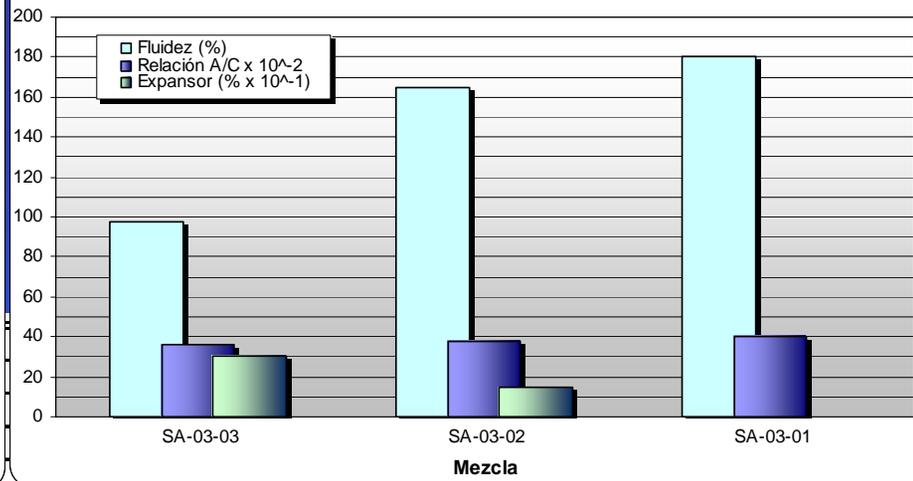
RESULTADOS Y ANÁLISIS

Fluidez

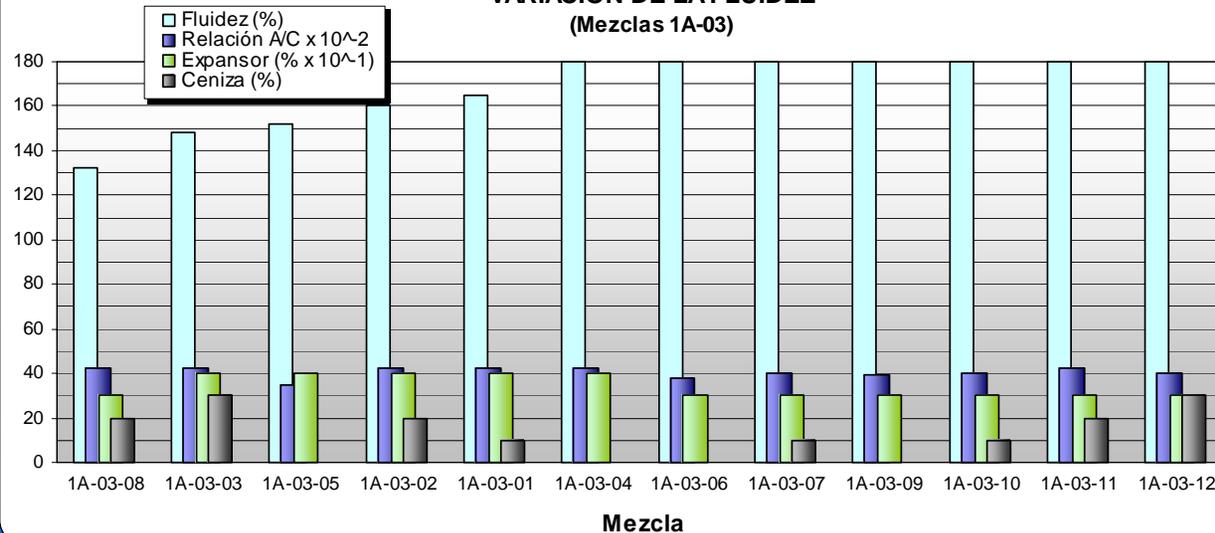
VARIACIÓN DE LA FLUIDEZ
(Mezclas 1A-02)



VARIACIÓN DE LA FLUIDEZ
(Mezclas SA-03)



VARIACIÓN DE LA FLUIDEZ
(Mezclas 1A-03)



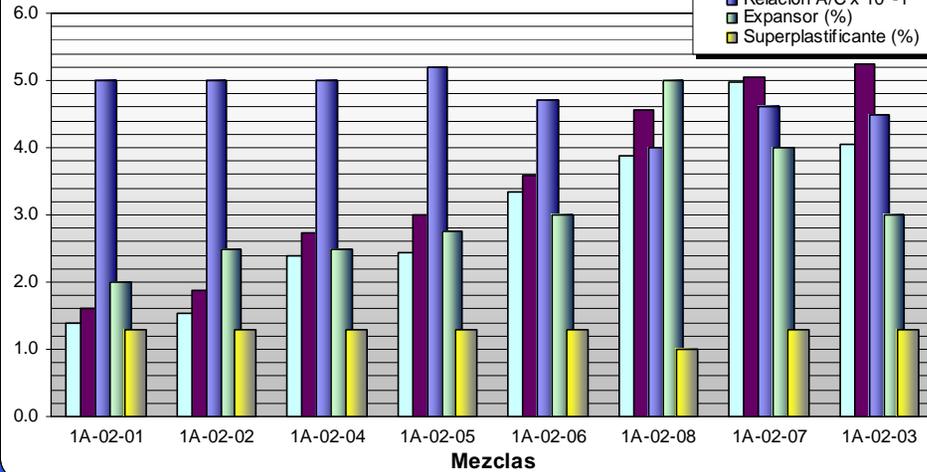


RESULTADOS Y ANÁLISIS

Expansión

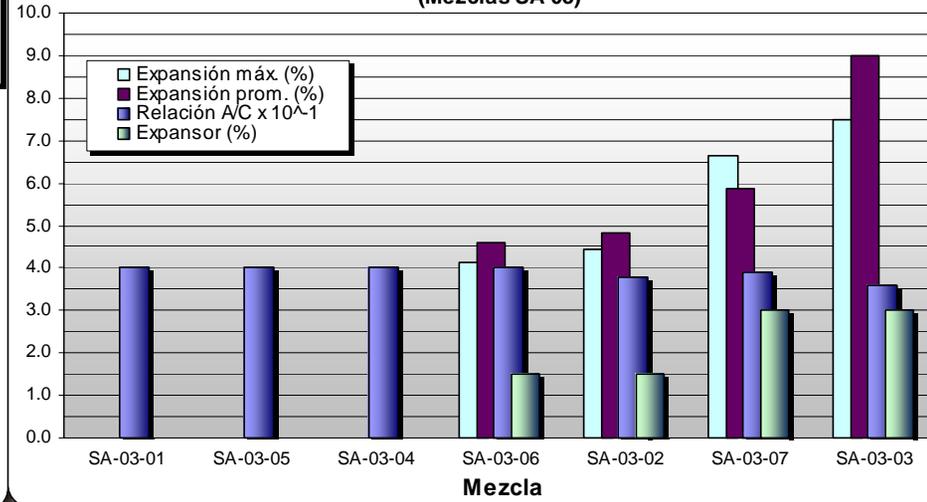
VARIACIÓN DE LA EXPANSIÓN
(Mezclas 1A-02)

- Expansión máx. (%)
- Expansión prom. (%)
- Relación A/C x 10⁻¹
- Expansor (%)
- Superplastificante (%)



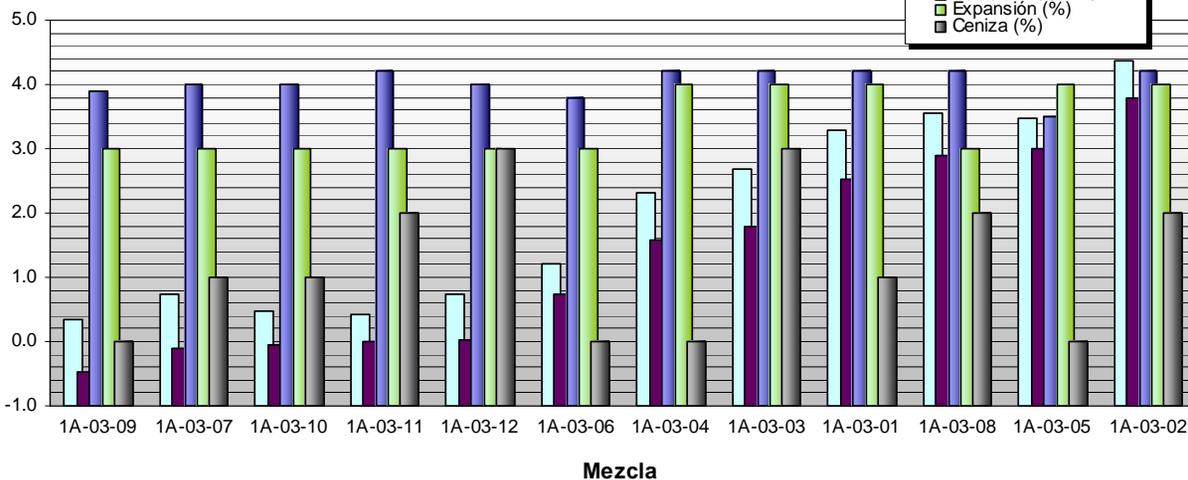
VARIACIÓN DE LA EXPANSIÓN
(Mezclas SA-03)

- Expansión máx. (%)
- Expansión prom. (%)
- Relación A/C x 10⁻¹
- Expansor (%)



VARIACIÓN DE LA EXPANSIÓN
(Mezclas 1A-03)

- Expansión máx. (%)
- Expansión prom. (%)
- Relación A/C x 10⁻¹
- Expansor (%)
- Ceniza (%)





RESULTADOS Y ANÁLISIS

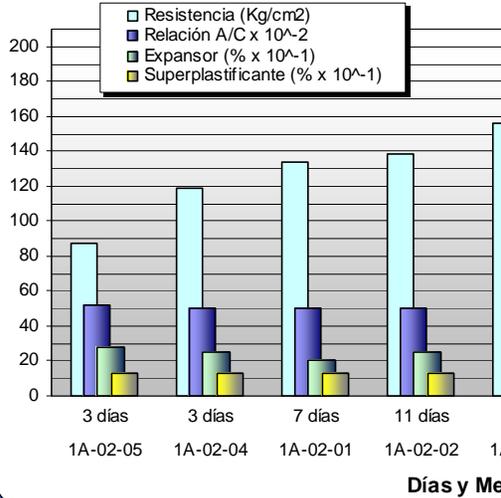
Resistencia

- Falla por desprendimiento de las caras (en principio en la cara donde se presentó la expansión. En algunos casos, luego de desprenderse esta cara, el cubo continuaba recibiendo carga)
- Falla por corte a 45°

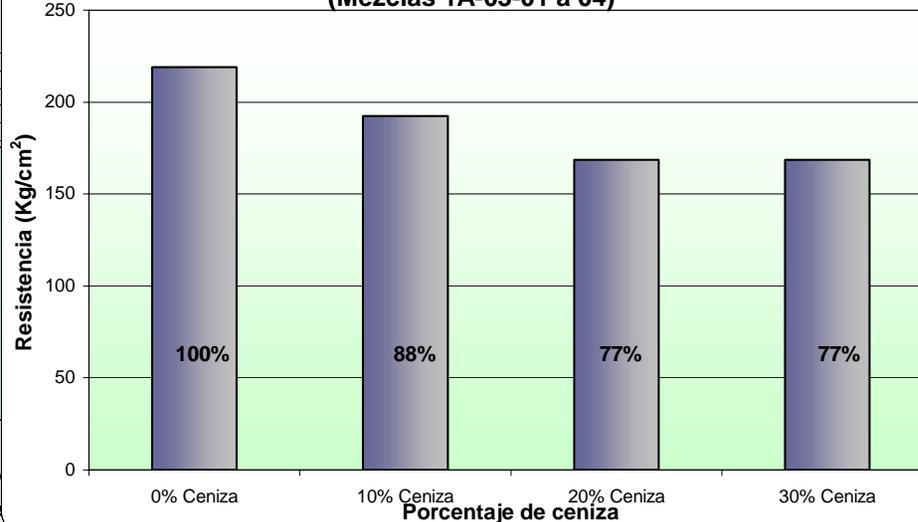


RESULTADOS Y ANÁLISIS

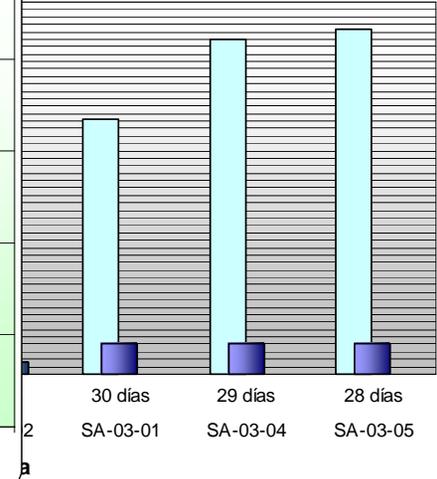
VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA (Mezclas 1A-02-01 a 04)



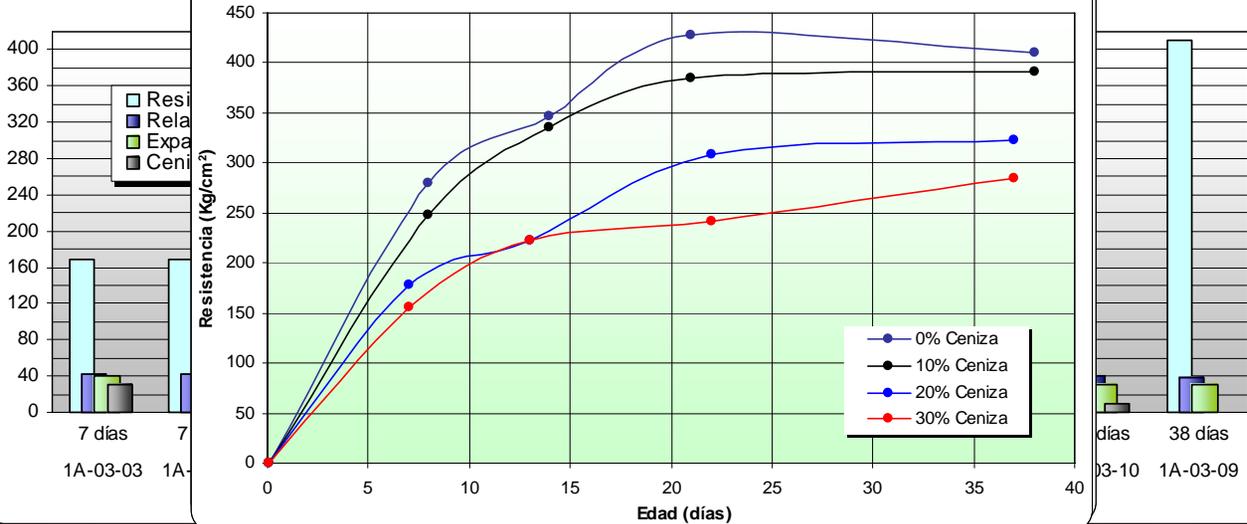
Resistencia vs % de Ceniza (Mezclas 1A-03-01 a 04)



RESISTENCIA vs EDAD (Mezclas SA-03-01 a 05)



RESISTENCIA vs EDAD (Mezclas 1A-03-09 a 12)





RESULTADOS Y ANÁLISIS

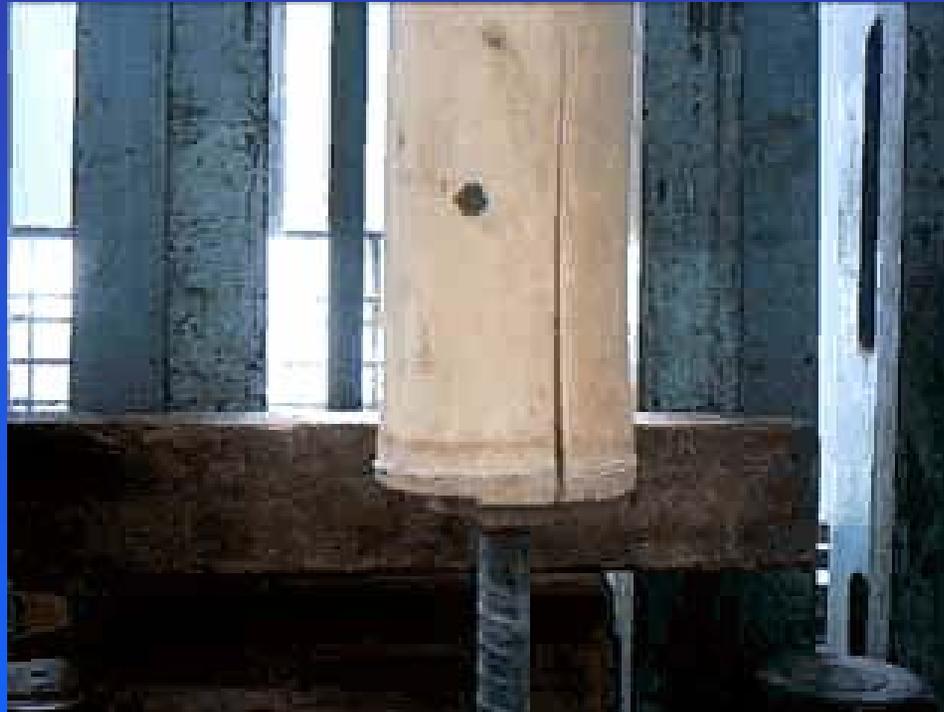
PROBETAS





RESULTADOS Y ANÁLISIS

PROBETAS





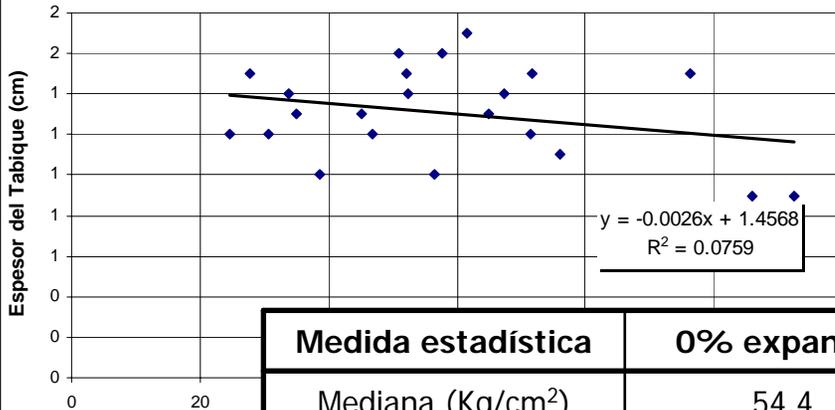
RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.62. DE EXPANSOR										
3,0% DE EXPANSOR										
Dato N°		Longitud Cañuto (cm)	Espesor Pared (cm)	Diámetro externo (cm)	Humedad (%)	Carga de falla (kg)	Diámetro tabique (cm)	Espesor tabique (cm)	Area de corte (cm ²)	Esfuerzo de corte (kg/cm ²)
1	E 5	28.5	1.6	8.2	33.8	2000	7.5	1.2	28.3	70.7
2	E 9	28.1	1.5	7.5	22.3	2100	8.1	1.1	28.0	75.0
3	E 13	24.3	1.8	5.5	21.2	2900	5.3	1.6	26.6	108.9
4	E 22	23.4	1.6	5.8	11.1	1200	5.8	6.0	109.3	11.0
5	E 24	20.0	1.5	7.0	13.3	1600	6.8	1.4	29.9	53.5
6	E 27	23.7	1.8	7.0	36.5	2500	5.7	1.8	32.2	77.6
7	E 33	26.6	1.6	7.0	14.4	1900	6.9	1.3	28.2	67.4
8	E 44	17.0	1.6	7.0	16.4	2100	6.4	1.3	26.1	80.3
9	E 46	19.0	1.7	5.0	17.0	1000	5.5	1.1	19.0	52.6
10	E 50	16.5	1.9	5.5	15.3	1500	5.5	1.2	20.7	72.3
11	E 51	16.3	1.6	5.0	11.5	1400	5.0	0.9	14.1	99.0
12	E 52	19.5	1.5	5.6	11.5	1300	5.5	0.9	15.6	83.6
13	E 53	22.5	1.1	5.1	10.8	1200	5.0	1.0	15.7	76.4
14	E 58	22.1	1.5	6.0	11.4	1400	5.5	1.1	19.0	73.7
15	E 59	18.9	1.5	5.7	11.3	1700	5.1	1.5	24.0	70.7
16	E 61	17.2	1.6	5.2	10.9	1700	5.1	1.0	16.0	106.1
17	E 62	26.5	1.4	6.4	10.9	1400	6.1	0.9	17.2	81.2
18	E 66	19.2	1.6	5.2	10.3	2000	4.8	1.5	22.6	88.4
19	E 71	19.4	1.3	6.7	10.4	1900	6.6	1.4	29.0	65.5
20	E 76	19.9	1.8	4.5	10.4	1400	4.9	1.3	20.0	70.0
21	R 1	19.0	1.5	7.5	14.7	2600	7.5	1.1	25.9	100.3
22	R 7	24.5	1.4	8.1	14.0	2100	7.4	1.1	25.6	82.1
Promedio						1768				75.7
Promedio						1720				77.0

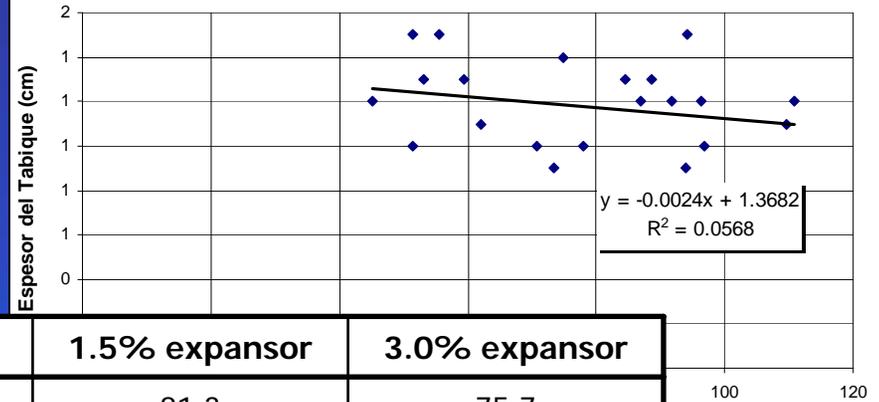


RESULTADOS Y ANÁLISIS

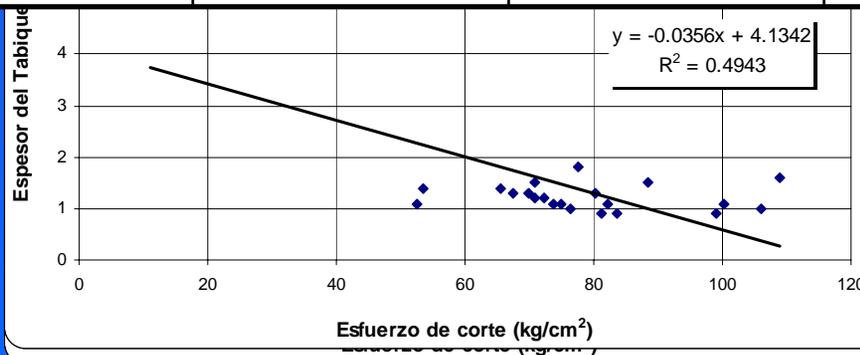
Esfuerzo de Corte vs Espesor del Tabique
(0% Expansor)



Esfuerzo de Corte vs Espesor del Tabique
(1.5% Expansor)



Medida estadística	0% expansor	1.5% expansor	3.0% expansor
Mediana (Kg/cm ²)	54.4	81.3	75.7
Promedio (Kg/cm ²)	58.2	78.1	75.7
Máximo (Kg/cm ²)	112.5	110.9	108.9
Mínimo (Kg/cm ²)	24.6	45.0	11.0
Desv est (Kg/cm ²)	24.2	19.7	20.7





RESULTADOS Y ANÁLISIS

Influencia de la varilla en el momento del ensayo





RESULTADOS Y ANÁLISIS

Análisis de costos

Aditivo		Presentación		Valor	Valor + IVA	Valor por Kg
Unión realizada por Jenny Garzón						
				000,00	\$1.280.640,00	\$5.568,00
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Valor		
Cemento	Kg	1.353	430	582		
Arena	m3	0.002	50000	100		
Varilla rosada de 1/2"	ml	0.15	5900	885		
TOTAL				1567		
		Concepto	Valores			
		Carga	2150			
		Costo	1567			

Unión realizada por César Peña y Hugo Rodríguez				
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Valor
Corte y perforación	u	2	400	800
Conector (arandela)	m2	0.0036	10800	39
Puntilla 1"x1/8"	u	16	10	160
Varilla rosada de 1/2"	m	0.15	5900	885
TOTAL				1884

Unión con mortero y varilla. 3.0% de aditivo expansor				
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Valor
Cemento	Kg	1.463	430	629
Ceniza	Kg	0.163	200	33
Arena	m3	0.001	50000	52
Varilla 5/8"	ml	0.700	1995	1397
Aditivo superplastificante (1.5%)	Kg	0.025	5568	136
Aditivo expansor (3.0%)	Kg	0.049	2204	107
TOTAL				2354

Unión con mortero (Sandra Clavijo y David Trujillo)				
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Valor
Cemento	Kg	1.353	430	581.79
Arena	m3	0.002	50000	100
Varilla lisa 1/4"	ml	0.8	1920	1536
Varilla rosada 5/8"	ml	0.15	7700	1155
TOTAL				3373

Unión con mortero y varilla. 3.0% de aditivo expansor				
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Valor
Cemento	Kg	1.463	430	629
Ceniza	Kg	0.163	200	33
Arena	m3	0.001	50000	52
Varilla 3/4"	ml	0.700	2978	2085
Aditivo superplastificante (1.5%)	Kg	0.025	5568	136
Aditivo expansor (3.0%)	Kg	0.049	2204	107
TOTAL				3042

Unión con lámina (Sandra Clavijo y David Trujillo)				
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Valor
Lámina cold-rolled calibre 22	m2	0.06	10800	648
Tornillo 1/4" longitud 1"	u	12	90	1080
Varilla rosada 5/8"	ml	0.15	7700	1155
TOTAL				2883



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✦ Las mezclas de mortero de relleno pueden llegar a ser lo suficientemente fluidas y resistentes.
- ✦ Las propiedades plastificantes del aditivo expansor no influyen mucho en la fluidez.
- ✦ El uso de ceniza volante hace menos costosa la mezcla, reduce la fluidez y la resistencia alrededor de un 12% para un 10% de reemplazo.
- ✦ El aditivo expansor produce un aumento de volumen hasta un valor del orden del 9%.
- ✦ La expansión en el mortero no hace que haya un aumento considerable en la resistencia de la unión debido a la capa interna de las paredes internas de la guadua.
- ✦ Al haber tenido en cuenta el uso adecuado de los materiales, se puede decir que los problemas en las mezclas son debidos a los materiales utilizados.
- ✦ No es necesario dejar fraguar 28 días el mortero para las uniones rellenas, ya que no hay mucha diferencia entre la resistencia obtenida a 21 días e incluso a 14 días.
- ✦ El método de inyección utilizado resulta efectivo, viéndose en la compacidad del mortero dentro de la guadua, quedando bien rellenos los entrenudos.
- ✦ Se pueden utilizar huecos menores de 1" en la guadua para rellenarla con mortero.
- ✦ El relleno de mortero produce fisuras debido al fraguado del mortero por la hidratación del cemento.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

✦ Al usar este tipo de unión se recomienda:

Usar aditivo superplastificante en un porcentaje de 1% de contenido de cemento.

Garantizar contenidos de cemento alto y relaciones A/C entre 0.4 y 0.5

Una relación cemento:arena 1:2 verificada en el diseño

Un porcentaje de ceniza máximo de 10% como reemplazo del cemento

Un porcentaje de aditivo expansor entre 2% y 3% de contenido de cemento

Usar varilla N°4, al menos que varíen las características de la unión

El esfuerzo de corte de los tabiques, aplicando el límite de exclusión del 5% es de 51.3Kg/cm².

✦ La resistencia de la unión depende de muchos factores que dependen de las propiedades físicas de la guadua. Debido a la dispersión de datos no se sabe a ciencia cierta que factores afectan más que otros.

✦ LA UNION EN GUADUA CON MORTERO DE RELLENO Y VARILLA NO ES VIABLE, al menos que se le hagan algunos cambios (abrazaderas para zunchar los nudos o pasadores para lograra que actúen conjuntamente el tabique y las paredes de la guadua)

A scenic view of a mountain valley with a river and a small town, overlaid with the text "¡MUCHAS GRACIAS!". The background shows a vast landscape with green hills, a winding river, and a small town nestled in a valley. The sky is filled with white clouds, and the overall atmosphere is bright and clear.

**¡MUCHAS
GRACIAS!**

Ing. Edwin Helí Flórez Forero
email: ehflorezf@unal.edu.co