



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Mendoza

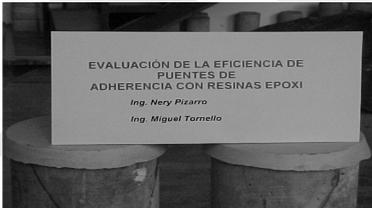
Curso de Postgrado:
***PATOLOGIA Y TERAPIA DE LAS
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN***
PROF. DISERTANTE: DR. PAULO DO LAGO HELENE

1



**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE
PUENTES DE ADHERENCIA CON
RESINAS EPOXI**

ELABORARON: ING. NERY PIZARRO
 ING. MIGUEL E. TORNELLO



2

OBJETIVOS DEL TRABAJO:

- Comprobar mediante ensayos la eficiencia de puentes de adherencia para unir hormigones de distintas edades, realizados con resinas epoxi.
- Comprobar las características, enunciadas por el fabricante, del producto utilizado.
- Comprobar si existe diferencia entre aplicar el puente de adherencia en superficies secas o húmedas.

3

PARA REPARAR ESTRUCTURAS DAÑADAS, EN MUCHOS CASOS SE HACE NECESARIO REALIZAR PUENTES DE ADHERENCIA:

- *Materiales a base de Cemento.*
- *Materiales con aglomerantes orgánicos a base de polímeros termoestables (resinas epoxi, resinas poliéster, poliuretano, etc)*
- *Materiales con Aglomerantes mixtos, formados por cementos portland y polímeros termoplásticos.*

4

METODOLOGÍA DEL ENSAYO

- Ensayos a compresión sobre probeta cilíndrica de \varnothing 150mm y altura 300 mm.
- Corte en junta diagonal en la probeta (*slant shear test*), con ángulo de 60° .
- Se ensayaron dos probetas, una con sup. seca y otra con sup. húmeda, después de haber estado sumergida 48 horas en agua.



5

EL ESTADO DE TENSIONES EN LA INTERFACE, COMBINA TENSIONES NORMALES Y TANGENCIALES, DICHA METODOLOGÍA DE ENSAYO PRESENTA LAS SIGUIENTES VENTAJAS:

- *El estado de tensión es representativo de situaciones reales de reparación.*
- *El método es sensible a la resistencia que presenta la junta a la adherencia.*
- *Ensayo simple de realizar.*
- *Facilidad de simular situaciones reales de reparación.*

6

PREPARACIÓN DE LAS SUPERFICIES DE LAS JUNTAS:

- Limpieza de la Superficie con cepillo de acero.
- Extracción del polvo suelto en la superficie.
- Aplicación de la resina epoxi.



7

APLICACIÓN DE LA RESINA EPOXI:

- En ambas superficies (seca y húmeda), la resina fue aplicada con espátula (puede ser también a pincel) adecuadamente esparcida sobre la superficie y cubriendo la totalidad de la misma.



8

CARACTERISTICAS Y USOS DE LA RESINA EPOXI UTILIZADA (SIKADUR 32 GEL):

- Base de resinas epoxídicas modificadas sin solventes de 2 componentes.
- Adhiere hormigones y morteros endurecidos con otros frescos.
- Adhiere distintos materiales (hierro, madera, etc) al hormigón o mortero.



9

TENSIONES EN LA JUNTA:

- Si la adherencia en la junta es eficiente, las tensiones a lo largo de la misma son transmitidas por una combinación entre cohesión y fricción.
- Si la adherencia es eficiente, la rotura puede ocurrir de dos maneras:
 - *Rotura Monolítica.*
 - *Rotura Diagonal próxima a la junta.*

10

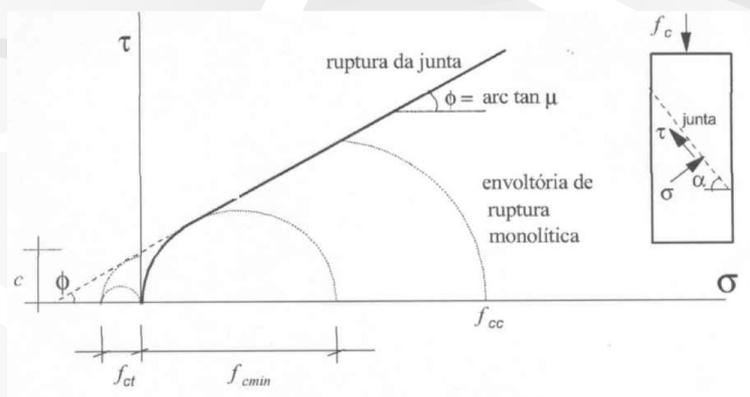
- Cuando la adherencia es satisfactoria, el estado de tensión en la junta resulta ser una distribución irregular de tensiones de corte, tracción y compresión. *Es un estado de tensión complejo y altamente influenciado por el espesor del adhesivo.*
- La resistencia última, puede estimarse utilizando el criterio de Coulomb:

$$t = c + m s$$

$$f_c = c (1 + \operatorname{tag} a) / \operatorname{tag} a - m$$

11

- Estas expresiones pueden ser representadas gráficamente. La recta inclinada separa dos formas de falla :
 - **Rotura en Coincidencia con la Junta**
 - **Rotura Monolítica.**



12

- Las Tensiones últimas de corte y normal en la interfase, pueden ser expresadas en término de la resistencia a compresión de la probeta (f_c) y de la inclinación (a)de la junta diagonal:

$$s = f_c \cos^2 a$$

$$t = f_c \operatorname{sen} a \operatorname{cosec} a$$

13

FASE EXPERIMENTAL:

- Se ensayaron 2 probetas compuestas con hormigón antiguo y nuevo.
- Se ensayaron 3 probetas con hormigón de referencia.



14

Características de las Mezclas Utilizadas:

MEZCLA (c:a:p)	IDENTIF.	PROP. AGREG. (1:m)	a/c	ASENTAM. (mm)	CONSUMO CEMENTO	fc (28 días) Mpa
1:3,32:3,68	M2	1:07	0,73	100+/-20	269 Kg	21,5

Resultados de los Ensayos a Compresión sobre Probetas cilíndricas:

PROBETA	CARACTERISTICA	PESO PROBETA (kg)	CARGA AXIAL DE ROTURA (t)
1	Con Junta Seca	12,40	31,0
2	Con Junta Húmeda	12,40	24,0
3	Referencia Hormigón nuevo	12,20	39,0
4	Referencia (1) Hormigón Antiguo	12,60	56,5
5	Referencia (2) Hormigón Antiguo	12,60	54,5

15

- Las fallas de las probetas con hormigón compuesto, en ambos casos se produjeron en coincidencia con la junta.
- La falla de las probetas elaboradas con hormigón de referencia se produjeron por un agotamiento de su capacidad a compresión.



16

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS:

- Según KRIEHG: Si las probetas compuestas arrojan valores de resistencia (f_c/f_{cc}) por encima del 90%, la adherencia puede considerarse satisfactoria, y su comportamiento se caracteriza por un hormigón monolítico.
- Utilizando el criterio de Coulomb modificado. Se calculan las tensiones normales y tangenciales en la interface de la junta inclinada, y se analiza la posición relativa de los puntos de coordenadas ($s-t$), en relación a rectas de envolventes.

17

1) Análisis utilizando el Criterio de KRIEHG:

- Se obtuvieron, de los ensayos, la resistencia a compresión de las probetas compuestas (f_c) y las del hormigón de referencia (f_{cc}):

PROBETA	CARACTERISTICA	CARGA ROTURA (t)	f_c Mpa	f_{cc} Mpa	f_c/f_{cc} (Prob.1)	f_c/f_{cc} (Prob.2)
1	Con Junta Seca	31	17,54			
2	Con Junta Húmeda	24	13,58			
3	Referencia Hormigón nuevo	39		22,07	0,795	0,615
4	Referencia (1) Hormigón Antiguo	56,5		31,97	0,548	0,425
5	Referencia (2) Hormigón Antiguo	54,5		30,84	0,569	0,440

18

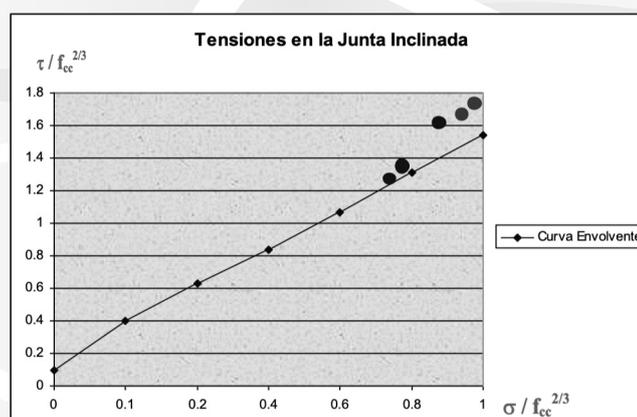
2) Utilizando el Criterio de Coulomb modificado:

- La unión será considerada eficiente si los puntos cuyas coordenadas dadas por las tensiones últimas normales y tangenciales si sitúan por encima de la recta envolvente propuesta por Clímaco:

PROB.	CARACTERISTICA	N rot. (t)	fc Mpa	fcc Mpa	s Mpa	t Mpa	s /fcc ^{2/3} (Prob.1)	t /fcc ^{2/3} (Prob.1)	s /fcc ^{2/3} (Prob.2)	t /fcc ^{2/3} (Prob.2)
1	Junta Seca	31	17,54		4,38	7,59				
2	Junta Húmeda	24	13,58		3,39	5,88				
3	Ref. H° Nuevo	39		22,07			1,20	2,08	0,93	1,60
4	Ref. (1) H° Ant.	56,5		31,97			0,94	1,62	0,73	1,25
5	Ref. (2) H° Ant.	54,5		30,84			0,96	1,66	0,74	1,29

19

- Recta envolvente propuesta por Clímaco, con las tensiones en la junta inclinada (s-t), relativas a la resistencia del hormigón (fcc^{2/3}), para junta seca y húmeda. (Junta Seca - Junta Húmeda)



20

CONCLUSIONES:

- Las probetas ensayadas con puentes de adherencia, arrojaron valores reducidos de resistencias relativas medias de compresión y corte. Se obtuvieron valores máximos de ($f_c/f_{cc}=0.80$) para junta seca y valores mínimos de ($f_c/f_{cc}=0.45$) para junta húmeda.
- La eficiencia del puente de adherencia fue mayor en el caso en que la resina epoxi fue aplicada sobre una superficie seca, que en una superficie húmeda.

21

- Utilizando el criterio de Coulomb modificado, la eficiencia de las juntas fueron satisfactorios, aspecto que no pudo demostrarse con el criterio de Kriehg.
- Las dos probetas ensayadas con hormigón compuesto, soportaron una menor carga axial de rotura que las probetas elaboradas con hormigón de referencia, tanto del antiguo como del nuevo hormigón.
- La falla se produjo justo por la junta y no debido a una rotura del hormigón (rotura monolítica), lo que indica que la adherencia ha sido insuficiente.

22

- No fue posible verificar las afirmaciones del fabricante en los siguientes aspectos:
 - *En cuanto a que el producto utilizado actúa sobre superficies secas o húmedas, desarrollando su resistencia en forma paralela a la del hormigón nuevo, debido a que precisamente la falla se produjo en coincidencia con la junta.*
 - *En cuanto a que el producto utilizado permite uniones monolíticas en general, dado a que la rotura no se produjo en el hormigón, sino por la junta.*

23

- Dada la diferencia de los resultados, utilizando los dos criterios de verificación, es necesario realizar un mayor número de ensayos.
- Los ensayos fueron realizados, en los dos casos analizados, limpiando las superficies con cepillos de acero. Sería conveniente realizar nuevos ensayos, con superficie piqueteada y con agregado grueso expuesto.

24

El Grupo de trabajo agradece vuestra atención!!!!!!! Y esperamos haya sido de vuestro interés:

FIN

