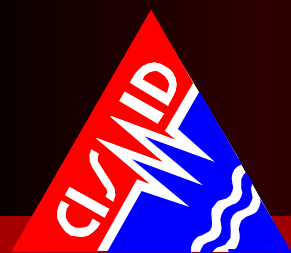


CURSO ALEMANIA-MÉXICO-PERÚ: “REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS”

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO EN MUROS DE MAMPOSTERÍA

Dr. Ing. Carlos Zavala

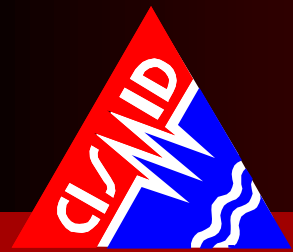


**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES – CISMID
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA LIMA-PERU**



ENSAYOS DE CONTROL CALIDAD DE LA MAMPOSTERIA

Ensayo de Pilas





Especimen	Dimensiones			P rotura (kg)	f'm (kg/cm2)
	h (cm)	L (cm)	a (cm)		
PILA 1	41	23	12.5	19860	69.08
PILA 2	41	23	12.5	26875	93.48
PILA 3	41	23	12.5	21350	74.26
Promedio					78.94



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



Estado Final de las Pilas



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



Recomendaciones de NTE-070

TABLA 9 (**) RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (kg / cm²)				
Materia Prima	Denominación	UNIDAD f'_b	PILAS f'_m	MURETES v'_m
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Sílice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

(*) Utilizados para la construcción de Muros Armados.

(**) El valor f'_b se proporciona sobre área bruta en unidades vacías (sin grout), mientras que las celdas de las pilas y muretes están totalmente rellenas con grout de $f'_c = 13,72 \text{ MPa}$ (140 kg/cm²). El valor f'_m ha sido obtenido contemplando los coeficientes de corrección por esbeltez del prisma que aparece en la Tabla 10.



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



Ensayo de Mortero usado

Especimen Mortero				Protura kg	kg/cm2 fc
	L(cm)	a(cm)	h(cm)		
MURO3	5	5	5	4100	164.0
MURO2	5	5	5	4140	165.6
MURO2	5	5	5	4910	196.4
MURO2	5	5	5	5150	206.0
MURO3	5	5	5	5440	217.6
MURO3	5	5	5	4650	186.0
MURO3	5	5	5	1920	76.8
MURO3	5	5	5	1810	72.4



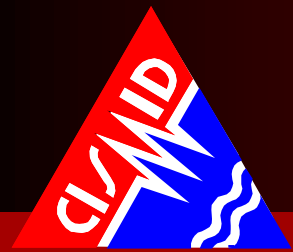
**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**





ENSAYOS DE SIMULACION DEL COMPORTAMIENTO

ENSAYO DE MUROS



Muros Ensayados

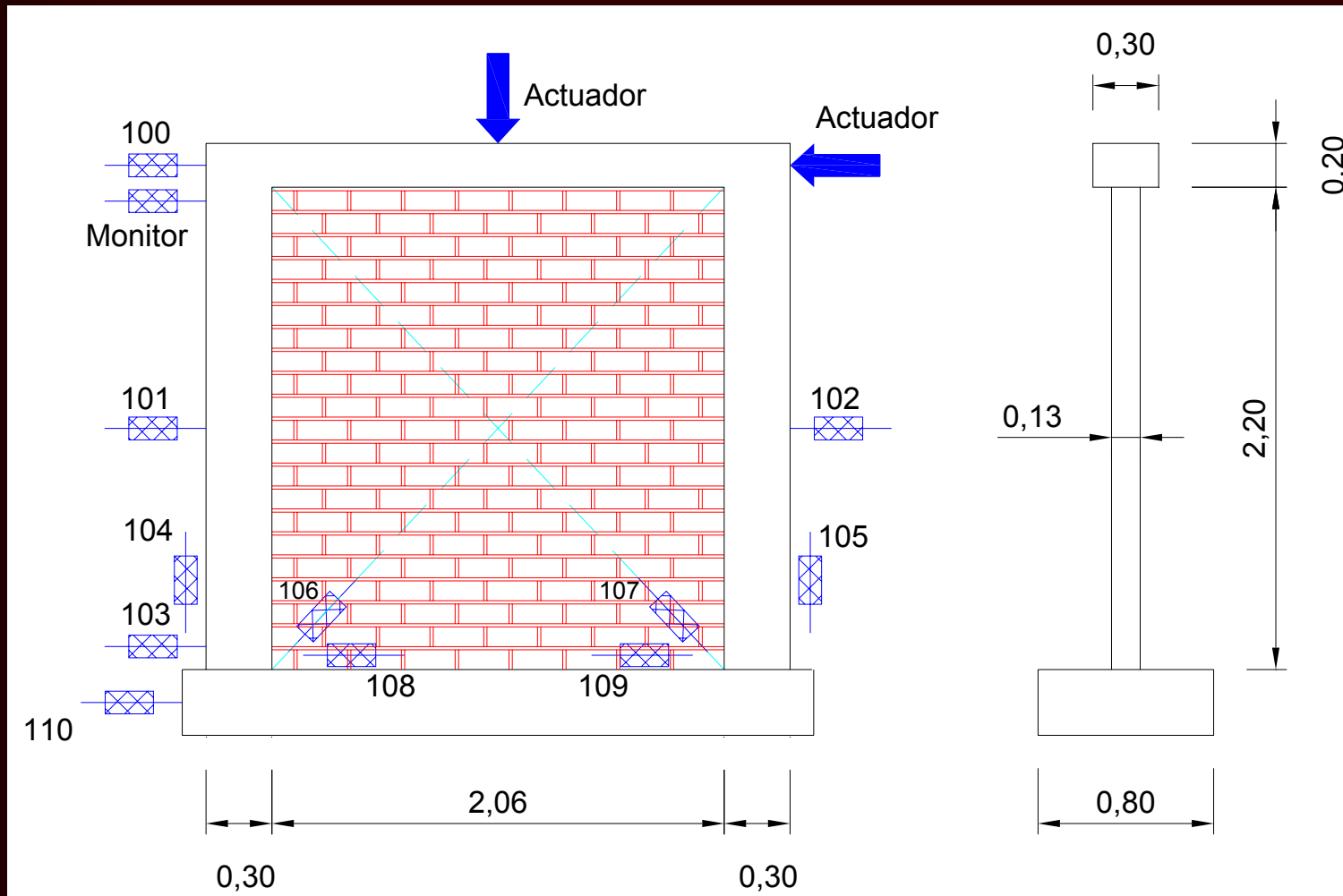
Espécimen	Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Refuerzo Vertical	Refuerzo Horizontal	Estribos	Observación
MURO-01	13	260	240	4Ø ½"	4Ø ½"	φ ¼"@20	Patron
MURO-02	13	260	240	4Ø 3/8"	4Ø 3/8"	φ ¼"@20	Patron
MURO-03	13	260	240	8Ø 8.3 mm	8Ø 8.3 mm	22 φ 5.5@20	Rep.
MURO-04	13	260	240	8Ø 8.3 mm	8Ø 8.3 mm	22 φ 5.5@20	Rep.
MURO-05	13	260	240	8Ø 8.3 mm	8Ø 8.3 mm	22 φ 5.5@20	Rep.
MURO-06	13	260	240	4Ø 8.5 mm	4Ø 8.5 mm	22 φ 5.5@20	Rep.
MURO-07	13	260	240	4Ø 8.5 mm	4Ø 8.5 mm	22 φ 5.5@20	Rep.
MURO-08	13	260	240	4Ø 8.5 mm	4Ø 8.5 mm	22 φ 5.5@20	Rep.



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



Configuración del Ensayo



N=8.7 t.
V= Ciclico



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



Patrones de Distorsión

Numero de Ciclo	Distorsión Angular
1	1/ 4000
2	1/ 2000
3	1/ 1000
4	1/ 500
5	1/ 333
6	1/ 250
7	1/200
8	1/166
9	1/142
10	1/125
11	1/111
12	1/100



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



Construcción de muros



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



Muro – 1



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



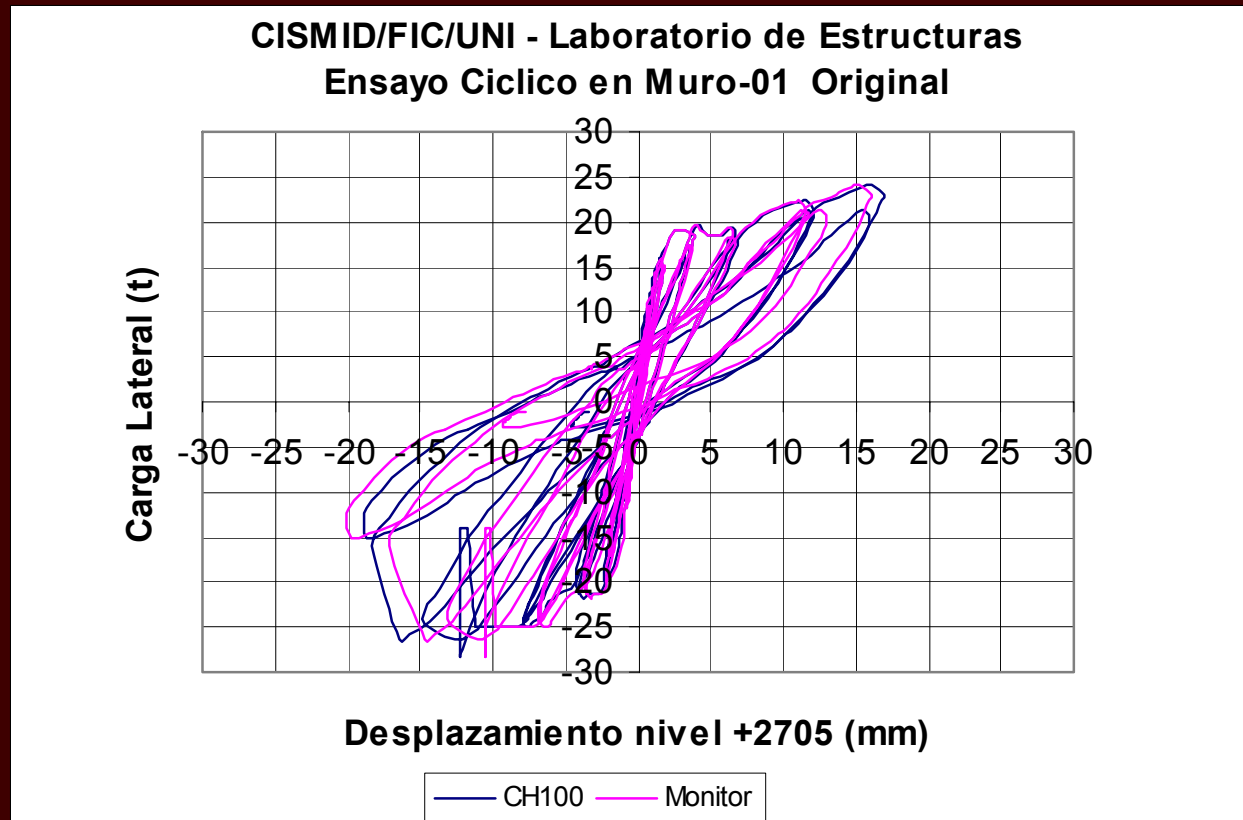
Muro – 1



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



Curva Histerética del Muro – 1

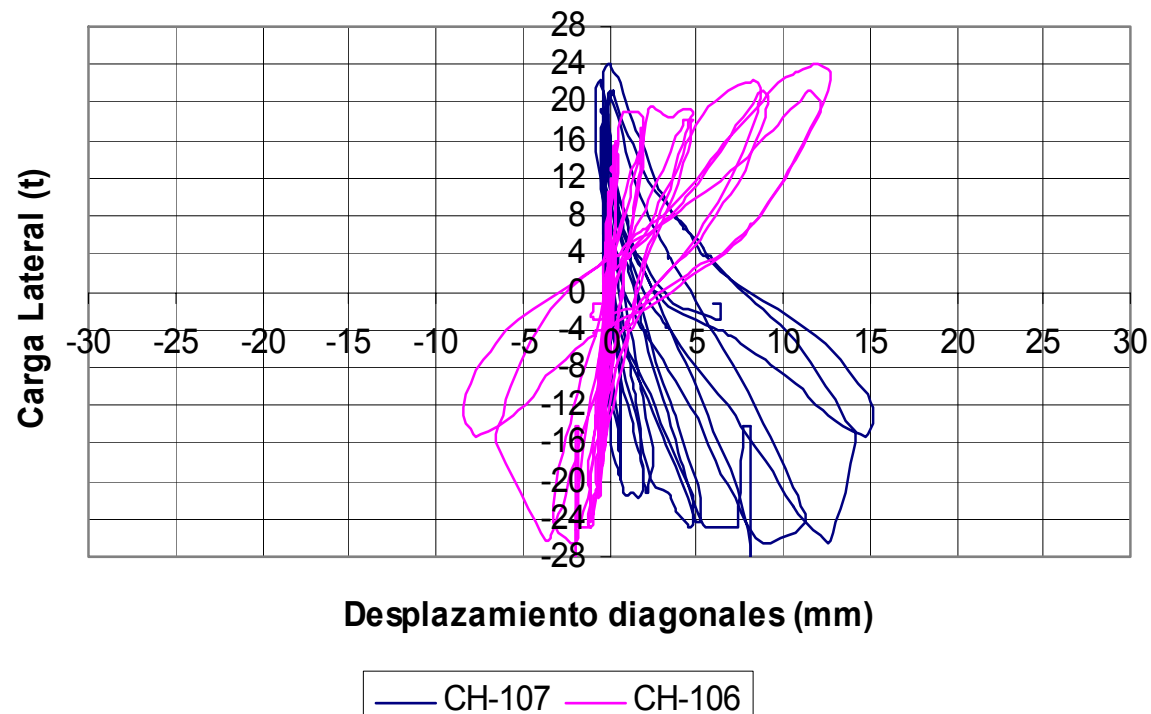


**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



Desplazamiento en diagonales Muro – 1

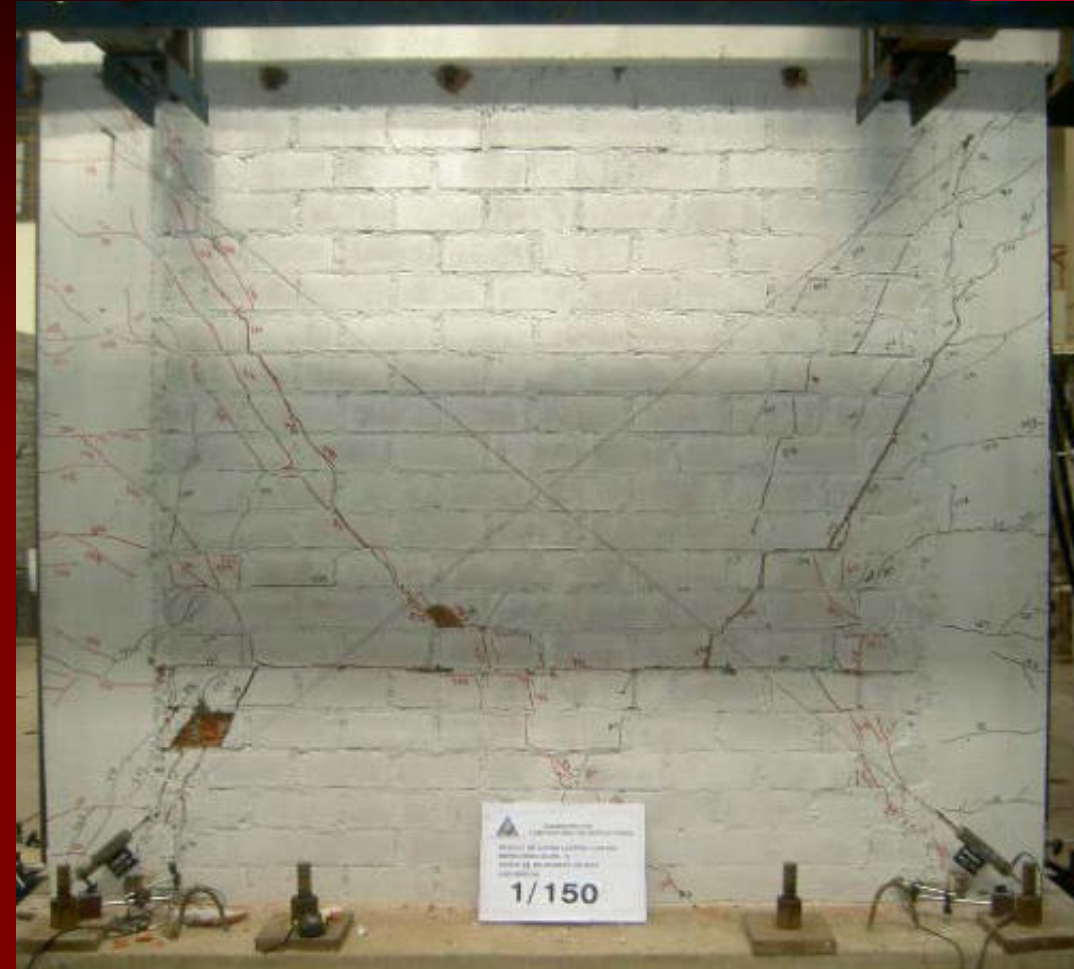
CISMID/FIC/UNI - Laboratorio de Estructuras
Ensayo Ciclico en Muro-01 Original



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



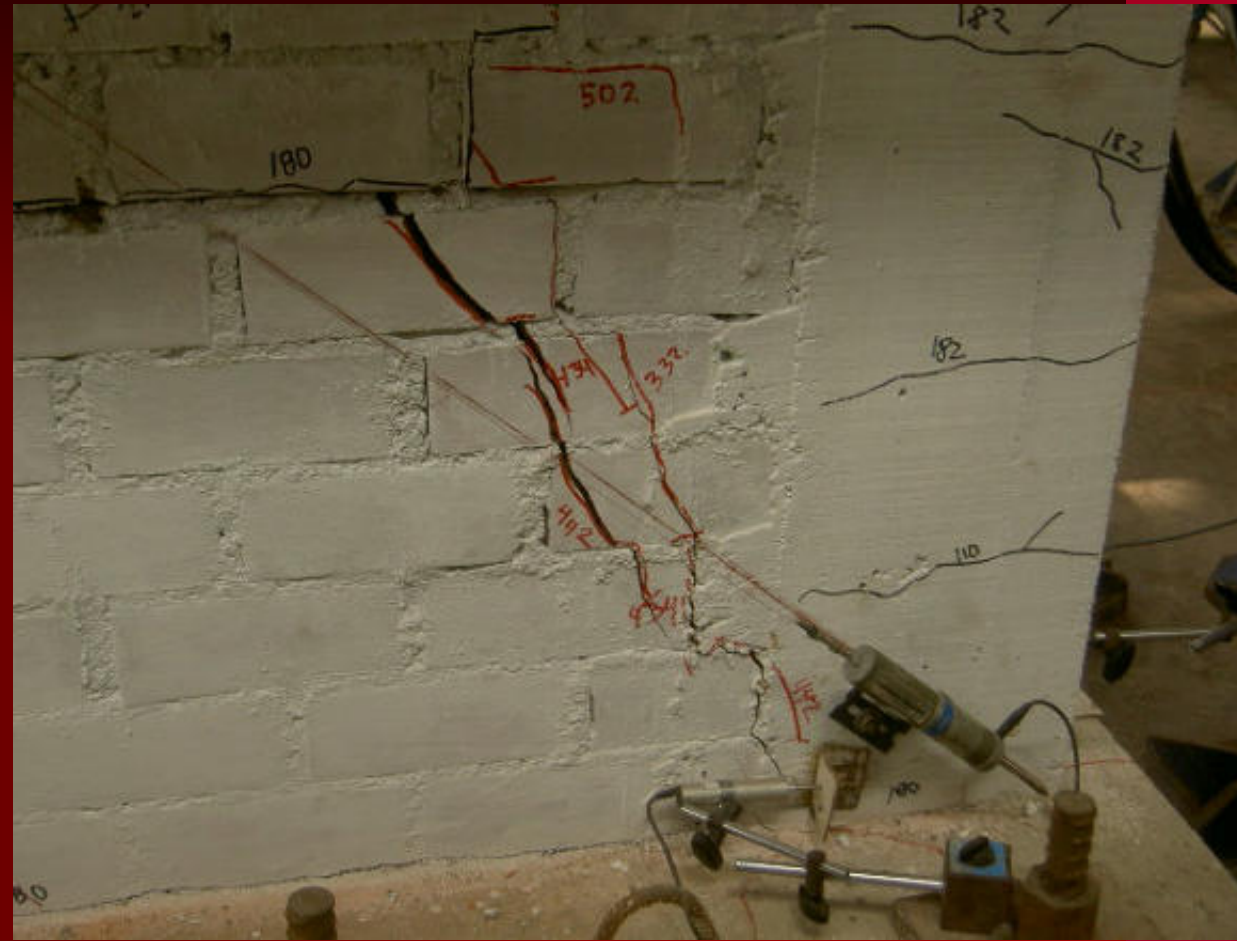
Muro - 2



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



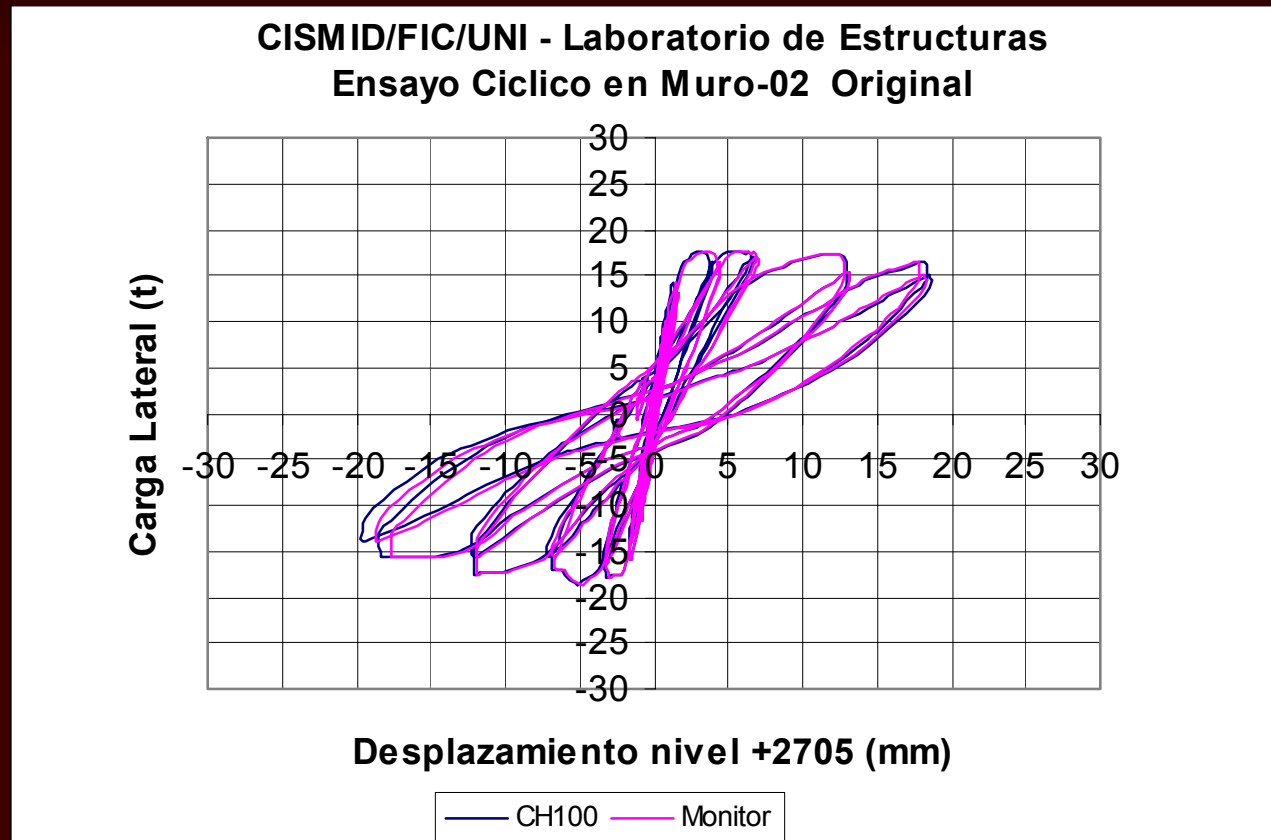
Muro - 2



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



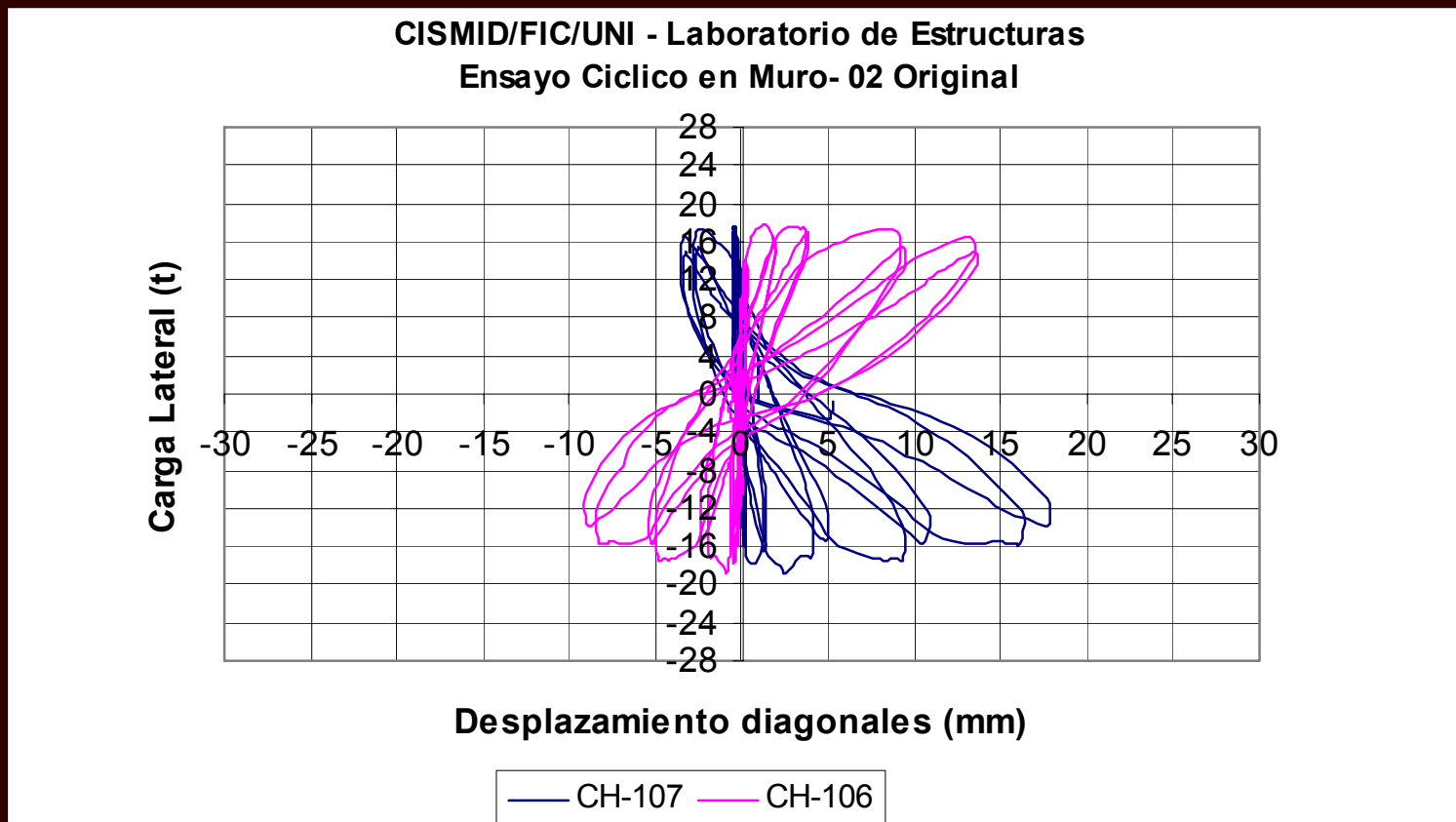
Curva Histerética del Muro – 2



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



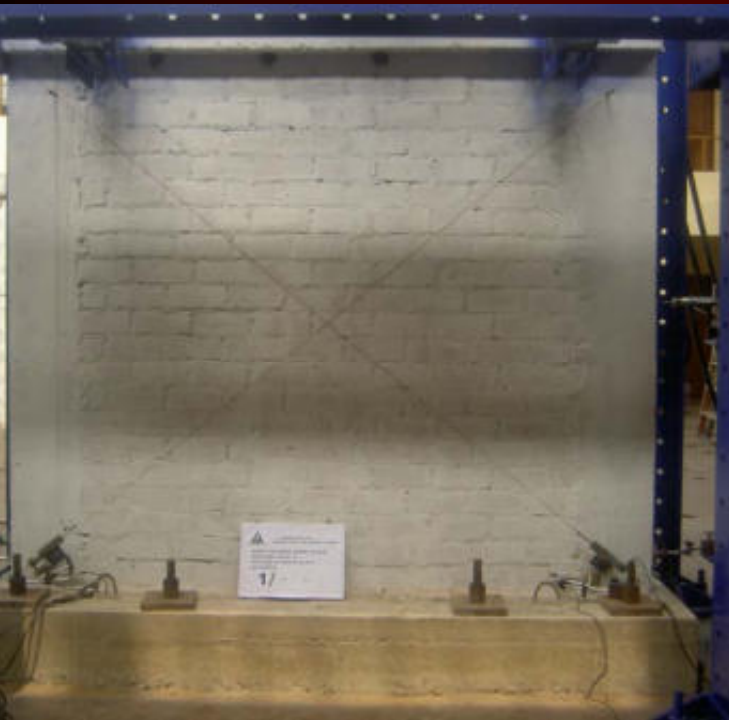
Desplazamiento en diagonales Muro – 2



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



Muro - 3



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



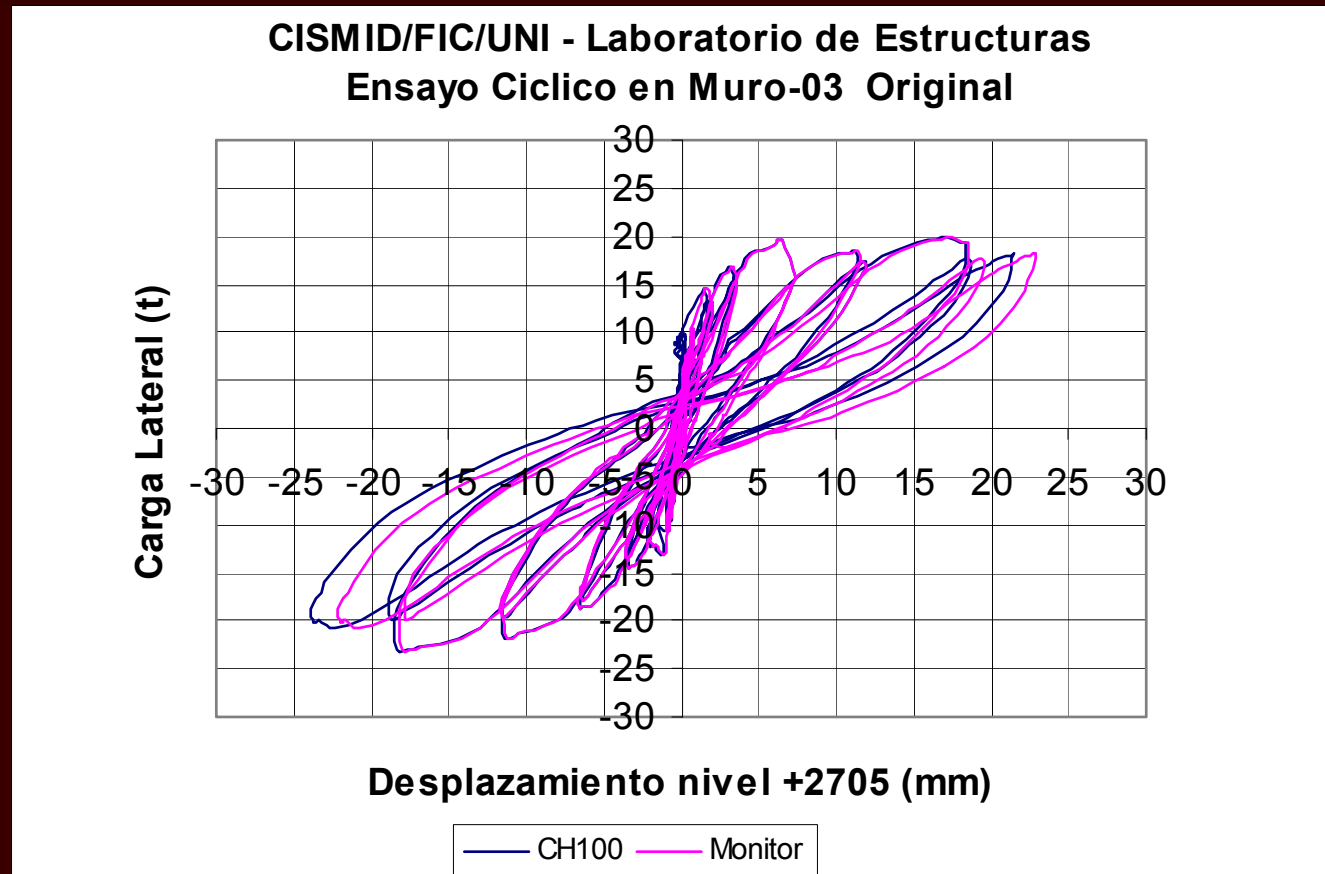
Muro - 3



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



Curva Histerética del Muro – 3

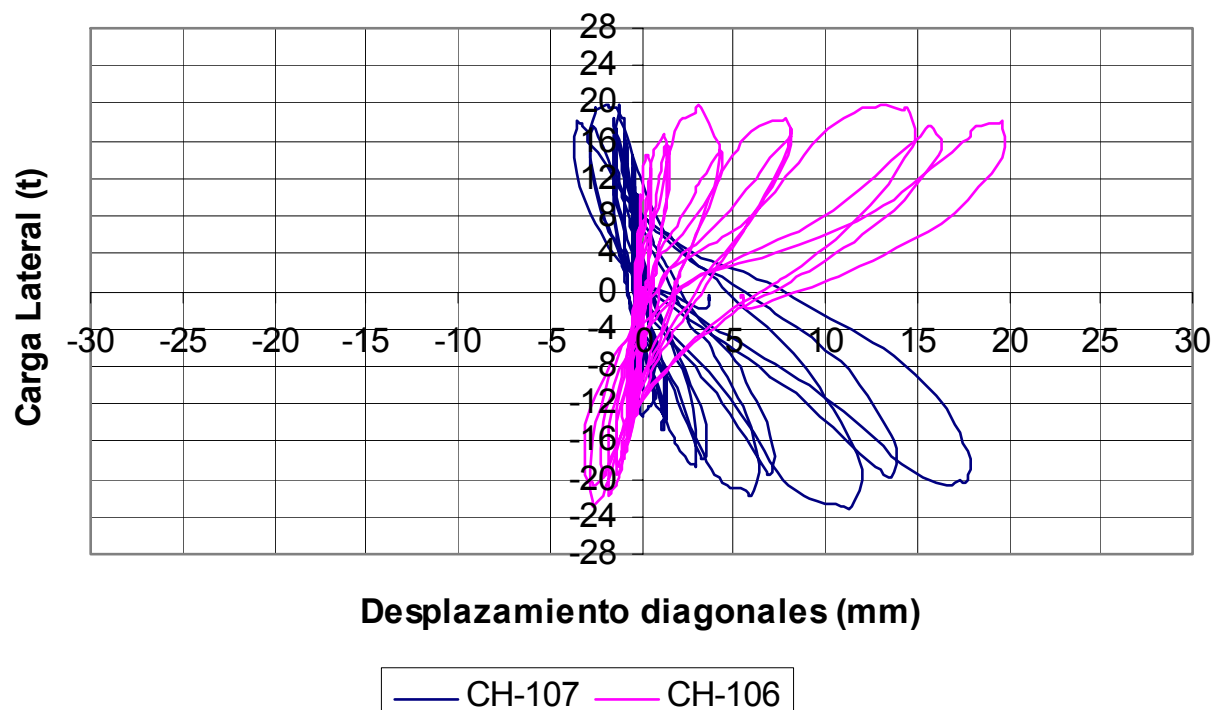


**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



Desplazamiento en diagonales Muro – 3

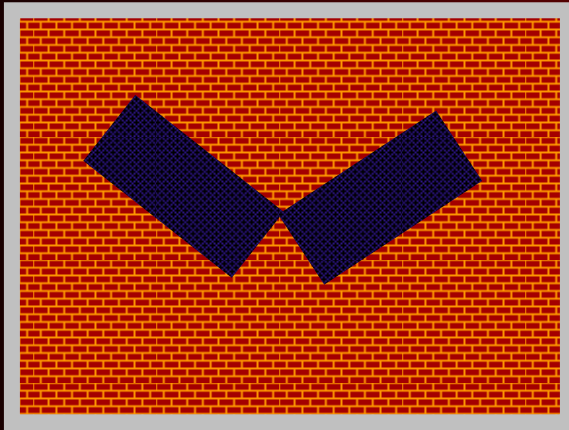
CISMID/FIC/UNI - Laboratorio de Estructuras
Ensayo Ciclico en Muro-03 Original



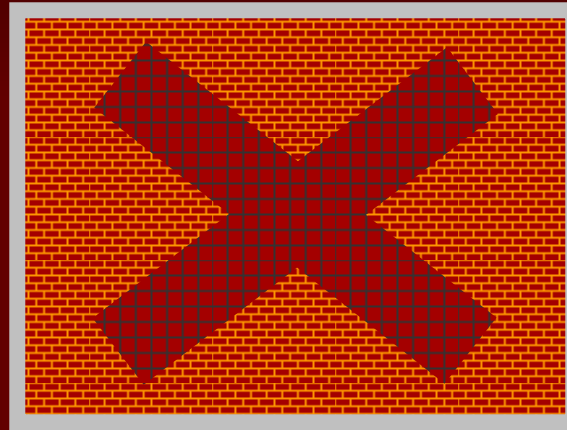
**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



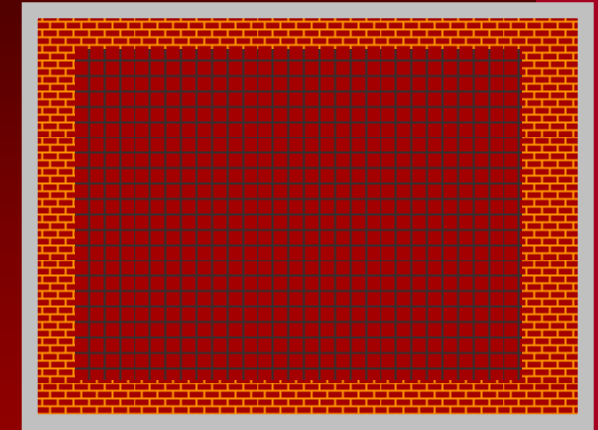
Alternativas de Refuerzo



Curita con Fibra
Muro -1



Cruceta con Malla
Muro -2



Cubierta Total con Malla
Muro - 3



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



Usos del Reforzamiento con Fibras



Vigas



Pilares



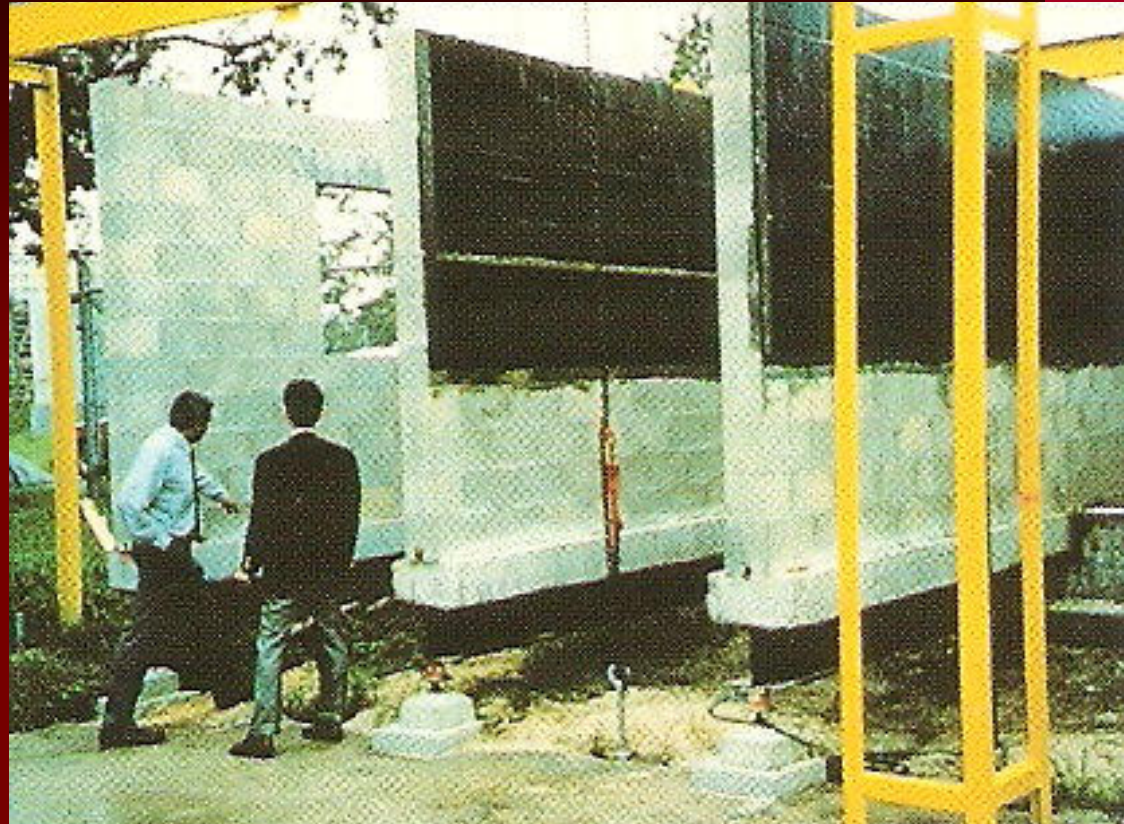
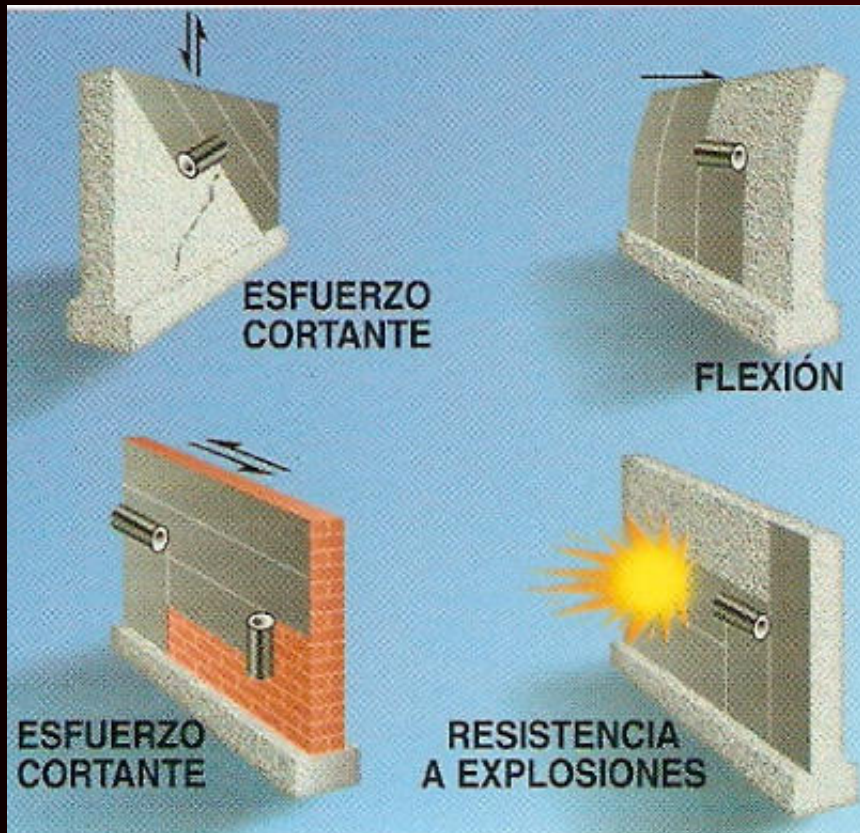
Columnas



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



Usos del Reforzamiento con Fibras



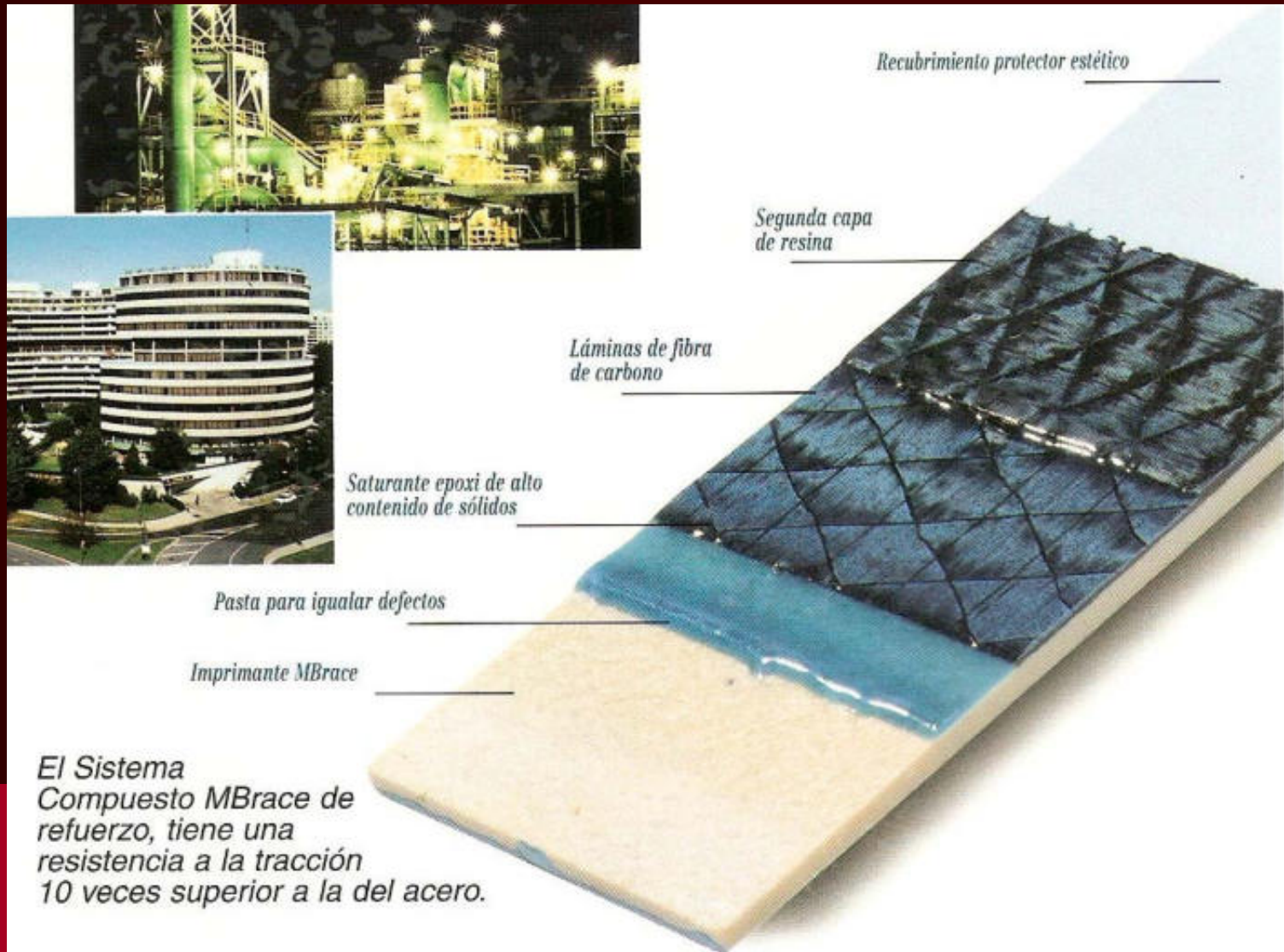
Muros



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



Composición de Refuerzo con Fibra



Propiedades de la Fibra

		Tipo y Grado de Fibras de Carbono (FC)		
		MBrace CF 130 FC de Alta Tensión	MBrace CF 530 FC Módulo elevado	MBrace EG 30 E-Glass
Peso por área da la fibra	<i>oz/yd²</i> (<i>g/m²</i>)	8.8 (300)	8.8 (300)	8.8 (300)
Resistencia a Tensión K-Lb/pulg. de Fibra		3.3	2.8	1.0
Resistencia a Tensión para diseño 500 Kg/cm-ancho de lámina	<i>ksi</i> (<i>kg/cm²</i>)	505 (35,500)	427 (30,000)	220 (15,500)
Módulo de Tensión 62,700 Kg/cm-ancho de lámina	<i>Msi</i> (<i>kg/cm²</i>)	33 (2.35 x 10 ⁶)	54 (3.8 x 10 ⁶)	10 (0.74 x 10 ⁶)
Espesor de capa	<i>in./ply</i> (<i>mm/ply</i>)	0.0065 (0.165)	0.0065 (0.165)	0.0047 (0.118)
Elongación a Tensión, Ultima, %		1.5	0.8	2.1

Fuente: UNICON



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



Muro – 1 Reforzado



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



Muro – 1 Reparado



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



Muro – 1 Reparado



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



Muro – 1 Reparado



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



Muro – 1 Reparado



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



Muro – 1 Reparado



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



Muro – 2 Reparado



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



Muro – 2 Reparado



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



Muro – 2 Reparado



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



Muro – 3 Reparado



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



Muro – 3 Reparado



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



Muro – 1 Reparado



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



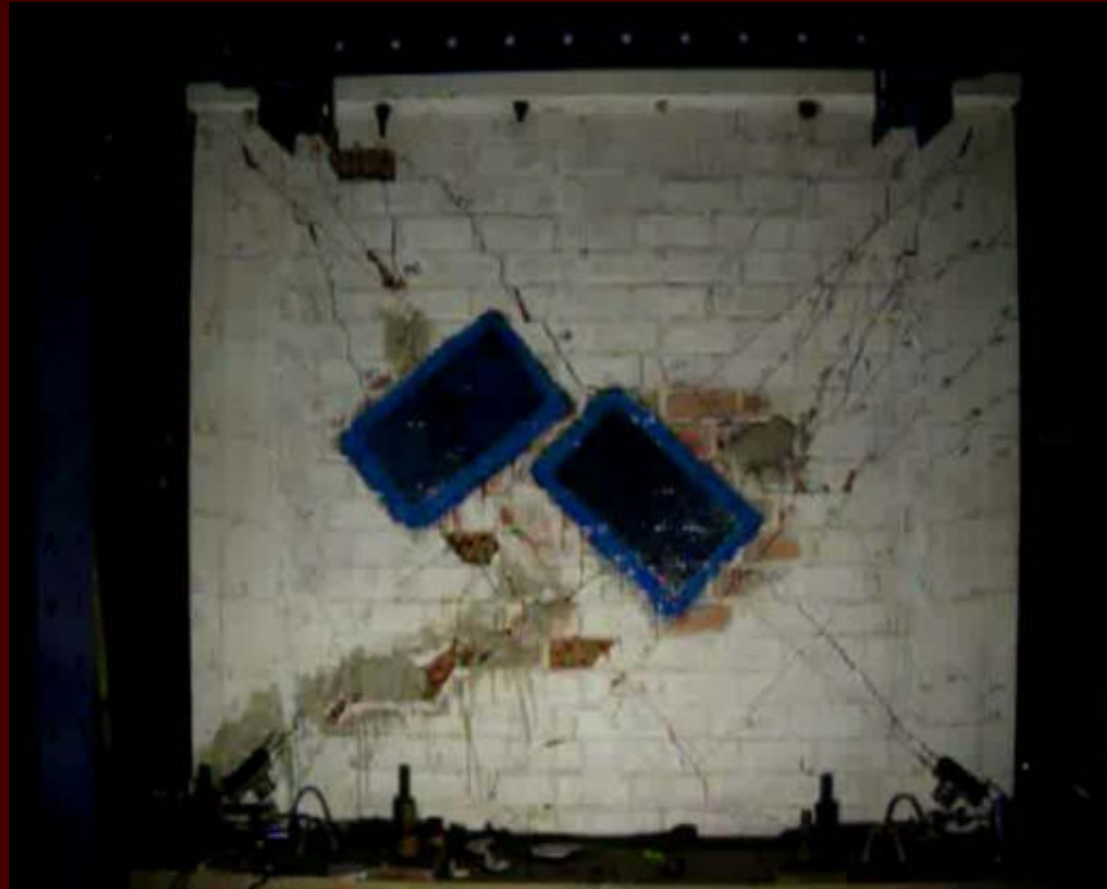
Muro – 3 Reparado



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



Video del Estado Final Muro 1 Reparado

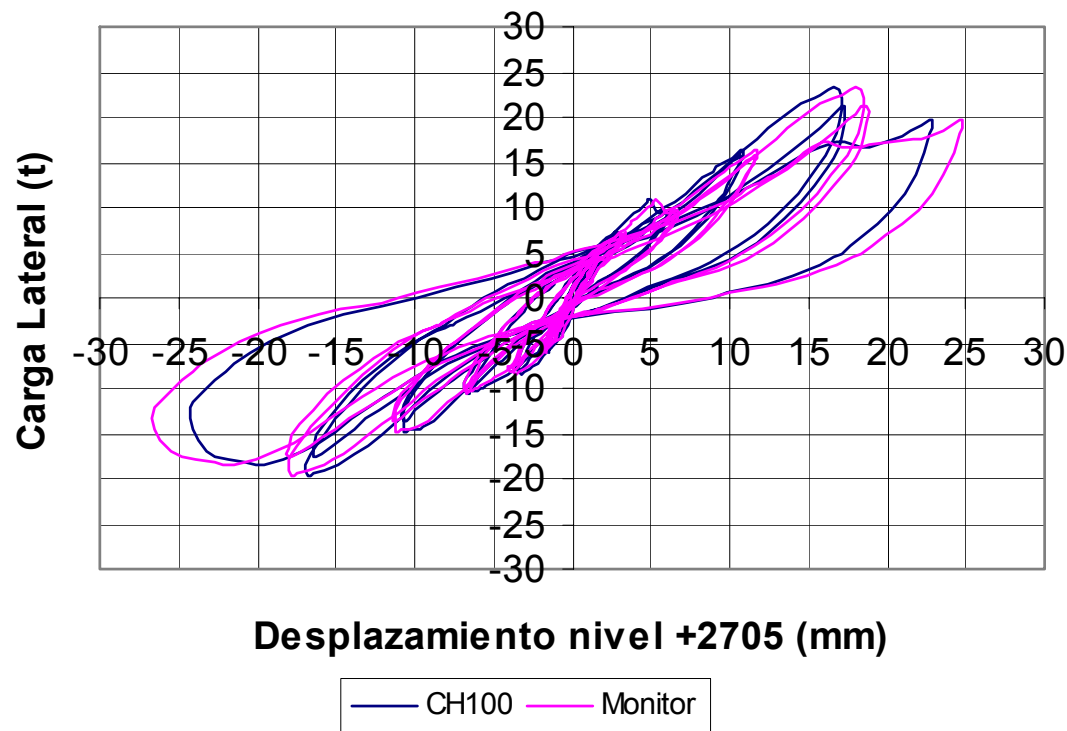


**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



Curva Histerética Muro – 1 Reforzado

CISMID/FIC/UNI - Laboratorio de Estructuras
Ensayo Ciclico en Muro-01 Reforzado

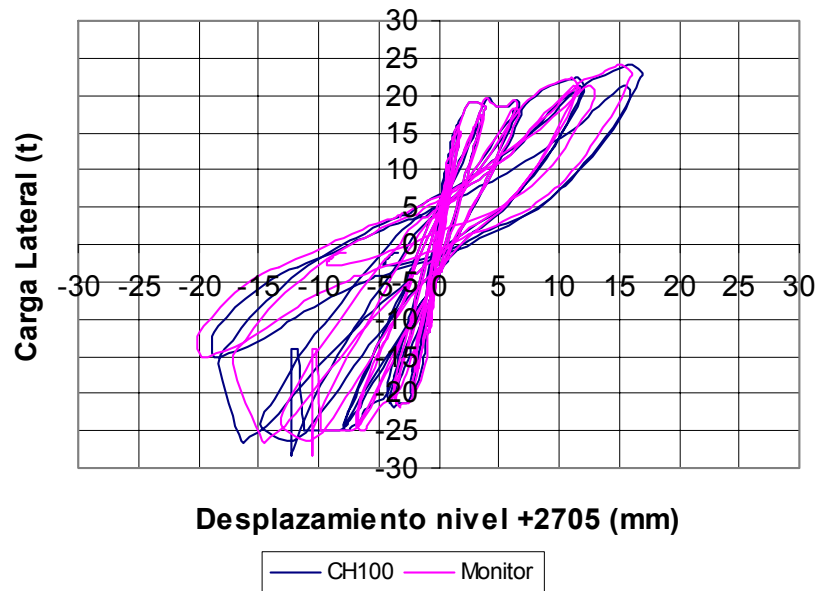


**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



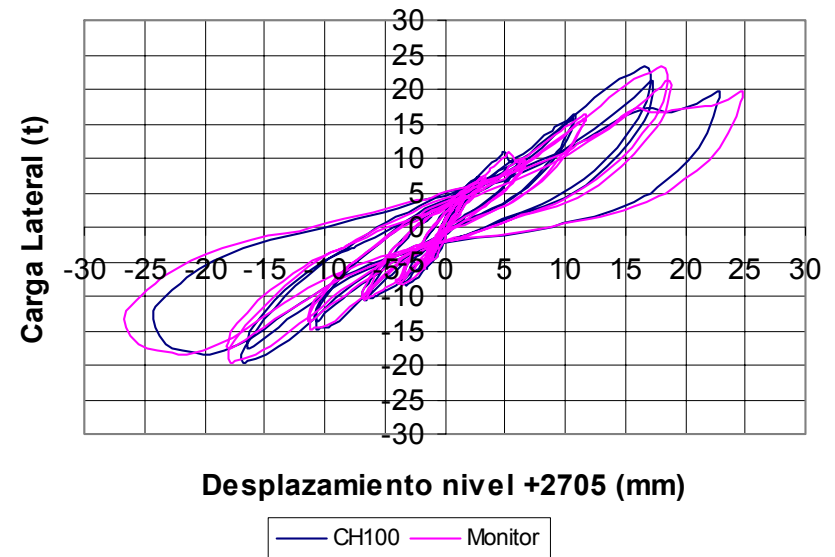
Comparación del Muro Original y Reforzado

CISMID/FIC/UNI - Laboratorio de Estructuras
Ensayo Ciclico en Muro-01 Original



Original

CISMID/FIC/UNI - Laboratorio de Estructuras
Ensayo Ciclico en Muro-01 Reforzado



Reforzado

MURO -1

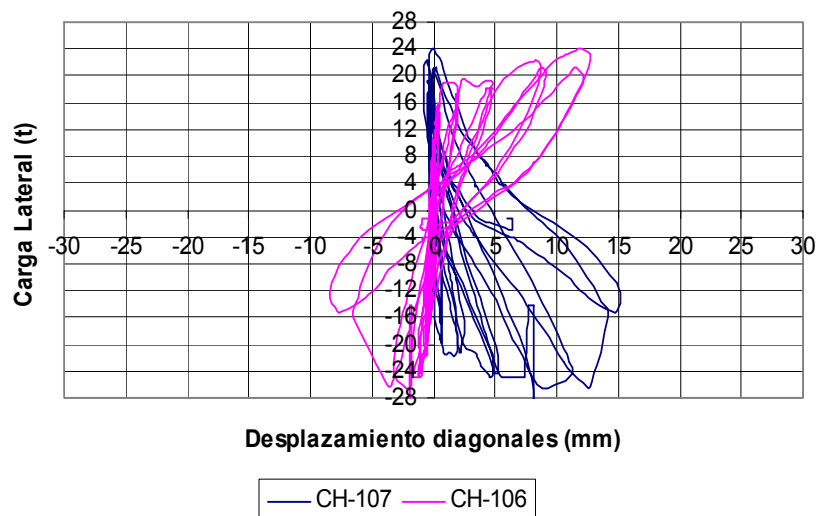


**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



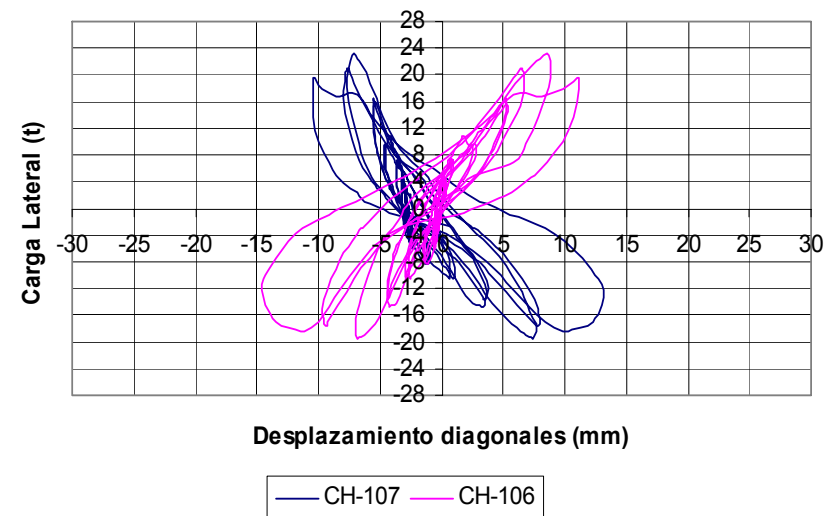
Comparación del Muro Original y Reforzado

CISMID/FIC/UNI - Laboratorio de Estructuras
Ensayo Ciclico en Muro-01 Original



Original

CISMID/FIC/UNI - Laboratorio de Estructuras
Ensayo Ciclico en Muro-01 Reforzado



Reforzado

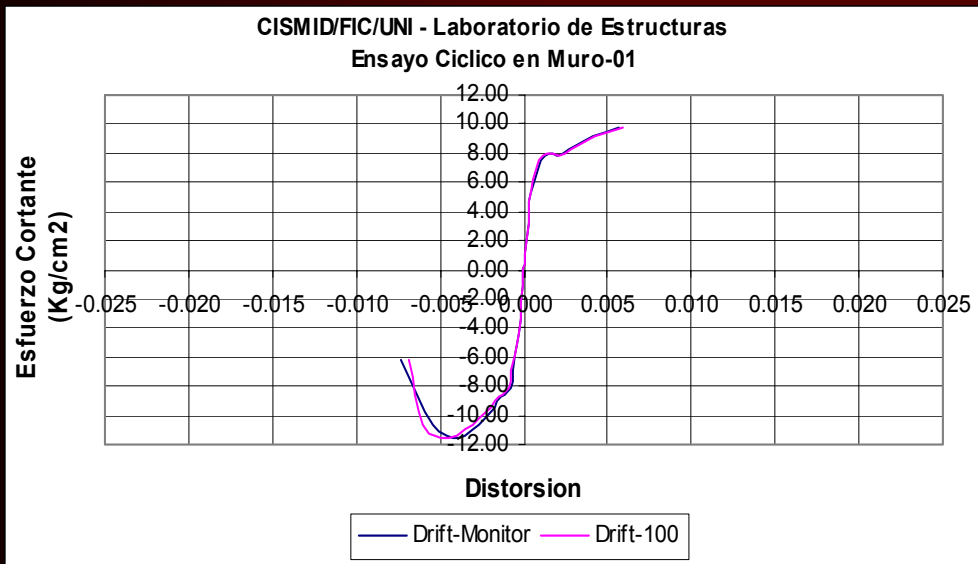
MURO -1



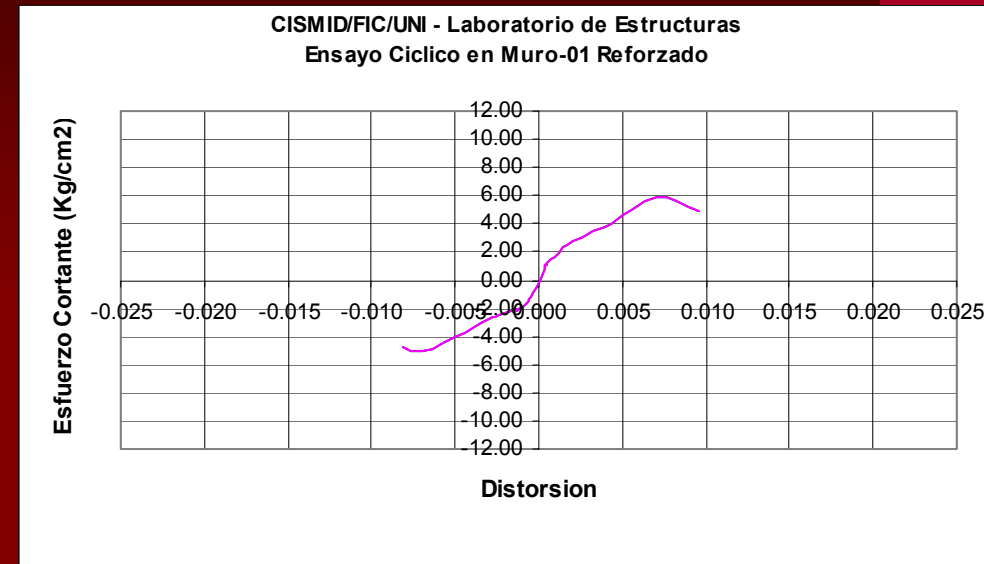
**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



Comparación del Muro Original y Reforzado



Original



Reforzado

MURO -1

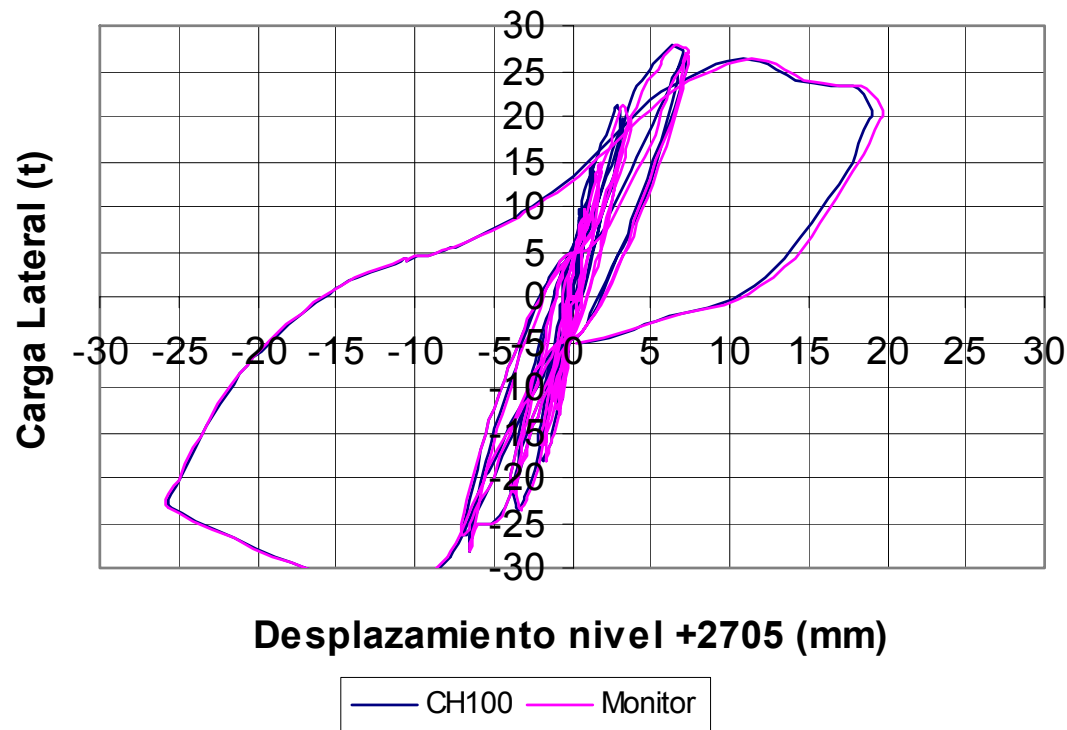


CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID



Curva Histerética Muro – 2 Reforzado

CISMID/FIC/UNI - Laboratorio de Estructuras
Ensayo Ciclico en Muro-02 Reforzado



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



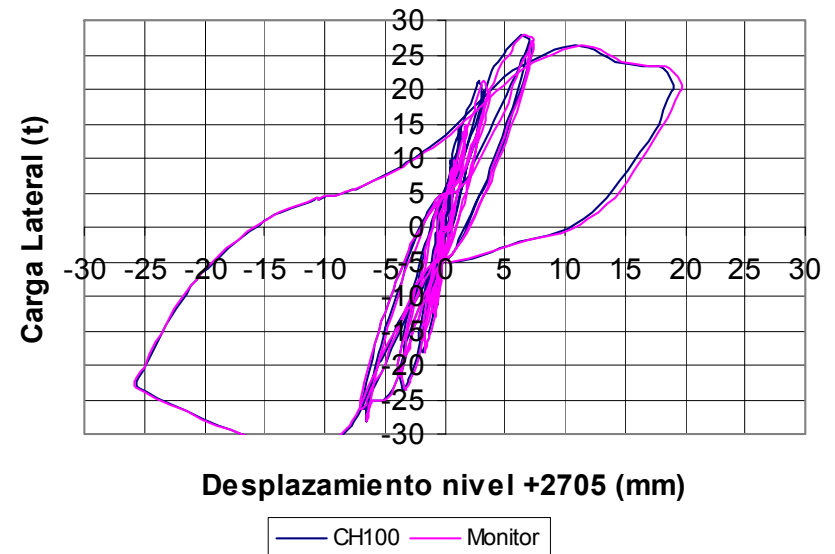
Comparación del Muro Original y Reforzado

CISMID/FIC/UNI - Laboratorio de Estructuras
Ensayo Ciclico en Muro-02 Original



Original

CISMID/FIC/UNI - Laboratorio de Estructuras
Ensayo Ciclico en Muro-02 Reforzado



Reforzado

MURO -2

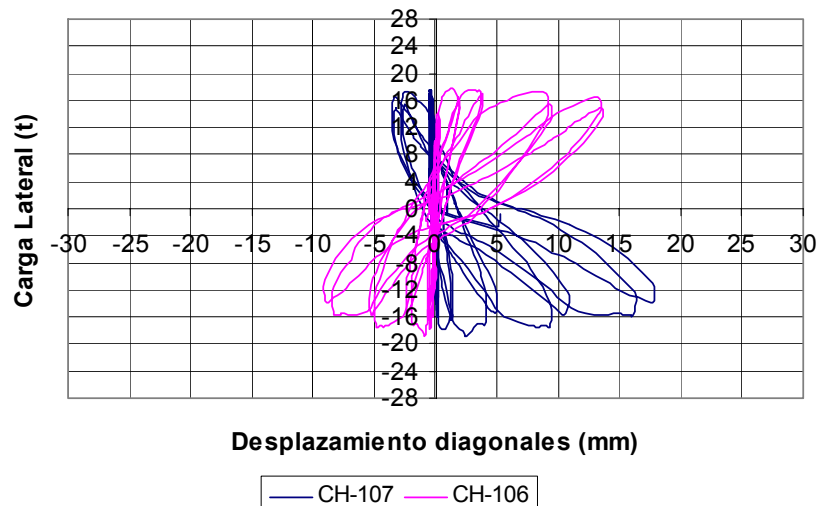


**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



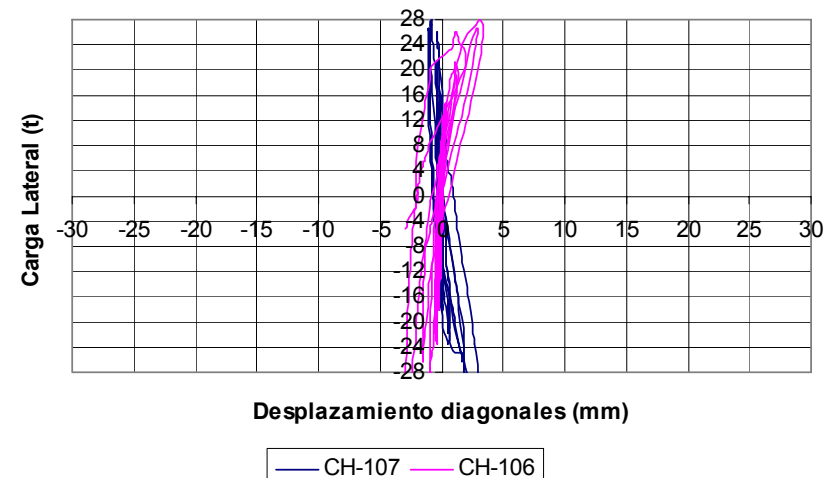
Comparación del Muro Original y Reforzado

CISMID/FIC/UNI - Laboratorio de Estructuras
Ensayo Ciclico en Muro- 02 Original



Original

CISMID/FIC/UNI - Laboratorio de Estructuras
Ensayo Ciclico en Muro- 02 Reforzado



Reforzado

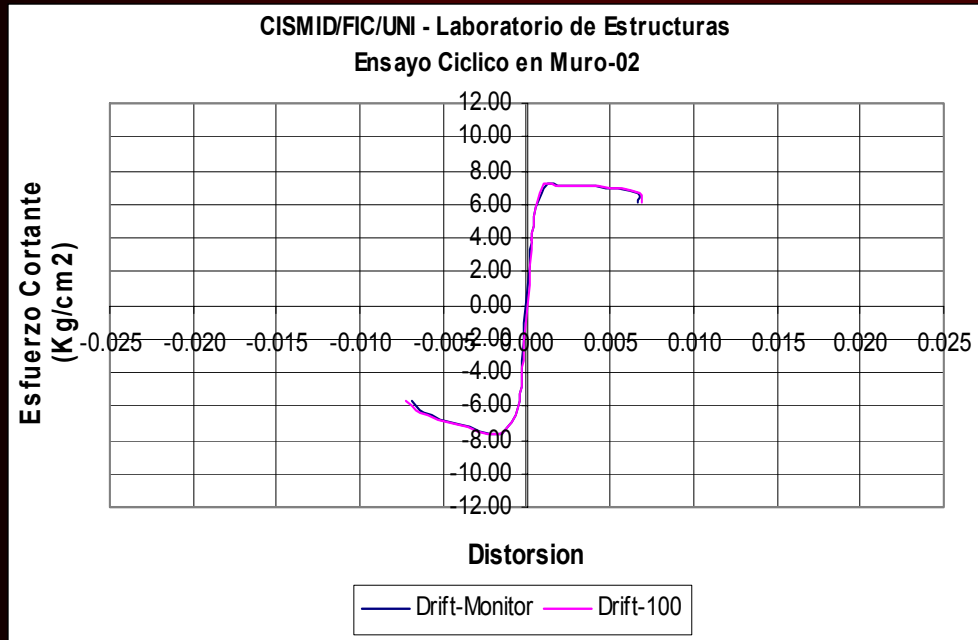
MURO -2



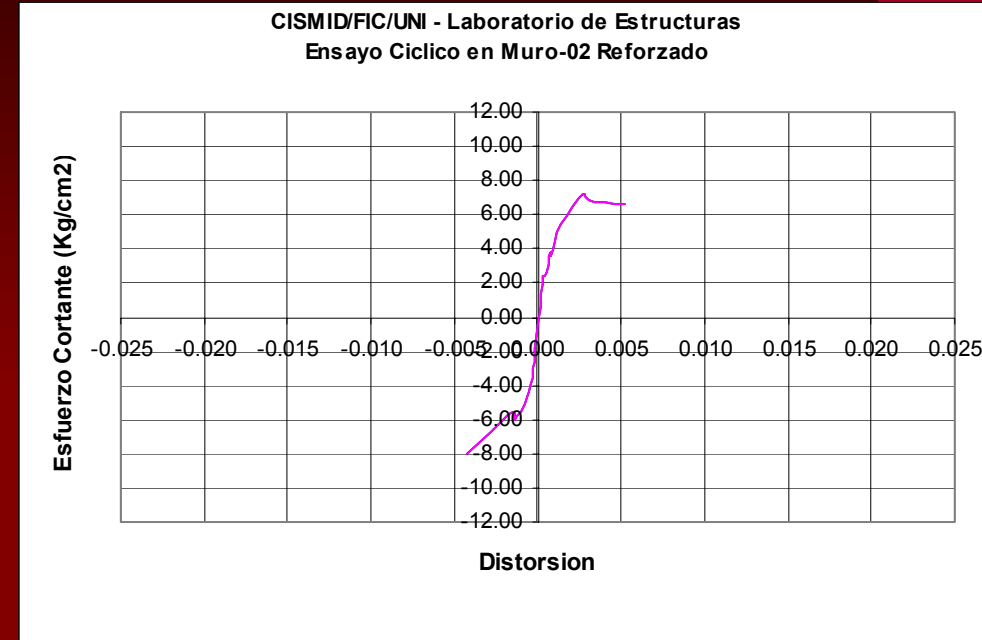
CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID



Comparación del Muro Original y Reforzado



Original



Reforzado

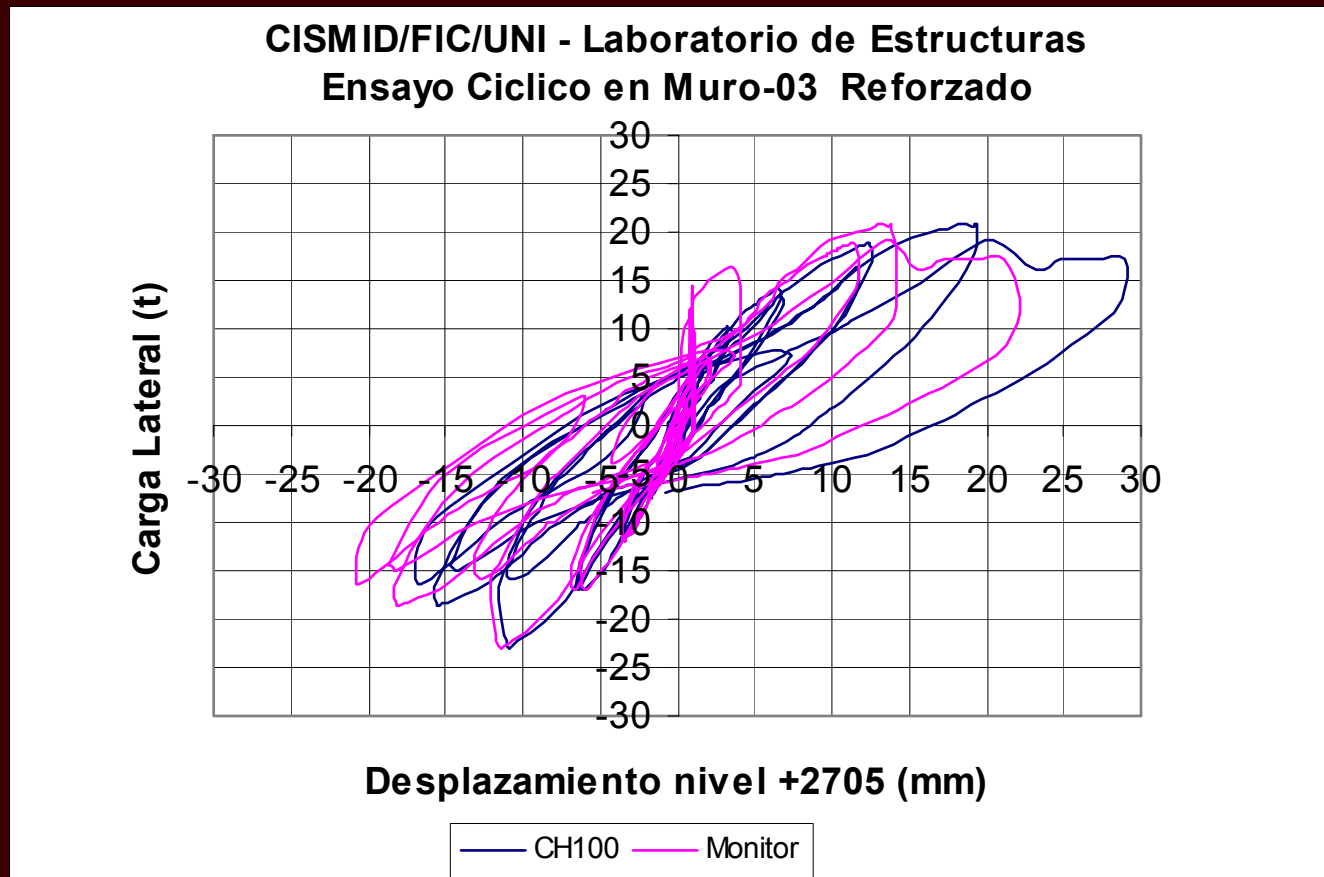
MURO -2



CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID



Curva Histerética Muro – 3 Reforzado

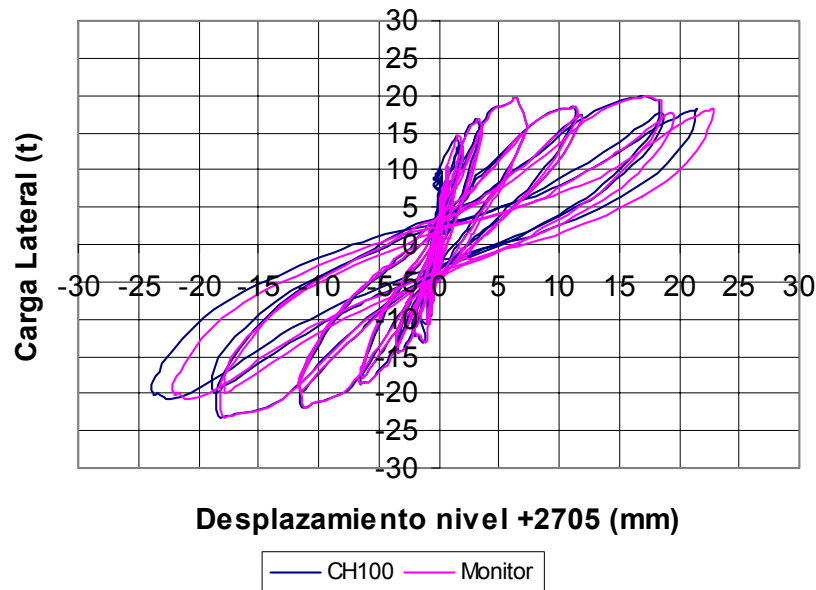


**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



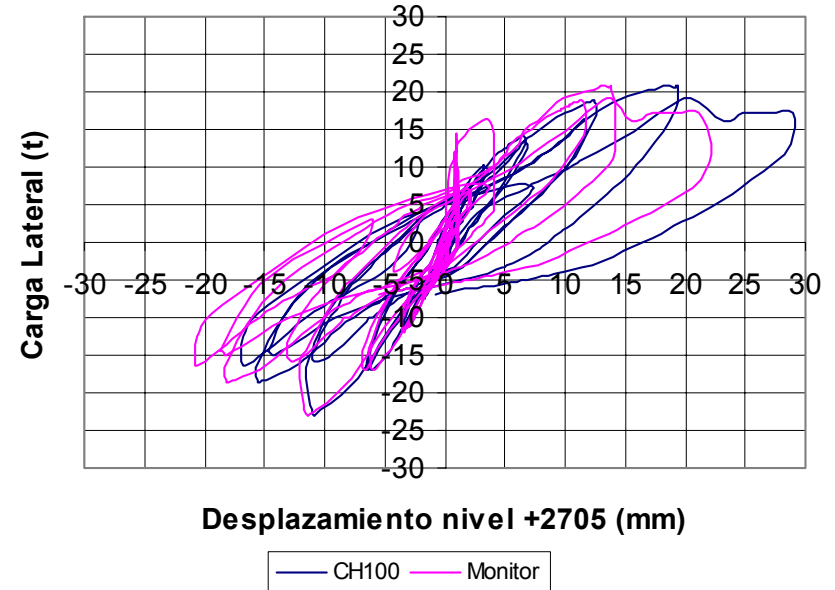
Comparación del Muro Original y Reforzado

CISMID/FIC/UNI - Laboratorio de Estructuras
Ensayo Ciclico en Muro-03 Original



Original

CISMID/FIC/UNI - Laboratorio de Estructuras
Ensayo Ciclico en Muro-03 Reforzado



Reforzado

MURO -3

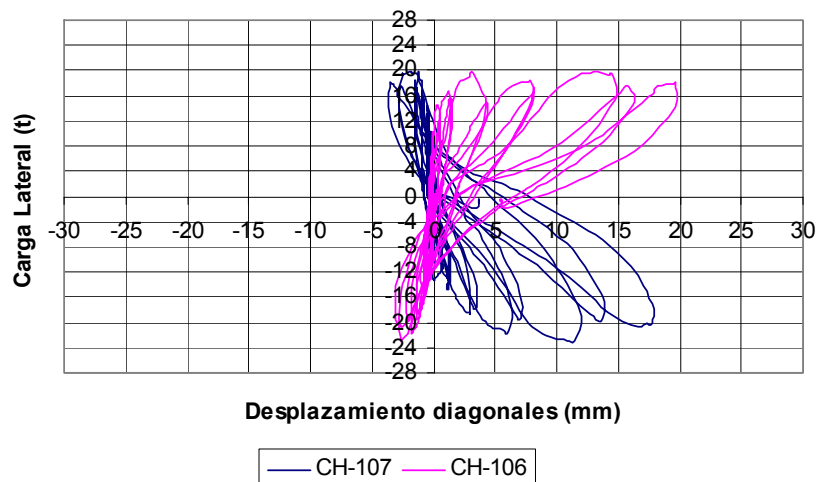


**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



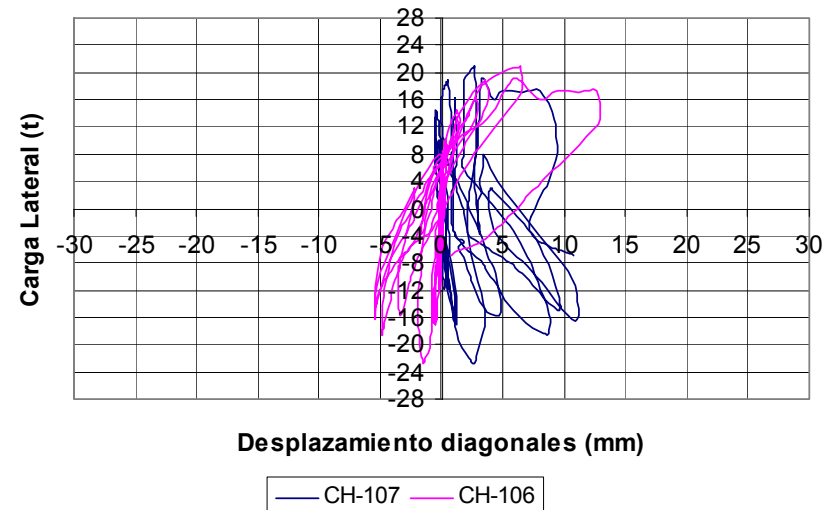
Comparación del Muro Original y Reforzado

CISMID/FIC/UNI - Laboratorio de Estructuras
Ensayo Ciclico en Muro-03 Original



Original

CISMID/FIC/UNI - Laboratorio de Estructuras
Ensayo Ciclico en Muro-03 Reforzado



Reforzado

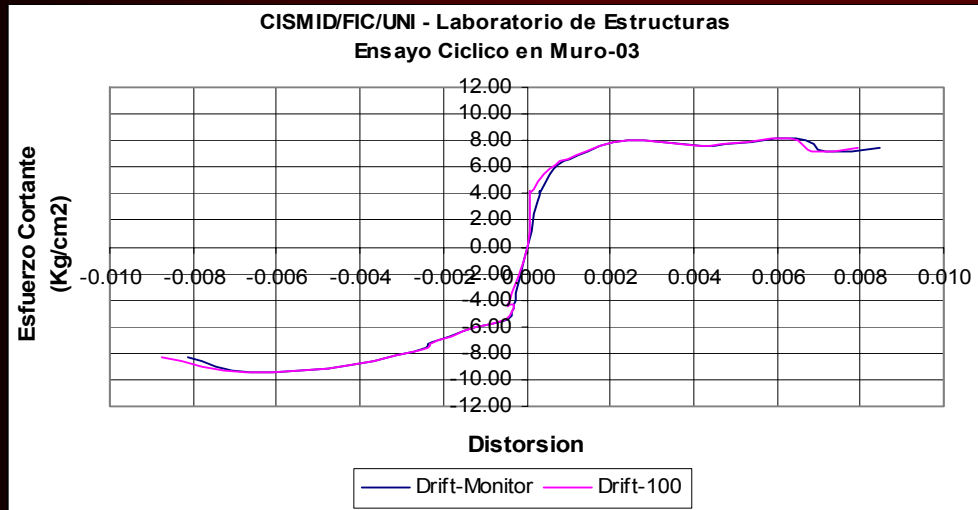
MURO -3



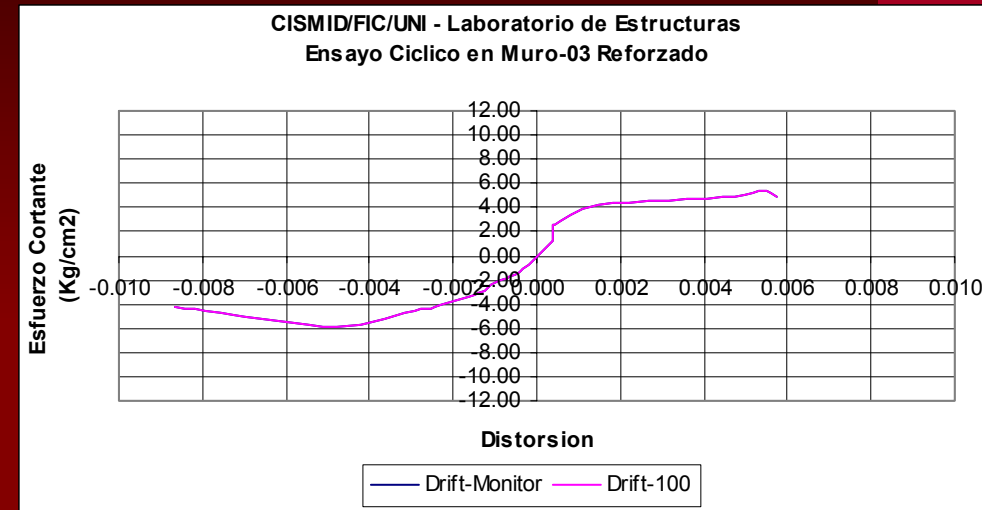
**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



Comparación del Muro Original y Reforzado



Original



Reforzado

MURO -3

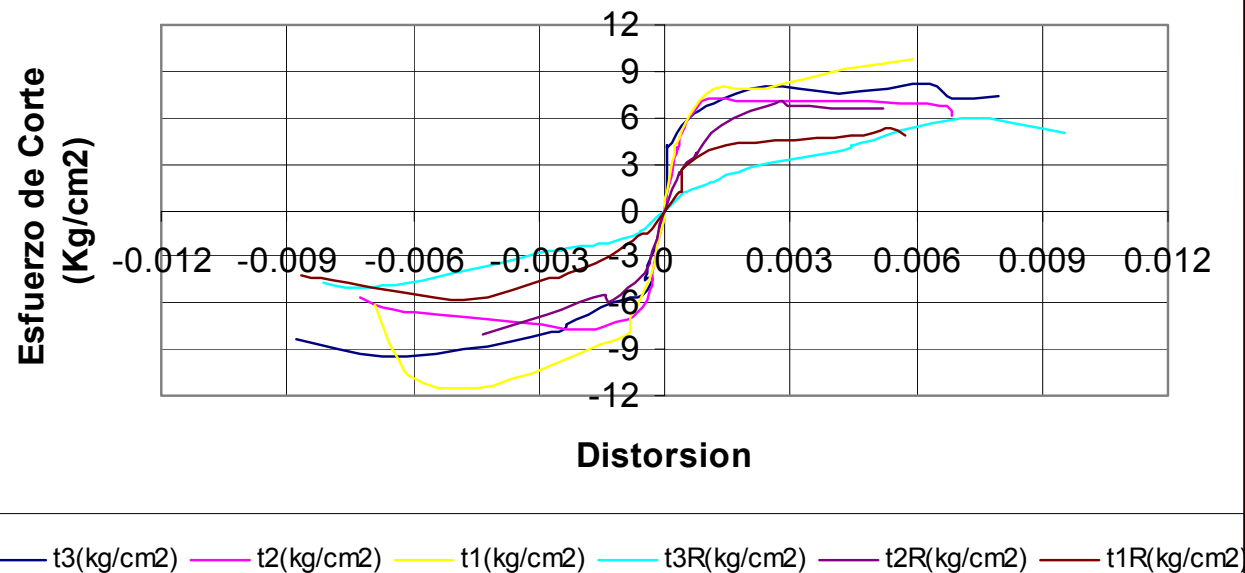


CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID



Comparación Resultados

CISMID/FIC/UNI
Curvas de Comportamiento
Muros Originales y Reforzados



CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID



CONCLUSIONES

- Las tres propuestas de reforzamiento cumplen su cometido de restituir la resistencia al corte.
- En el caso del uso del curita de fibra la resistencia es restituida en un 75%, sin embargo la rigidez permanece degradada.
- Considerando las crucetas de malla, la rigidez es restituida, pero la ductilidad termina cuando se desprende la cruceta.



CONCLUSIONES

- En el caso del muro con cobertura total con malla, se restituye la resistencia, la ductilidad y la rigidez.
- De las tres alternativas existe evidencia que en el caso del refuerzo con cruceta, seria la alternativa mas economica y rapida de aplicar.

