



SOLUCIONES MODERNAS DE PROTECCIÓN SÍSMICA



Expositor:
Ing. Diego Taboada

*Vivir un TERREMOTO
sin daños, es posible.*

¿Quiénes somos?

DECISIONES
MÁS SEGURAS
PARA CUIDAR
TU INVERSIÓN



CDV PERU

- DISEÑO
- INGENIERÍA
- SUPERVISIÓN EN INSTALACIÓN

CDV INGENIERÍA ANTISÍSMICA

- SUMINISTRO
- ASESORÍA
- SOPORTE POSTVENTA



Tren eléctrico



UTEC



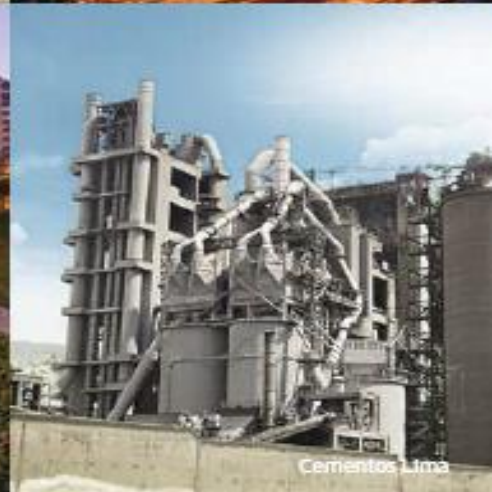
Estadio Nacional



Hotel Westin



Cemento Andino



Cementos Lima





CDV EN LA REGIÓN

Somos un equipo de profesionales innovadores y líderes en el rubro de la Ingeniería antisísmica y en el suministro de productos especializados para la construcción. CDV garantiza a cada cliente calidad, seguridad y tranquilidad con productos y soluciones efectivas, gracias al respaldo de reconocidas marcas en todo el mundo. Destacamos por nuestro compromiso desde el proceso constructivo hasta la asesoría postventa.

Nuestra visión es continuar como líderes peruanos suministrando productos antisísmicos e Ingeniería de vanguardia en el sector construcción, siendo socialmente responsables y participativos. Y para el 2021, consolidarnos como la mejor empresa en Latinoamérica que ofrezca Ingeniería antisísmica con la excelencia y calidad de siempre.

MÁS DE
1000 HORAS
DE DISEÑO

MÁS DE
300,000
M² CON AISLADORES
Y DISIPADORES

MÁS DE
1000 PROYECTOS
ATENDIDOS

MÁS DE
1000 HORAS DE CAPACITACIÓN
Y ASESORÍA



EXPERIENCIA PERUANA

- En los **últimos 12 meses** hemos diseñado más de **15 hospitales**.
- En los **últimos 2 años** hemos suministrado **más de 800 aisladores sísmicos** a los sgtes. proyectos.

Proyectos con Aisladores Sísmicos	# Aisladores
Universidad UTEC	154
Multifamiliar Madre	54
Hospital Bellavista	63
Hospital Moquegua	216
Hospital Yurimaguas	172
Hospital Tocache	65
Sede Gbno. Regional Moquegua	80
Universidad de Huehuetenango - Guatemala	38
TOTAL AISLADORES:	842

EXPERIENCIA PERUANA

- En los **últimos 2 años** hemos suministrado **más de 200 disipadores sísmicos** a los **sgtes. proyectos.**

Proyectos con disipadores sísmicos

Banco de la Nación

Templo mormón en Concepción (Chile)

Universidad Quetzaneltango Guatemala

Aeropuerto Internacional Jorge Chavez

Hotel Costa del Sol

Reforzamiento II AIJCH

Edificio Oficinas Pacífico Seguros

Edificio Oficinas T Tower

Centro Comercial Plaza San Miguel



Hospitales desarrollados o asesorados por CDV Ingeniería Antisísmica en Perú

Descripción	Oficina de diseño
Hospital Bellavista	Higashi Ingenieros Y CDV Perú
Hospital Pucallpa	Quiroz y Arauco Ingenieros
Hospital Tocache	Quiroz y Arauco+ CDV Perú
Hospital Gbno. Regional de Callao	Zegarra & Yeckle
Hospital Materno Infantil en Huancayo	Cosapi
Clínica Instituto Peruano Japonés	Higashi Ingenieros
Hospital en Piura (Ayabaca)	Quiroz y Arauco Ingenieros

Hospitales desarrollados o asesorados por CDV Ingeniería Antisísmica en Perú

Descripción	Oficina de diseño
Clínica el Golf	Blanco Ingenieros
Hospital Huancabamba	Quiroz y Arauco Ingenieros
Hospital Huarmaca- Piura	Quiroz y Arauco Ingenieros
Hospital Algarrobos	Quiroz y Arauco Ingenieros
Hospital en Puno	Quiroz y Arauco Ingenieros
Hospital De Camaná en Arequipa	Quiroz y Arauco Ingenieros
Hospital de Chala en Arequipa	Quiroz y Arauco Ingenieros





Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

DECRETO SUPREMO
 N° 003-2016-VIVIENDA

**DECRETO SUPREMO QUE MODIFICA
 LA NORMA TÉCNICA E.030 "DISEÑO
 SISMORRESISTENTE" DEL REGLAMENTO
 NACIONAL DE EDIFICACIONES,
 APROBADA POR DECRETO SUPREMO
 N° 011-2006-VIVIENDA, MODIFICADA CON
 DECRETO SUPREMO
 N° 002-2014-VIVIENDA**

NORMAS LEGALES

SEPARATA ESPECIAL

3.1 Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso (U)

Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo con las categorías indicadas en la Tabla N° 5. El factor de uso o importancia (U), definido en la Tabla N° 5 se usará según la clasificación que se haga. Para edificios con aislamiento sísmico en la base se podrá considerar U = 1.

Tabla N° 5
 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud .	Ver nota 1
A Edificaciones Esenciales	<p>A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. <p>Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades.</p> <p>Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos.</p> <p>Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.</p>	1,5

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Nota 1: Las nuevas edificaciones de categoría A1 tendrán aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable podrá decidir si usa o no aislamiento sísmico.

Nota 1: Las nuevas edificaciones de categoría A1 tendrán aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable podrá decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U será como mínimo 1,5.

Nota 2: En estas edificaciones deberá proveerse resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.



¿Porqué estructuras más seguras contra los terremotos?

- Proteger la vida
- Proteger contenido



¿Porqué estructuras más seguras contra los terremotos?

- Proteger la inversión

Nivel de daño	Grado de daño	Estado		Daño esperado	Apariencia física
1	Ligero	Reparable		0 – 10	Ocurrencia esporádica de grietas
2	Menor			10 – 20	Grietas menores en el Edificio. Grietas del hormigón en columnas
3	Moderado			20 – 40	Grietas grandes importantes. Desprendimiento de hormigón en miembros más débiles.
4	Severo	Perdida total	Amenaza a la vida humana	40 – 100	Grietas importantes del hormigón. Visibilidad del refuerzo pandeado.
5	Colapso			100	Colapso parcial o total del edificio.

Tabla C-10. Índice de daño vs Daño observado, propuesto por Park, et al 1985. En este trabajo se considera el índice de daño como el daño global de la estructura en donde $ID < 40\%$, representa daño reparable; daño entre el $40 - 100 \%$, representa un daño más allá de lo reparable y $ID > 100\%$, representa colapso total de la estructura.



¿Porqué estructuras más seguras contra los terremotos?

- Garantizar la ocupación inmediata

Deriva < 0.25%



Operational

Deriva < 0.5%

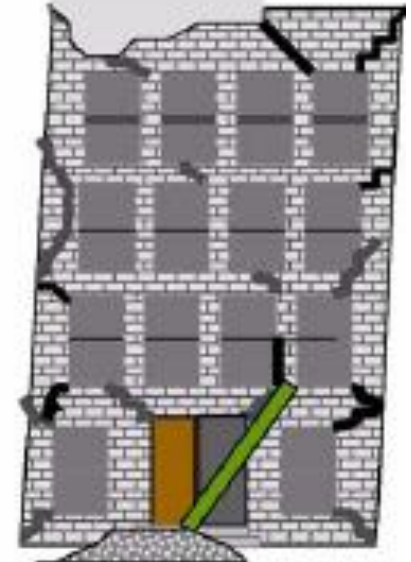


Immediate Occupancy

Deriva 0.7%



Life Safety



Collapse Prevention

Figure 4-3 Graphic illustration of Operational, Immediate Occupancy, Life-Safety, and Collapse Prevention Performance Levels. (Courtesy of R. Hamburger)

AISLADORES Y DISIPADORES

ESTRUCTURAS CONVENCIONALES



*Estructuras nuevas más
seguras con Aisladores
Sísmicos*

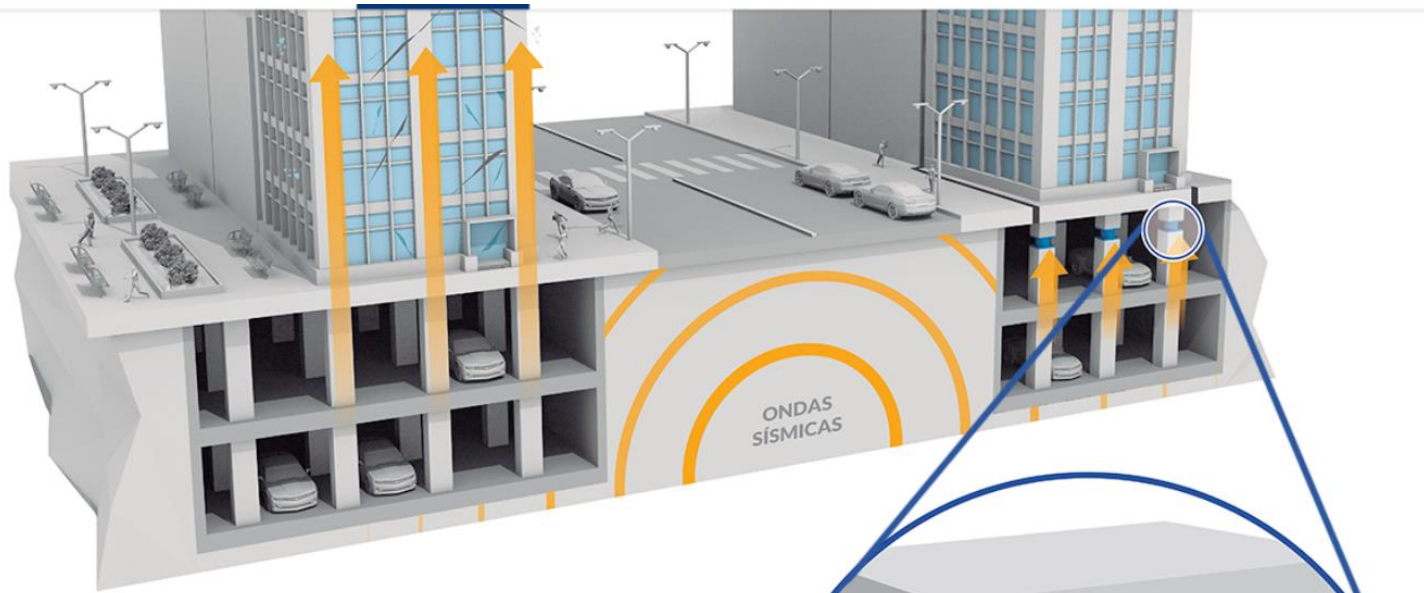
ODV INGENIERÍA
ANTISISMICA



従来構造

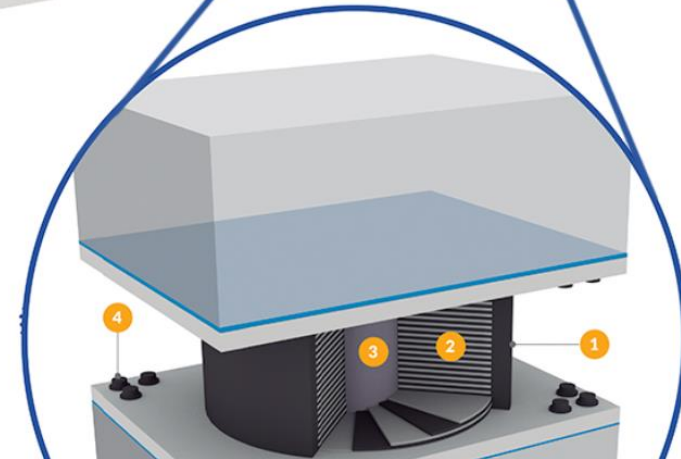


Aisladores sísmicos



¿Cómo funcionan los aisladores DIS?

Durante un sismo el aislador se deforma de un lado al otro gracias a la flexibilidad de las capas de caucho y acero, separando y absorbiendo la energía sísmica de la edificación.



rec-Final-01.ino

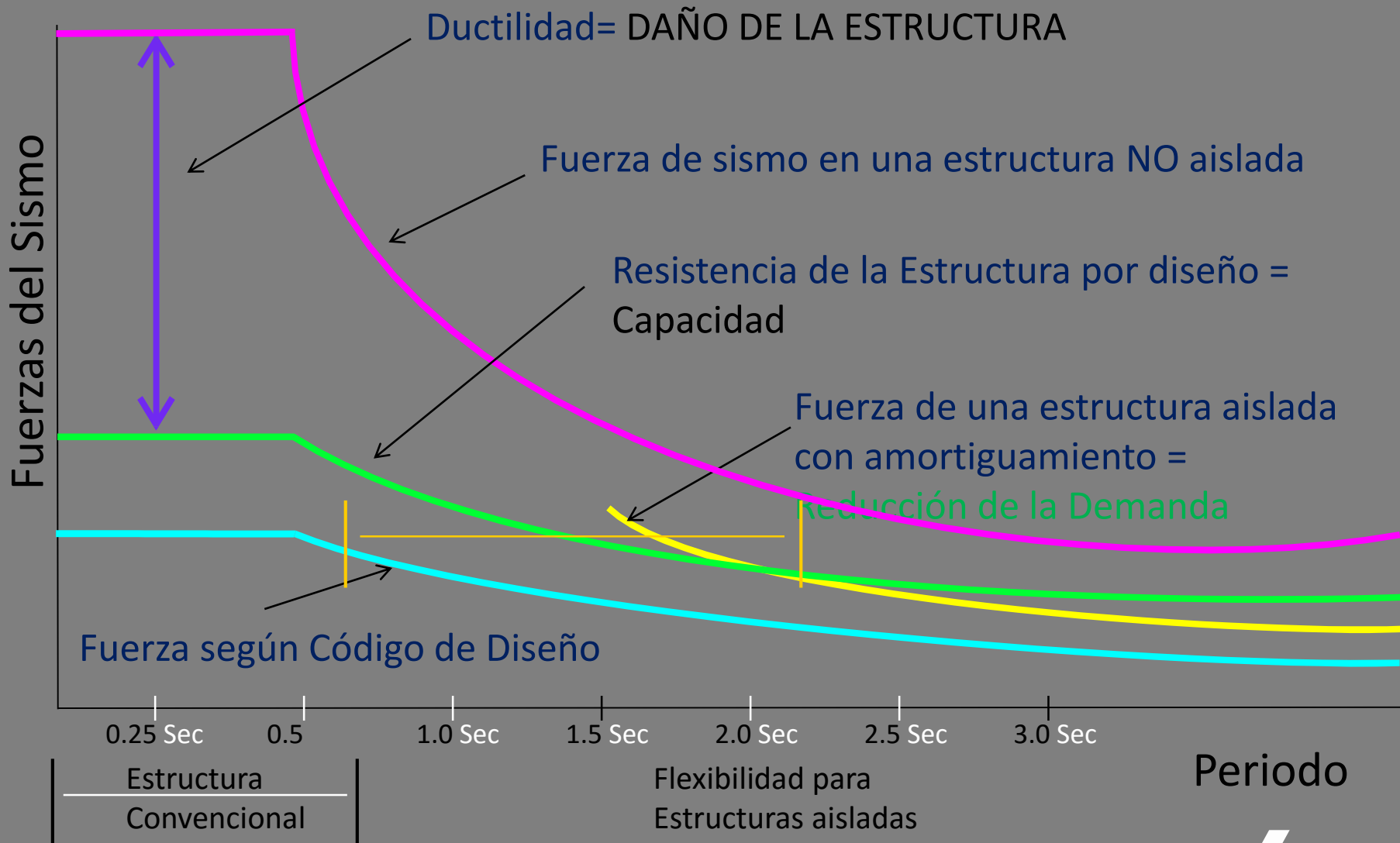


Dónde se coloca un aislador?



Dónde se coloca un aislador?



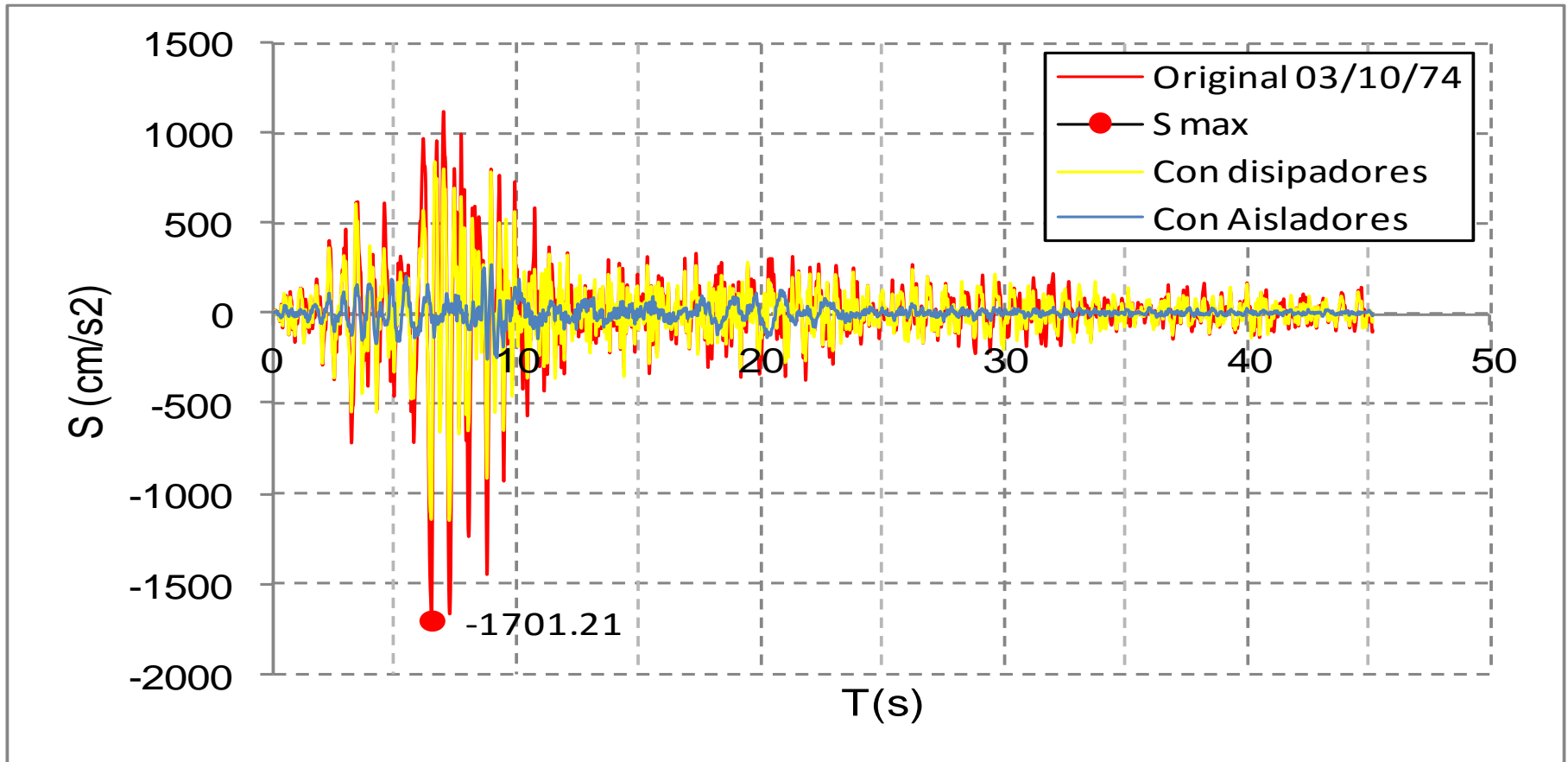


Reduce los daños no estructurales:

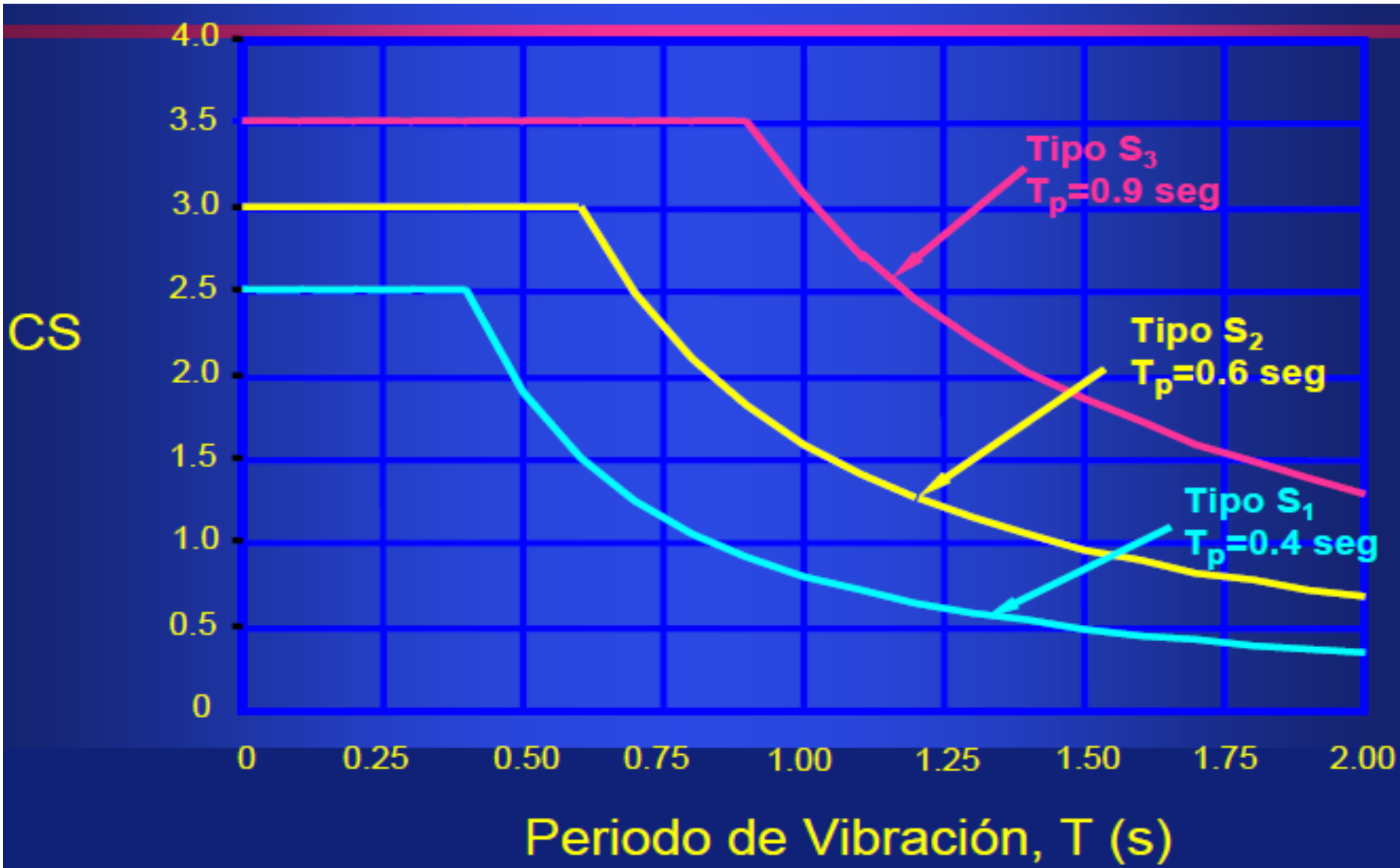
Reducen aceleración en un sismo hasta en un 80%.

Amortiguan la estructura aproximadamente entre 15% y 25%.

ACELERACIONES MAXIMAS X-X (cm/s ²)		
	ORIGINAL	CON AISLADORES
03/10/1974	1700	261
REDUCCIÓN	-	84.50%



Detalles a tener en cuenta



1. REVISIÓN DE DISEÑO



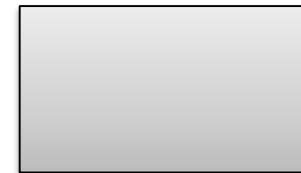
ALTURA / B < 2.5



FORMA DE LA PLANTA:



B



B



1. REVISIÓN DE DISEÑO

- Referencia normativa: ASCE 7-10.



Elaborado por La **SOCIEDAD AMERICANA DE INGENIEROS CIVILES (ASCE)**, colegio profesional fundado en 1852, representa a ingenieros civiles de todo el mundo. La **más antigua** de las sociedades de ingeniería en los EE. UU.

ULTIMA VERSIÓN: 2010

CAPITULOS ESPECIALES:

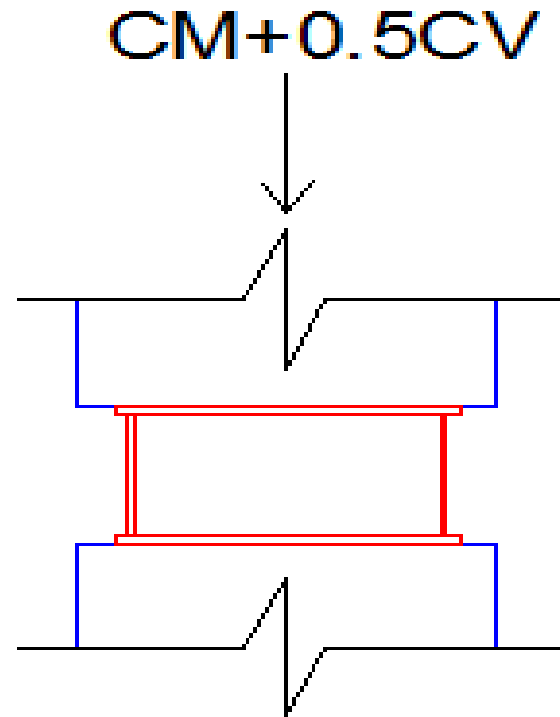
CAPITULO 17.- Requerimientos de diseño para estructuras **aisladas** sísmicamente.

CAPITULO 18.- Requerimientos de diseño para estructuras con sistema de **amortiguamiento**.



1.REVISIÓN DE DISEÑO

Principales propiedades a obtener:

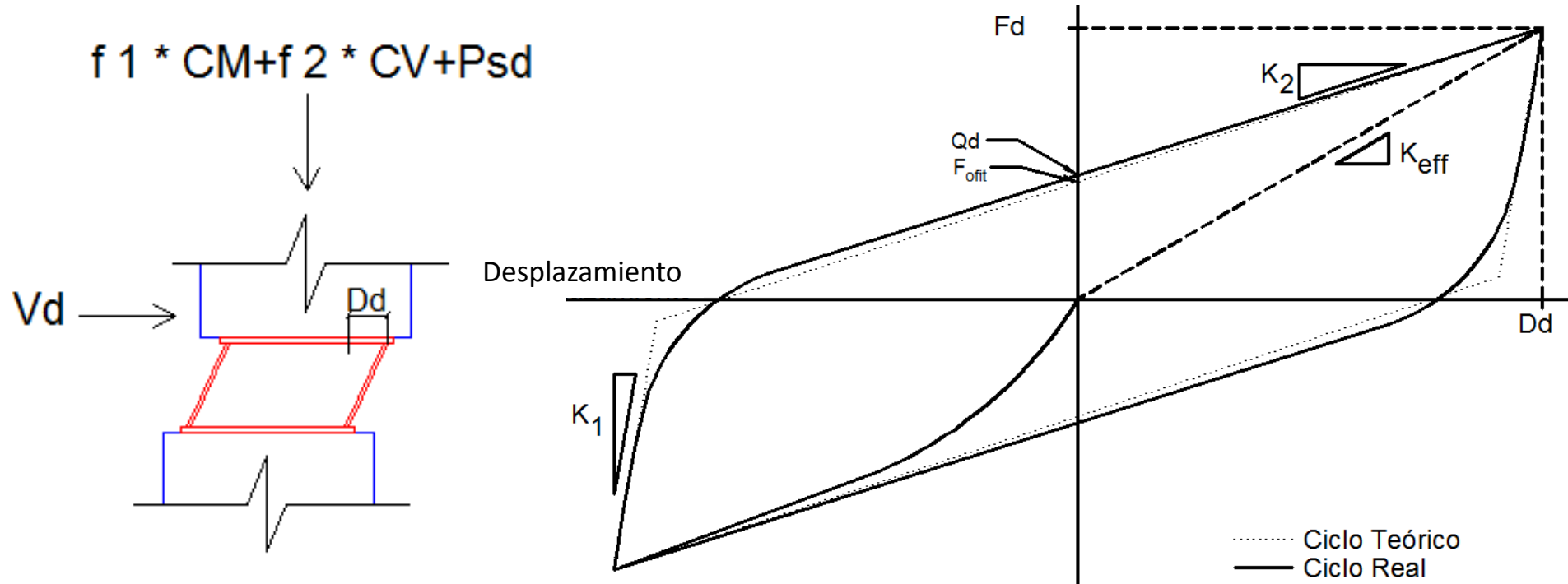


** Deben aparecer en la memoria de cálculo y las EE.TT.*



1. REVISIÓN DE DISEÑO

Principales propiedades a obtener:

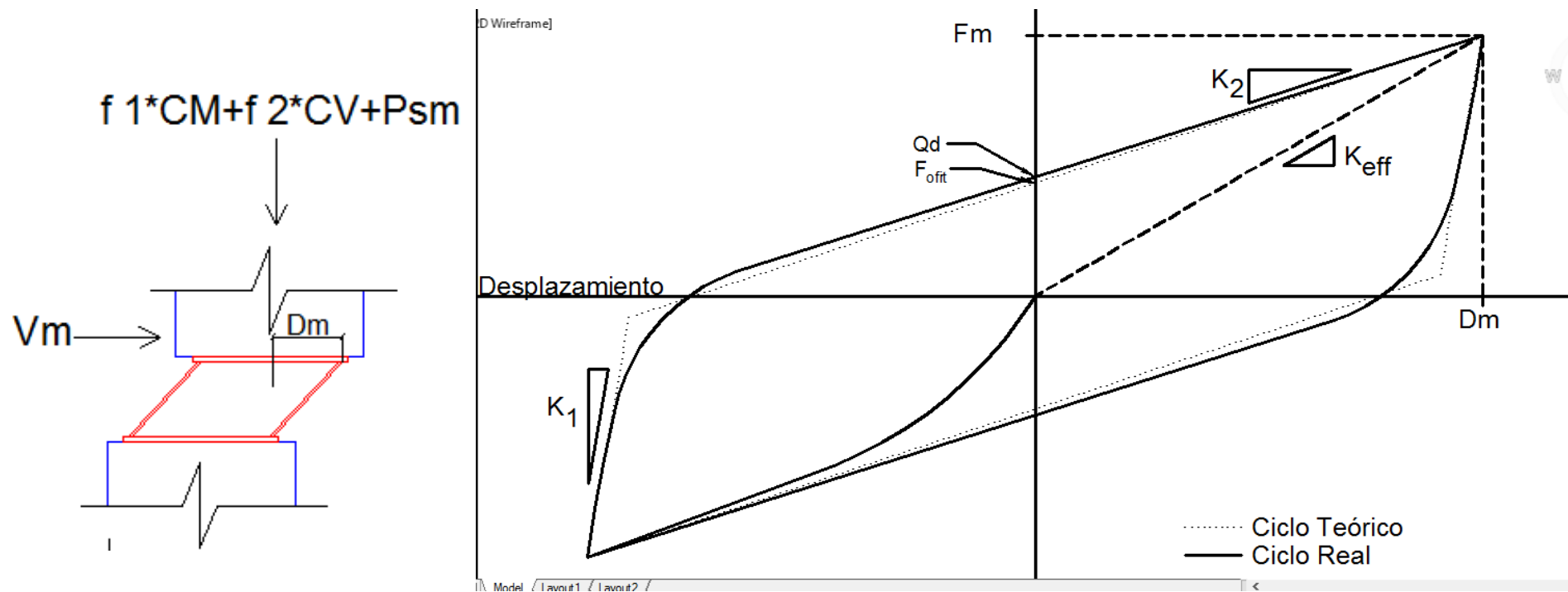


** Deben aparecer en la memoria de cálculo y las EE.TT.*



1. REVISIÓN DE DISEÑO

Principales propiedades a obtener:



*** Deben aparecer en la memoria de cálculo y las EE.TT.**



1.REVISIÓN DE DISEÑO

Principales propiedades a obtener:

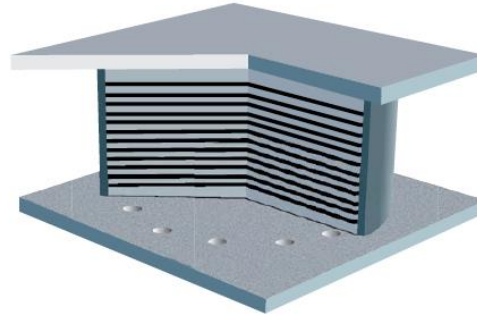
PARÁMETRO	SISMO DE DISEÑO	SISMO MÁXIMO
Desplazamiento Total Máximo:	D_{TD}	D_{TM}
Cargas Axiales Máximas:	$P_{U(dis)}$	$P_{U(max)}$
Rigidez Efectiva:	K_D	K_M
Amortiguamiento:	β_D	β_M
Periodo del edificio aislado	T_D	T_M

** Deben aparecer en la memoria de cálculo y las EE.TT.*

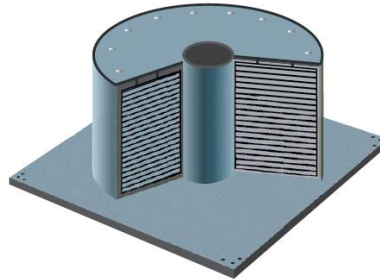


TIPOS DE AISLADORES SÍSMICOS

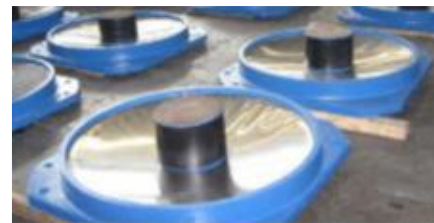
- Aisladores de Goma de Alto Amortiguamiento (HDR)



- Aisladores de Caucho Natural con Núcleo de Plomo (LRB)



- Aisladores tipo Péndulo de Fricción (FPS)



TIPOS DE AISLADORES SÍSMICOS

NEES/E-Defense Base-Isolation Tests: Effectiveness of Friction Pendulum and Lead-Rubber Bearings Systems

Tomohiro SASAKI & Eiji SATO

National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

Keri L. RYAN

University of Nevada, Reno

Taichiro OKAZAKI

Hokkaido University

Stephen A. MAHIN

University of California, Berkeley

Koichi KAJIWARA

National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention



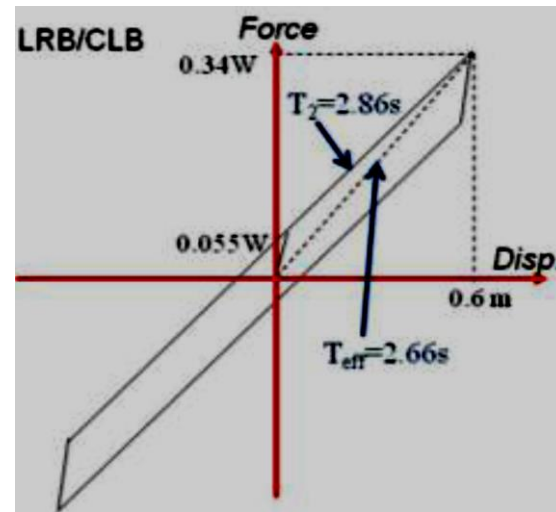
15 WCEE
LISBOA 2012

FUENTE: RYAN ET AL / NEES

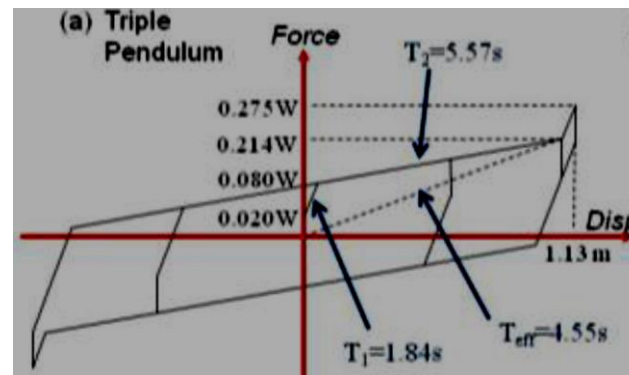


TIPOS DE AISLADORES SÍSMICOS

Aisladores de Caucho Natural con Núcleo de Plomo (LRB)



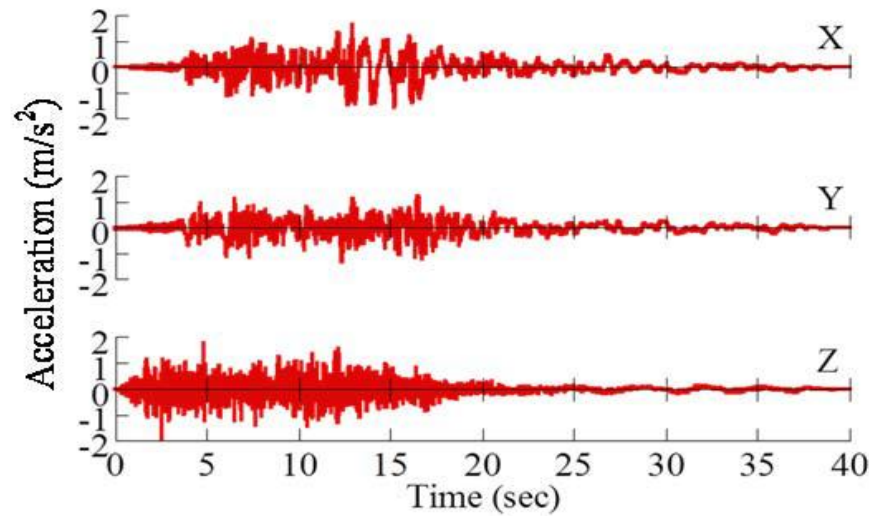
- Aisladores tipo Péndulo de Fricción (FPS)



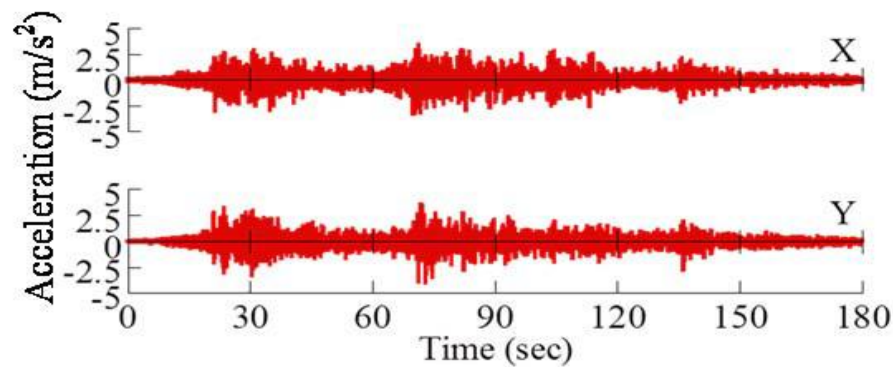
FUENTE: Ryan ET AL, E-DEFENSE, Ensayo Edificio Full Scale



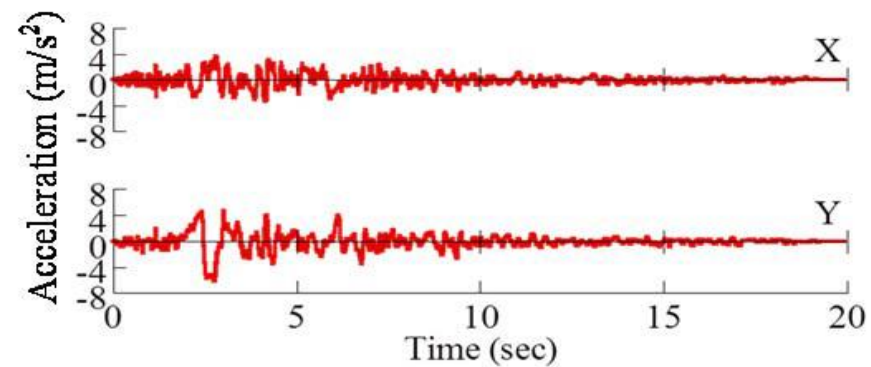
TIPOS DE AISLADORES SÍSMICOS



(a) 80% Westmorland motion



(b) 100% Iwanuma motion



(c) 88% Rinaldi motion

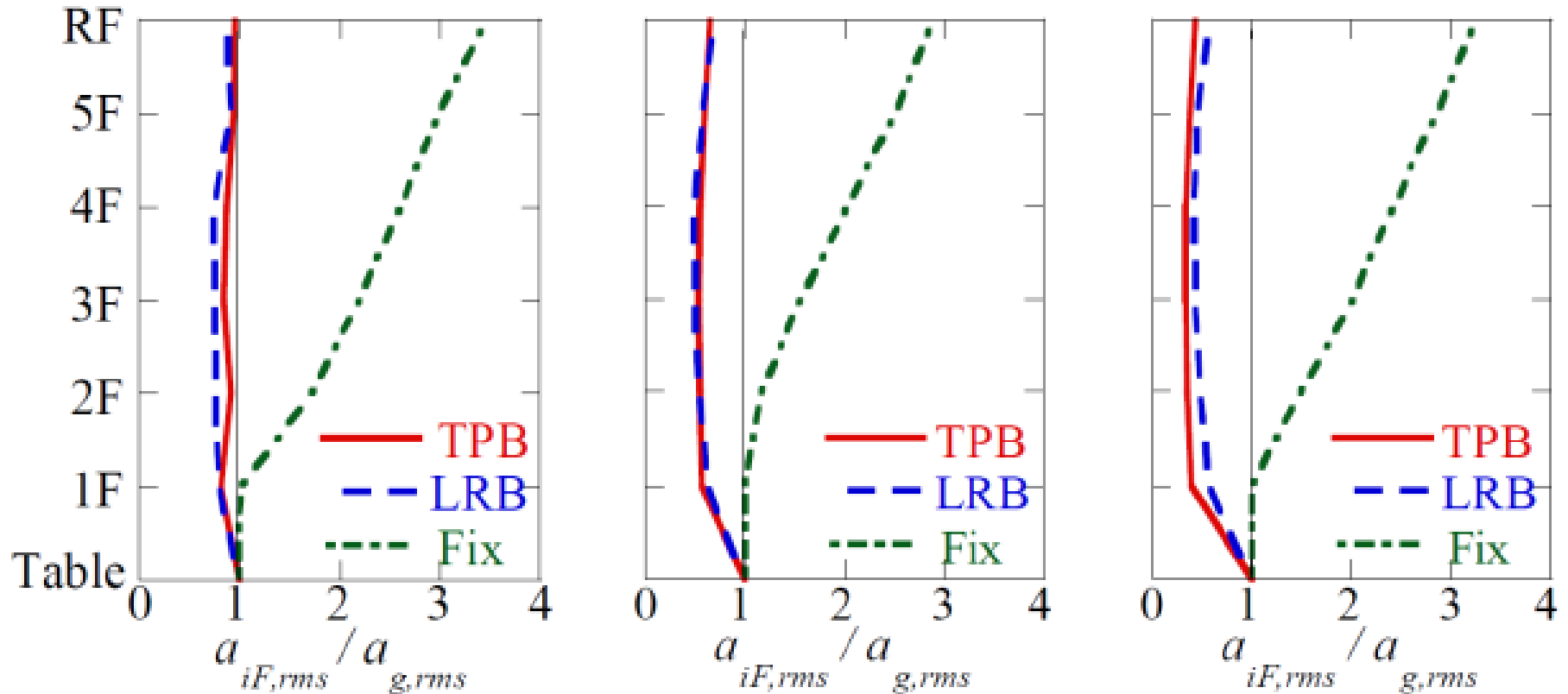
Figure 3. Imposed motions

FUENTE: *Ryan ET AL*, E-DEFENSE, Ensayo Edificio Full Scale



TIPOS DE AISLADORES SÍSMICOS

Aisladores LRB y FPS



(a) Westmorland motion

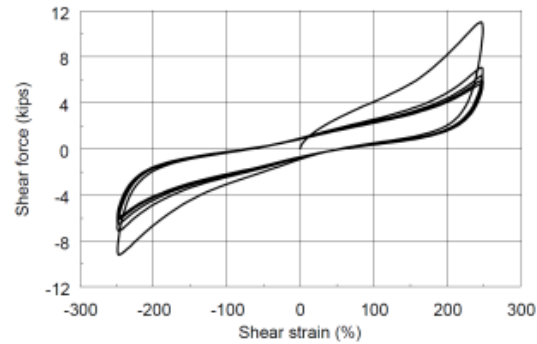
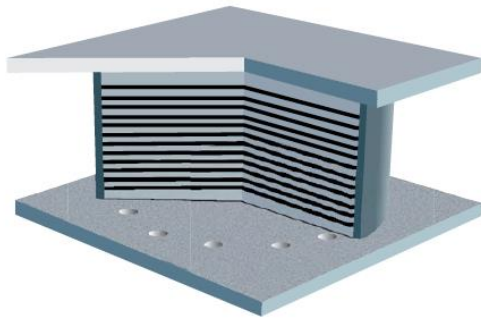
(b) Iwanuma motion

(c) Rinaldi motion



TIPOS DE AISLADORES SÍSMICOS

- Aisladores de Goma de Alto Amortiguamiento.



TIPOS DE AISLADORES SÍSMICOS

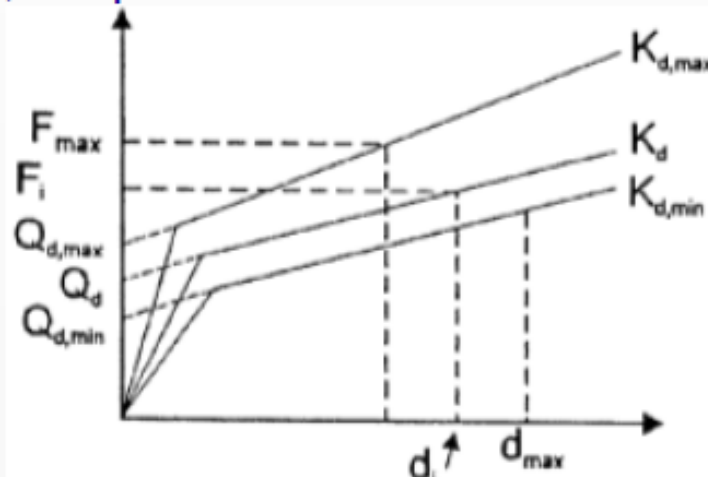
Aisladores de Caucho Natural con Núcleo de Plomo (LRB) y Aisladores de Caucho de Alto Amortiguamiento

- **Comparación:**
- Valores máximos y mínimos de las propiedades de diseño se determinan como:

$$P_{max} = \lambda_{max_a} \lambda_{max_s} \lambda_{max_t} \lambda_{max_v} P_n$$

$$P_{min} = P_n$$

donde los subíndices a , s , t y v denotan efectos de envejecimiento (ageing), scragging, temperatura y velocidad, respectivamente



TIPOS DE AISLADORES SÍSMICOS

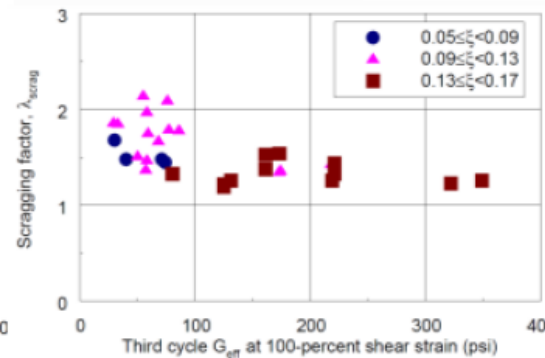
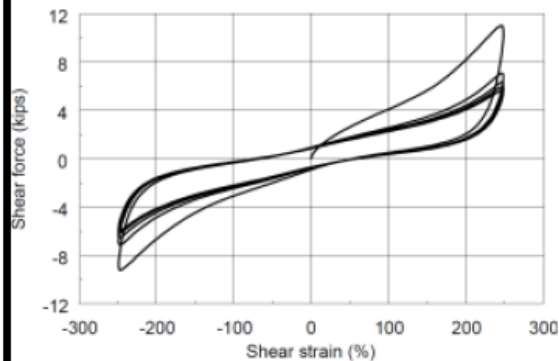
Aisladores de Caucho Natural con Núcleo de Plomo (LRB) y Aisladores de Caucho de Alto Amortiguamiento

- **Comparación:**

Valores de λ_{maxs} (scragging)

Tipo de Aislador	K_d	Q_d
Goma de alto amortiguamiento ($\beta < 0.15$)	1.2	1.2
Goma de alto amortiguamiento ($\beta > 0.15$)	1.8	1.5
Goma con núcleo de plomo	1.0	1.0

$$100\text{psi} = 7.031 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$



Thompson et al. Ensayo de aislador fabricado con goma de alto amortiguamiento



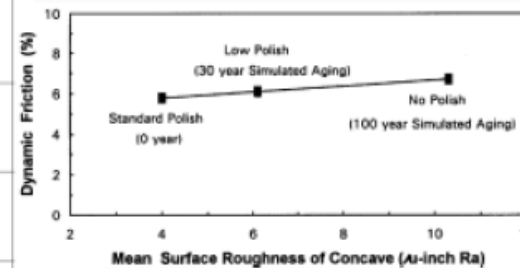
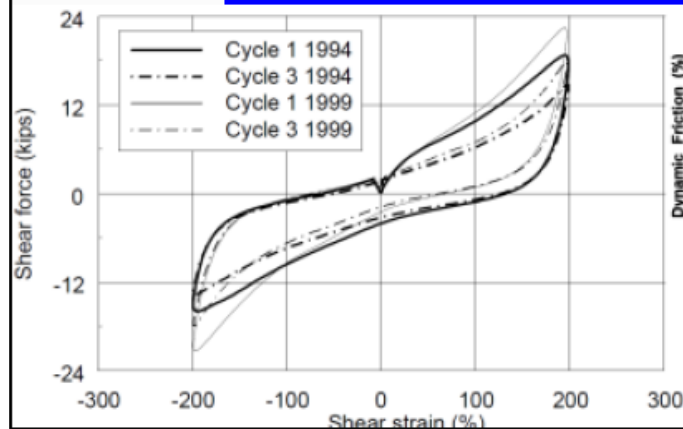
TIPOS DE AISLADORES SÍSMICOS

Aisladores de Caucho Natural con Núcleo de Plomo (LRB) y Aisladores de Caucho de Alto Amortiguamiento

- **Comparación:**

Valores de λ_{maxa} (ageing)

Tipo de Aislador	K_d	Q_d
Goma natural de bajo amortiguamiento	1.1	1.1
Goma de alto amortiguamiento	1.2-1.3	1.2-1.3
Goma con núcleo de plomo	-	1.0
PTFE no lubricado sellado (Condiciones ambientales severas)	-	1.2



Fuente: Thompson et al. Ensayo de aislador fabricado con goma de alto amortiguamiento

37



TIPOS DE AISLADORES SÍSMICOS

Aisladores de Caucho Natural con Núcleo de Plomo (LRB) y Aisladores de Caucho de Alto Amortiguamiento **Poner en dos cuadros**

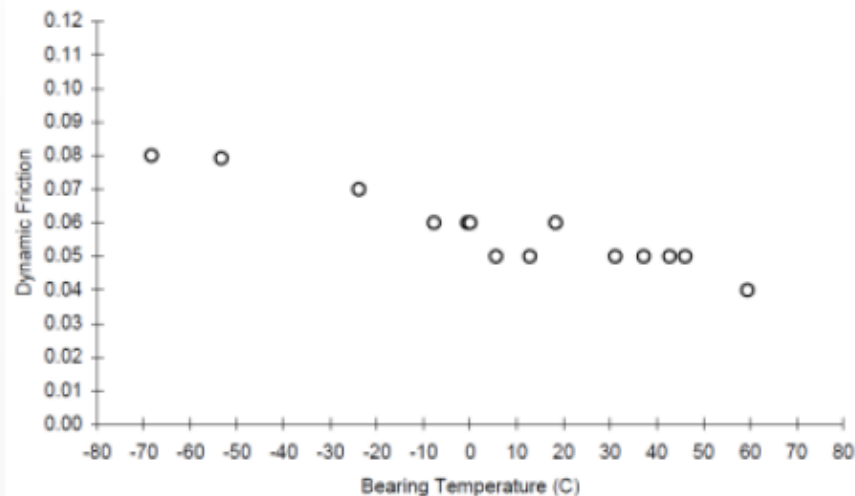
- **Comparación:**

Valores de λ_{max}

Para $T_{min}=0\text{ }^{\circ}\text{C}$

Para $T_{min}=-10\text{ }^{\circ}\text{C}$

Tipo de Aislador	K_d	Q_d	Tipo de Aislador	K_d	Q_d
Goma natural de bajo amortiguamiento	1.1	1.3	Goma natural de bajo amortiguamiento	1.1	1.4
Goma de alto amortiguamiento	1.1-1.2	1.3	Goma de alto amortiguamiento	1.2-1.4	1.4
Goma con núcleo de plomo	1.1	1.3	Goma con núcleo de plomo	1.1	1.4
PTFE no lubricado sellado (Condiciones ambientales severas)	-	1.1	PTFE no lubricado sellado (Condiciones ambientales severas)	-	1.2



35



1. REVISIÓN DE DISEÑO

- Sismicidad: Sismo Máximo Posible (SMP)

Verificar que: $S_{MP} = 1.5 \times (S_D)$

NCh2745

Tabla 3 - Factor de amplificación para el sismo máximo posible (Probabilidad de excedencia del PGA igual a 10% en 100 años)

Zona sísmica	M_M
1	1,2
2	1,2
3	1,2

Fuente: Norma Chilena NCh2745 de Aisladores Sísmicos

$$D_M = \frac{S_{M1} \cdot T_M}{4\pi^2 \cdot B_M} \quad D_D = \frac{S_{D1} \cdot T_M}{4\pi^2 \cdot B_M}$$



1. REVISIÓN DE DISEÑO

- Sismicidad: Ejemplo de diferencia Norma ASCE - Norma Chilena

CONSIDERACIONES:

- 10% AMORTIGUAMIENTO.
- EDIFICIO COMUN.
- SUELO 1.
- ZONA 3

$$D_M = \frac{S_{M1} \cdot T_M}{4\pi^2 \cdot B_M} \quad D_D = \frac{S_{D1} \cdot T_M}{4\pi^2 \cdot B_M}$$

$$\text{Norma ASCE} \quad D_M = \frac{g S_{M1} T_M}{4\pi^2 B_M} = \frac{9.81(1.5 * 0.4)(2.5)}{4\pi^2(1.2)} = 0.311m = 311mm$$

$$\text{Norma CHILENA} \quad D_M = \frac{g S_{M1} T_M}{4\pi^2 B_M} = \frac{9.81(1.2 * 0.4)(2.5)}{4\pi^2(1.37)} = 0.217m = 217mm$$

➤ **DIFERENCIA 30% !!!**



1. REVISIÓN DE DISEÑO

- Factores de Amortiguamiento:

Coeficiente de Amortiguamiento, BD o BM		
Amortiguamiento Efectivo	BD o BM (ASCE)	BD o BM (CHILE)
≤2	0.80	0.65
5	1.00	1.00
10	1.20	1.37
20	1.50	1.94
30	1.70	2.38
40	1.90	2.7
≥50	2.00	3.02

$$D_M = \frac{S_{M1} \cdot T_M}{4\pi^2 \cdot B_M}$$

$$D_D = \frac{S_{D1} \cdot T_M}{4\pi^2 \cdot B_M}$$



PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

Es un proceso iterativo, en el cual se hallan propiedades dinámicas y geométricas de tal forma que mejoren el comportamiento de la estructura ante eventos sísmicos.

NORMAS A USAR

ASCE/SEI 7-2010: Capítulo 17-Seismic Design Requirements for Seismically Isolated Structures.

RNE 2009



PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS(según ASCE/SEI 7-2010)

- PROCEDIMIENTO DE FUERZA LATERAL EQUIVALENTE
- PROCEDIMIENTO DINÁMICO
 - ESPECTRAL
 - TIEMPO - HISTORIA



PARAMETROS INICIALES

SISMO DE DISEÑO

sismo que tiene el 10% de probabilidad de ser excedido en 50 años.

SISMO MÁXIMO

sismo que tiene el 2% de probabilidad de ser excedido en 50 años: $=1.5^*$ (sismo diseño).



PERIODO Y AMORTIGUAMIENTO OBJETIVO

PERIODO: $T_{ais} = (2.5 \sim 3) \cdot T$

AMORTIGUAMIENTO:

Table 17.5-1 Damping Coefficient, B_D or B_M

Effective Damping (percentage of critical)	B_D or B_M
≤ 2	0.8
5	1.0
10	1.2
20	1.5
30	1.7
40	1.9
≥ 50	2.0



DESPLAZAMIENTO DE LA ESTRUCTURA

Desplazamiento de Diseño y Máximo

$$\Delta = \frac{S_a * T^2 * g}{4 * \pi^2 * \beta}$$

Donde:

Δ : Desplazamiento de la estructura aislada.

S_a : Aceleración espectral con 5% de amortiguamiento.

T : Periodo objetivo del sistema de aislamiento.

β : Coeficiente de amortiguamiento

g : Gravedad.



Desplazamiento de Diseño y Máximo Total

$$\Delta_T = \Delta * \left[1 + y * \frac{12 * e}{(b^2 + d^2)} \right]$$

Donde:

Δ : Desplazamiento de la estructura aislada.

ΔT : Desplazamiento total de la estructura aislada, considerando excentricidad accidental.

y : Distancia entre el centro de rigidez del sistema de aislamiento y el elemento más distante.

e : Excentricidad accidental, considerada como el 5% del lado perpendicular al sismo en análisis.

b y d : Dimensiones en planta de la estructura

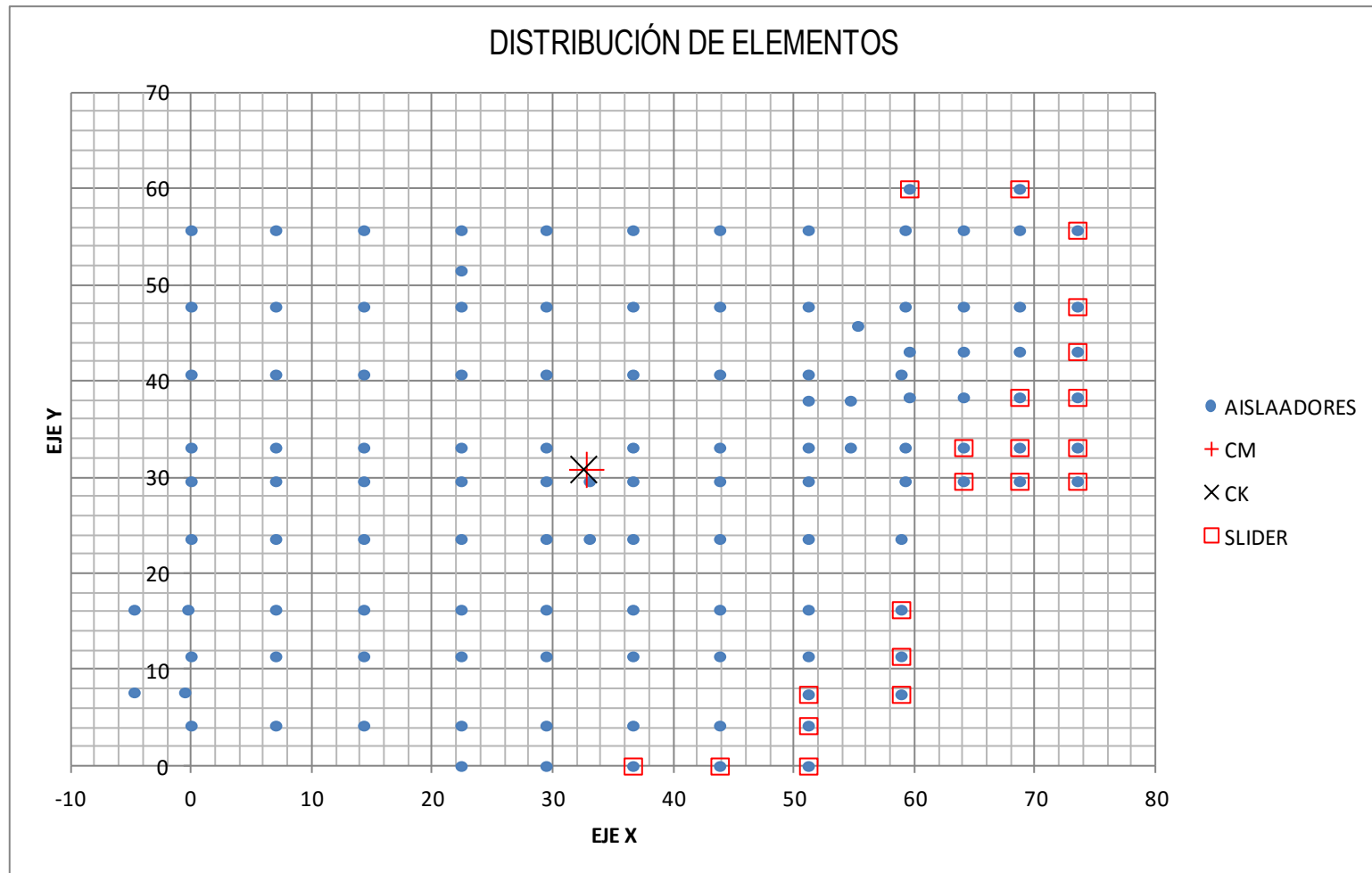
EJEMPLO DE SALIDA DE DATOS

- Desplazamiento de Diseño (D_D): $D_D=16$ cm
- Desplazamiento total de Diseño (D_{TD}): $D_{TD}=19.5$ cm
- Desplazamiento Máximo (D_M): $D_M=25$ cm
- Desplazamiento Máximo Total (D_{TM}): $D_{TM}=31$ cm



CALCULO DE CARGAS EN CADA ELEMENTO

Centro de cargas y rigidez del sistema



DISEÑO DE AISLADORES

PROPIEDADES GEOMÉTRICAS

Diámetro:

Carga Máxima: $P_u = 1.5 (CM + 0.5 \cdot CV)$

Esfuerzo máximo de compresión: $\sigma_{m\acute{a}x} = 800 \text{ tn/m}^2$

$$D_i \geq \sqrt{\frac{4 \cdot P_c}{(\pi \cdot \sigma_{m\acute{a}x})}}$$

Altura: caucho

$$H_i = \frac{D_{TM}}{1.5}$$



PROPIEDADES DINÁMICAS

K_e : Rigidez elástica

K_d o K_2 : Rigidez pos fluencia

Q_d : Fuerza de histéresis

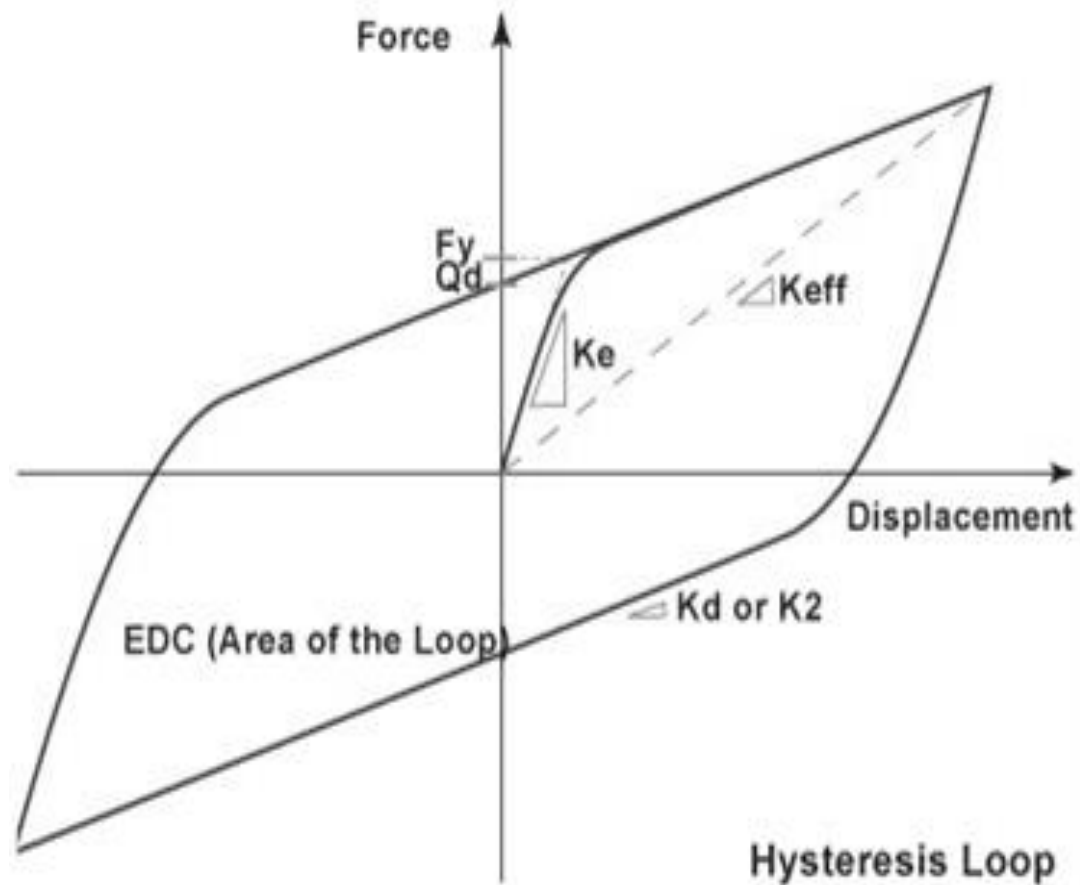
K_{eff} : Rigidez efectiva

F_y : Fuerza de fluencia

EDC: Energía disipada por ciclo



PROPIEDADES DINÁMICAS



Kd o K2: Rigidez pos fluencia

$$K_d = \frac{G * A_e}{hc}$$

Donde:

Kd: Rigidez pos-fluencia.

G : Modulo de corte, puede variar entre 30 y 90 tn/m².

A_e : Área en planta del caucho.

hc: Altura total del caucho.

Ke: Rigidez Elástica

$$K_e = 10 * K_d$$



Qd: Fuerza de Histéresis

$$Q_d = \sigma_y * A_p$$

Donde:

Q_d : Fuerza histeretica.

σ_y : Esfuerzo de fluencia del plomo, puede variar entre 670-1510 tn/m².

A_p : Área en planta del plomo.



F_y: Fuerza de fluencia

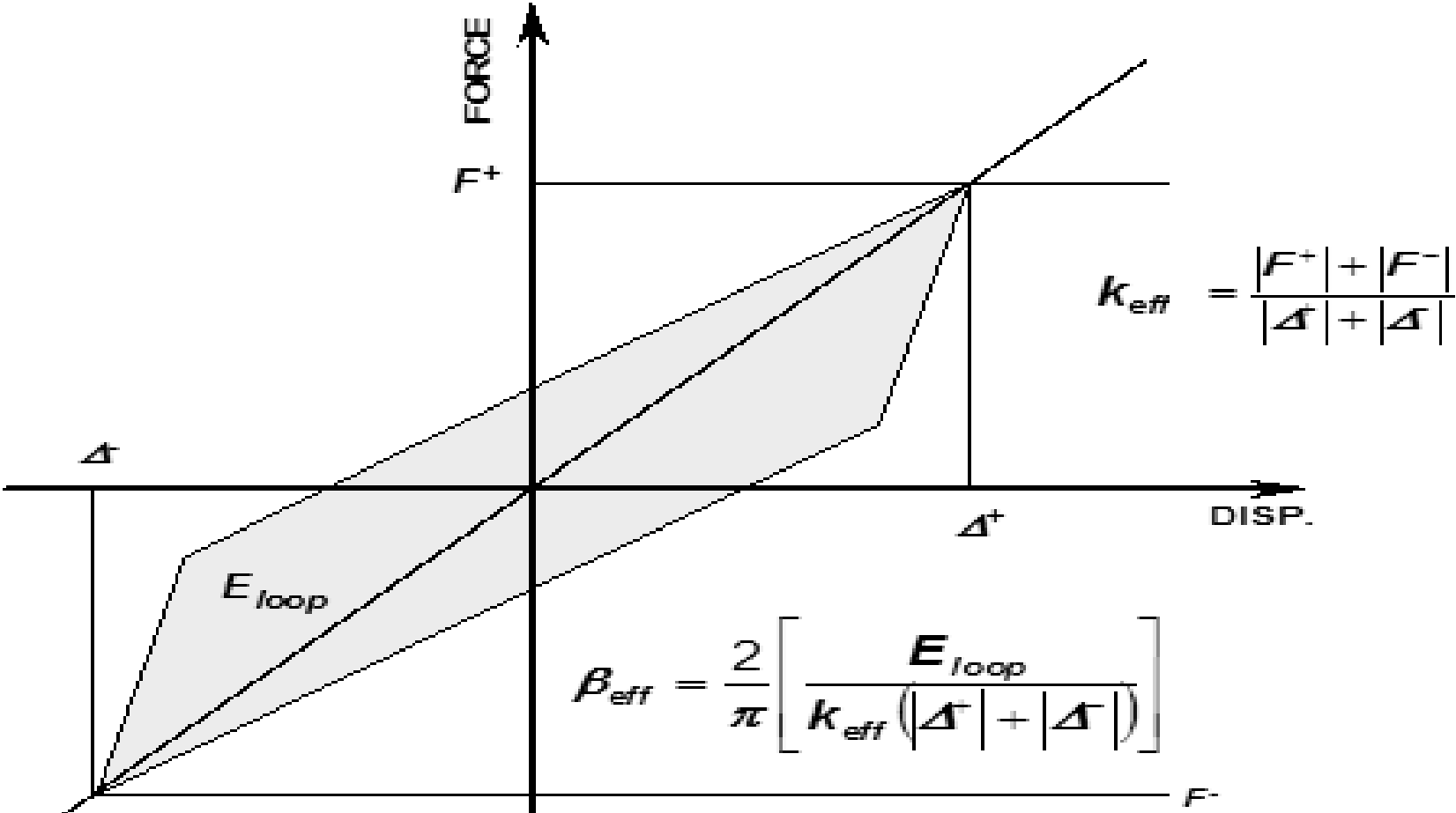
$$F_y = \frac{Q_d * K_e}{K_e - K_d}$$

Δ_y: Deformación a fluencia

$$\Delta_y = \frac{F_y}{K_e}$$



RIGIDEZ Y AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO



K_{eff} : Rigidez efectiva

$$K_{eff} = \frac{F_{max}}{\Delta} = \frac{Q_d + K_d * \Delta}{\Delta}$$

EDC: Energía disipada por ciclo

$$EDC = 4 * Q_d * (\Delta - \Delta_Y)$$



Beff: Amortiguamiento efectivo

$$\beta_{eff} = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{EDC}{K_{eff} * \Delta^2} \right)$$

Salida de datos

EJEMPLO DE SALIDA DE DATOS

- Rigidez Efectiva de Diseño (K_{effD}): $K_{effD} = 145$ tn/m
- Rigidez Efectiva Máxima (K_{effM}): $K_{effM} = 110$ tn/m
- Amortiguamiento Efectivo de Diseño (β_{effD}): $\beta_{effD} = 23$ %
- Amortiguamiento Efectivo Máximo (β_{effM}): $\beta_{effM} = 18$ %



DISEÑO DE DESLIZADORES

PROPIEDADES DINÁMICAS

Ke: Rigidez elástica

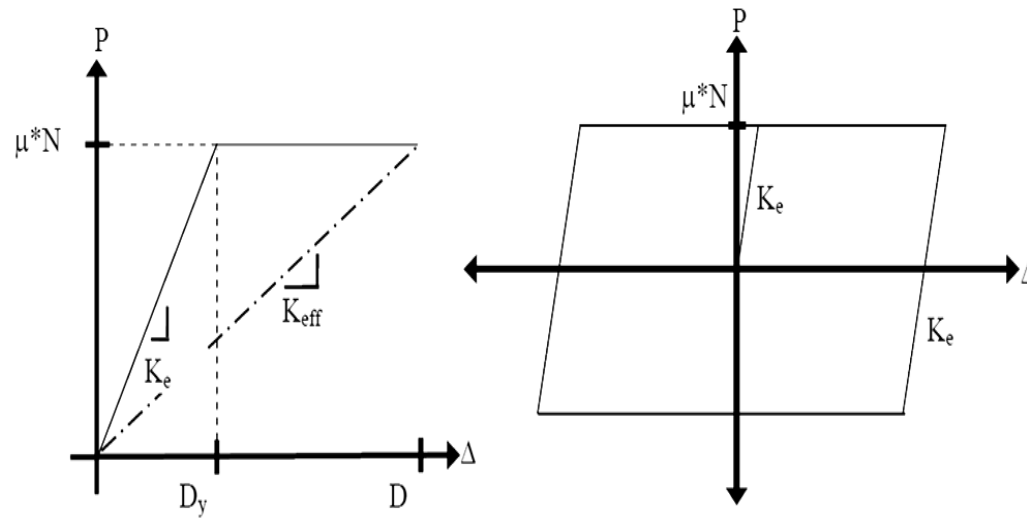
μ : Coeficiente de fricción

Keff: Rigidez efectiva

EDC: Energía disipada por ciclo



PROPIEDADES DINÁMICAS



K_{eff} : Rigidez efectiva

$$K_{eff} = \frac{\mu * N}{\Delta}$$



B_{eff}: Amortiguamiento efectivo

$$\beta_{eff} = \frac{2}{\pi} - \left(\frac{\mu * N}{\pi * \Delta * K_e} \right)$$

Salida de datos

EJEMPLO DE SALIDA DE DATOS

- Rigidez Efectiva de Diseño (K_{effD}): K_{effD} = 15 tn/m
- Rigidez Efectiva Máxima (K_{effM}): K_{effM} = 9 tn/m
- Amortiguamiento Efectivo de Diseño (β_{effD}): β_{effD} = 64 %
- Amortiguamiento Efectivo Máximo (β_{effM}): β_{effM} = 63%



PROPIEDADES DEL SISTEMA DE AISLAMIENTO

$K_{eff\ sis}$: Rigidez efectiva del sistema

$$\sum (K_{effD})$$

$\beta_{eff\ sis}$: Amortiguamiento efectivo del sistema

$$\beta_{effD} = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{EDC_T}{\sum K_{effD} * \Delta^2} \right)$$



PERIODO FUNDAMENTAL (Fuerza Lateral equivalente)

$$T_M = 2\pi \sqrt{\frac{W}{k_{Mmin} \cdot g}}$$

Este periodo debe de ser muy parecido al que se planteo al inicio y luego ser verificado en el análisis dinámico



ANÁLISIS DINÁMICO

ESPECTRO DE DISEÑO

$$A(g) = ZUCS/R(g)$$

Z : Factor de zona sísmica

U: Factor de uso=1

C: Factor de amplificación dinámica

S: Factor de suelo

R: Factor de reducción por ductilidad



ANÁLISIS EN PROGRAMAS

ANÁLISIS DINÁMICO LINEAL

Propiedades a introducir al programa
(ETABS)

- Rigidez efectiva (K_{eff})
- Factor de amortiguamiento

$$C = \frac{EDC}{2 \cdot D \cdot \pi^2} T$$



Verificaciones:

- El modo fundamental no debe de presentar torsión.
- Las derivas de entrepiso son verificadas con el sismo de diseño.
- Se verifican las tracciones en los aisladores y deslizadores.
- Desplazamientos en la base



DISEÑO DE SUPER-ESTRUCTURA

$$V_{s.min} = \frac{k_{Dm\acute{a}x} \cdot D_D}{R_1}$$

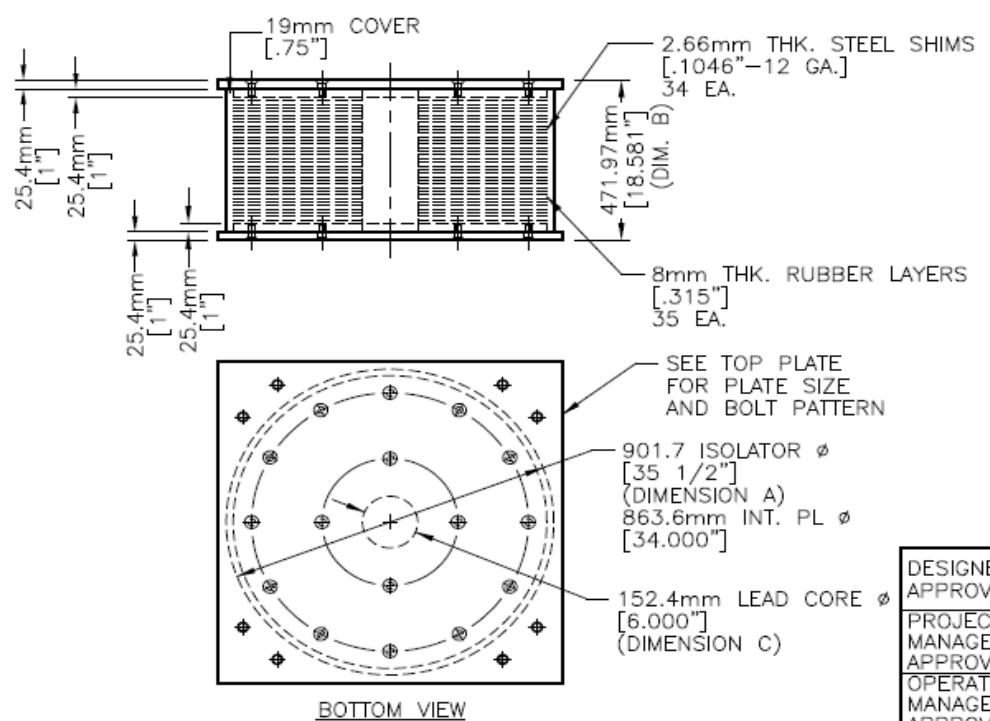
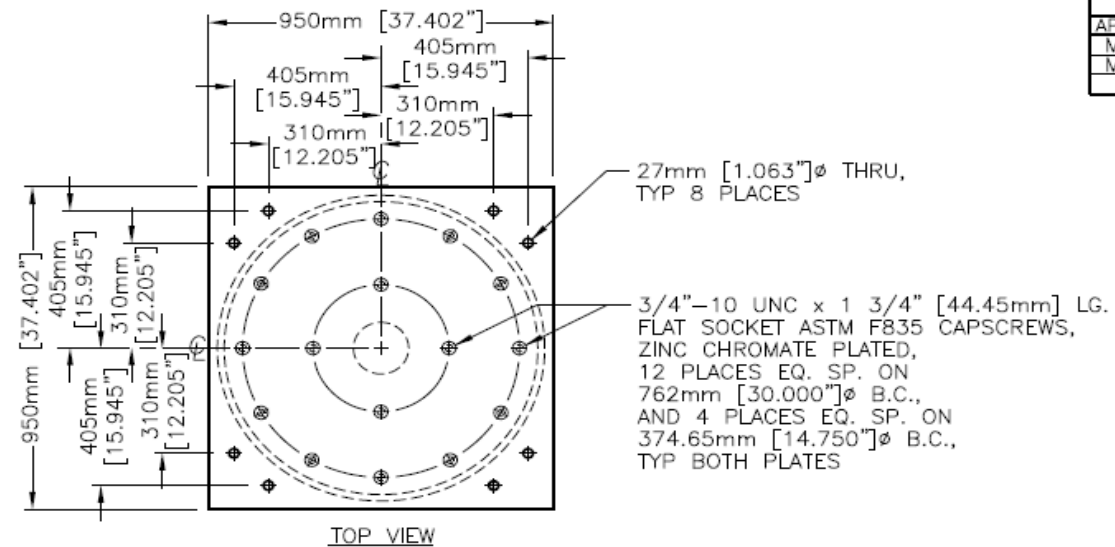
$$1 \leq R_1 = \frac{3}{8} \cdot R \leq 2$$

DISEÑO DE SUPER-ESTRUCTURA

$$V_{b.min} = k_{Dm\acute{a}x} \cdot D_D$$



REVISION STATUS			
APPR	REV	DATE	DESCRIPTION
MS	0	5/9/16	ISSUED FOR APPROVAL
MS	1	5/18/16	REV. DWG. #-REISSUED FOR APPROVAL




- NOTES:
- MATERIALS:
EXTERNAL STEEL PL's ASTM A572 GR. 50.
INTERNAL STEEL PL's ASTM A36.
ALL STEEL SHIMS ASTM A1011 GR. 36.
INTERNAL RUBBER IS DIS TYPE 0.41 MPa.
EXTERNAL RUBBER IS DIS TYPE E100S.
 - DIMENSIONS ARE IN UNITS NOTED.
 - DO NOT SCALE THIS DRAWING.
 - FINISH:
PRIMER- AMERCOAT 68HS, DFT 3 MILS (75 MICRONS).
TOPCOAT- AMERCOAT 450HS, DFT 3 MILS (75 MICRONS).

ISOLATOR DIMENSION TABLE			
		TYPE LRB A ISOLATOR	
		C901.7/471.97/152.4	
QUANTITY		36+2	
		TARGET	TOL./ALLOWABLE
A	Isolator Diameter	901.7mm \pm 2mm	\pm 4mm
B	Overall Isolator Ht.	471.97mm \pm 4mm	\pm 6.35mm
C	Lead Core Diameter	152.4mm	\pm 2mm
D	Parallelity	1/300	1/200
Estimated Weight		2,799 lb./1,270 kg	
Measurements are taken at 20°C.			

- GENERAL TOLERANCES:
- ENDPLATE PLAN DIMENSIONS: \pm 1.6mm.
 - BOLT HOLE LOCATIONS: \pm 0.8mm.
 - PLATE THICKNESS: \pm 1.6mm.
 - PLATE FLATNESS: \pm 1.6mm.

THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF DYNAMIC ISOLATION SYSTEMS, INC. INFORMATION AND KNOW-HOW HEREIN ARE CONFIDENTIAL AND MAY NOT BE USED, REPRODUCED OR REVEALED TO OTHERS EXCEPT IN ACCORDANCE WITH THE CONTRACT OR OTHER WRITTEN PERMISSION OF DYNAMIC ISOLATION SYSTEMS, INC. ANY REPRODUCTIONS IN WHOLE OR IN PART SHALL INCLUDE THIS NOTATION.

 DYNAMIC ISOLATION SYSTEMS	DESIGNER APPROVAL	MS
	PROJECT MANAGER APPROVAL	-
DIS SEISMIC ISOLATORS		
Mariano Galvez University, Guatemala		
Type LRB A Isolator		
DWG. NO. 295-100		DRAWN: JAD ORIG: 5/9/16
OPERATIONS MANAGER APPROVAL	ES	



Prototype Test Sequence

Test ID	Test Order	Vertical Load (ton)	Number of Cycles	Shear Strain (%)	Displ. (mm)	Acceptance Criteria / Comments
A	1	205.4	20	8%	24	Notes 1, 2
B	2a	205.4	3	21%	59	Notes 2, 3
C	2b	205.4	3	42%	118	Notes 2, 3
D	2c	205.4	3	84%	235	Notes 2, 3, 4
E	2d	205.4	3	156%	438	Notes 2, 3
F	2e	211.4	3	21%	59	Notes 2, 3
G	2f	211.4	3	42%	118	Notes 2, 3
H	2g	211.4	3	84%	235	Notes 2, 3
I	2h	211.4	3	156%	438	Notes 2, 3
J	2i	172.2	3	21%	59	Notes 2, 3
K	2j	172.2	3	42%	118	Notes 2, 3
L	2k	172.2	3	84%	235	Notes 2, 3
M	2l	172.2	3	156%	438	Notes 2, 3
N	3	205.4	3	193%	540	Note 2
O1	4a	205.4	5	84%	235	Notes 2, 5, 6
O2	4b	205.4	5	84%	235	Notes 2, 5, 6
P	5a	485.5	1	193%	540	Notes 2, 7
Q	5b	0.0	1	193%	540	Notes 2, 7


Revision Status			
Approval	Rev.	Date	Description
MS	0	5/17/2016	Issued for Approval

Testing to be Performed at DIS Test Facility in McCarran, NV

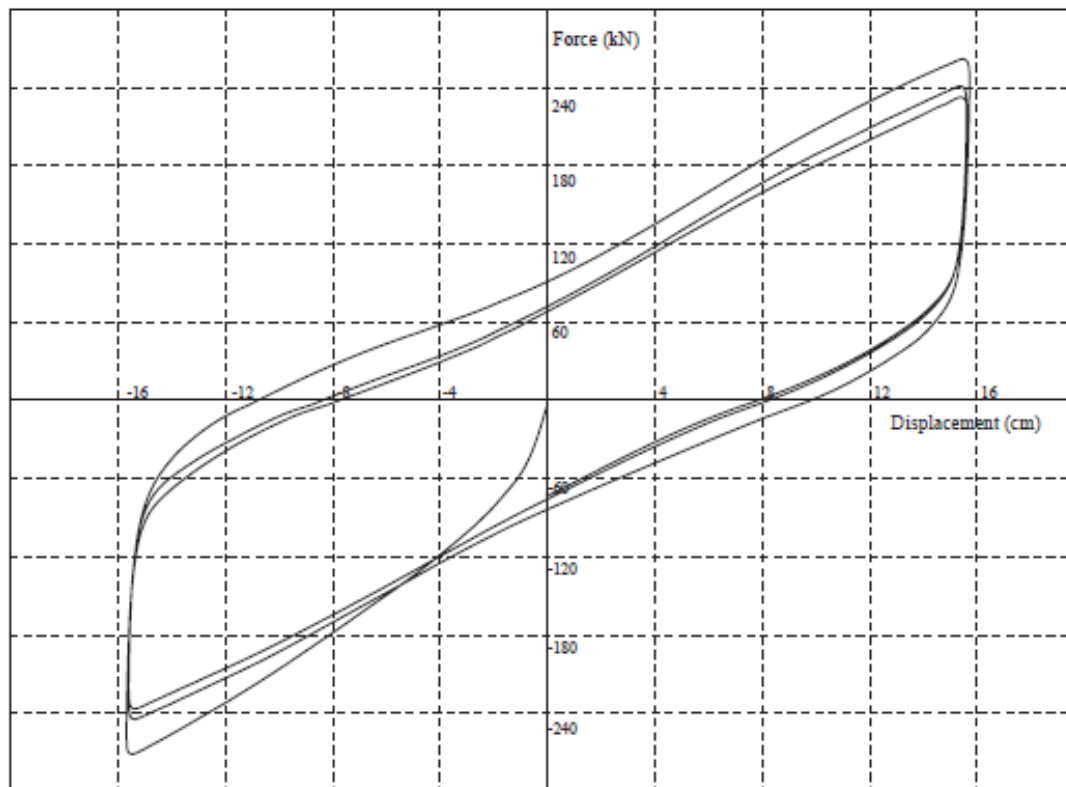
Other Requirements	
	Description
Video	N/A
Photo	N/A
Other	

Notes:

1. This is a displacement controlled test.
2. All isolators shall exhibit positive incremental stiffness.
3. K_{eff} at any cycle shall be within 15% of $K_{eff-ave}$.
4. Acceptance Criteria:
 $124.96 \text{ ton/mm} < K_{eff-ave} < 187.44 \text{ ton/mm}$
 $EDC > 10.2 \text{ kN-m}$
5. K_{eff} cycle 1 shall be within 20% of K_{eff} at any cycle.
6. β cycle 1 shall not decrease more than 20%.
7. Isolators shall remain stable.

Customer Approval	--	 DYNAMIC ISOLATION SYSTEMS Mariano Galvez University TYPE A - ISOLATION BEARINGS PROTOTYPE TESTING TEST MATRIX NO. 295-100-01
Des. Eng. Approval	MS	
Proj. Mng. Approval	--	
Test Mng. Approval	--	





Job: 219 (National University Library) Test Name : 28132-001.dat

Class: Production Type: A Isolators 18522 & 18508 Tested: 10/24/2013 11:57:12 AM

Test Type: Production Test Matrix ID: A (Load: 5886kN, Displacement: 155mm)

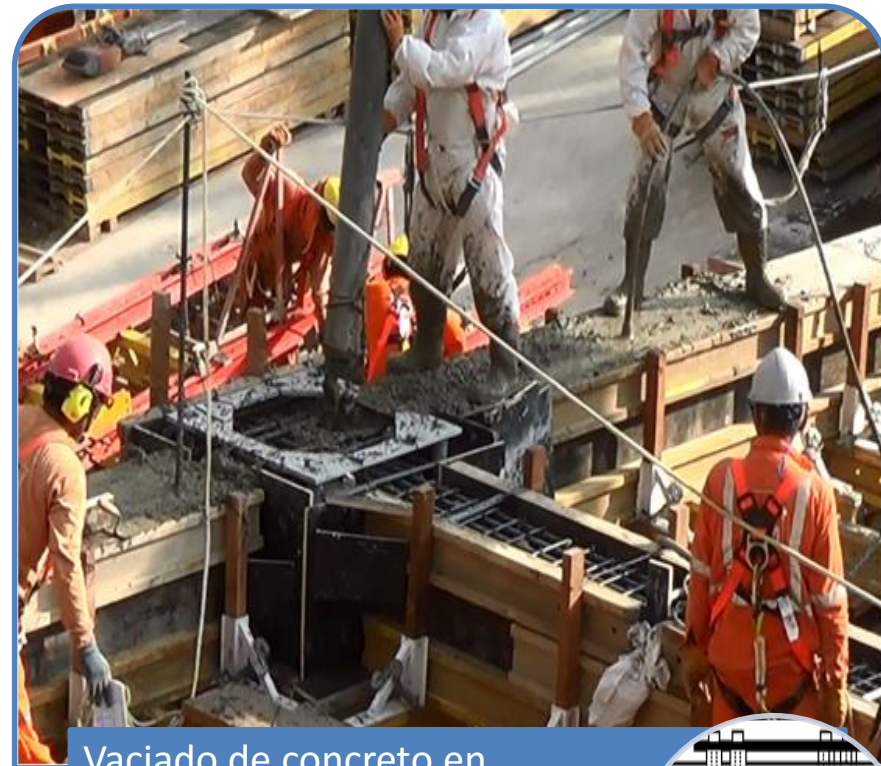
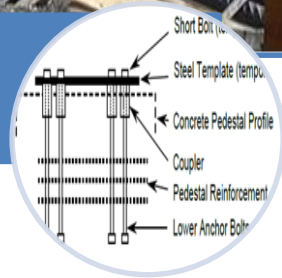
<u>Cycle</u>	<u>Dmax(cm)</u>	<u>Fmax(kN)</u>	<u>Keff(kN/cm)</u>	<u>Od(kN)</u>	<u>EDC(kN.cm)</u>	<u>K2fit(kN/cm)</u>	<u>V(cm/min)</u>
1	15.70	266.70	16.99	87.34	5949.8	10.84	138.22
2	15.61	242.91	15.57	73.88	5100.5	10.25	148.11
3	15.62	234.61	15.02	70.10	4770.3	10.06	148.25
AVERAGE	15.64	248.08	15.86	77.1	5273.5	10.38	144.9



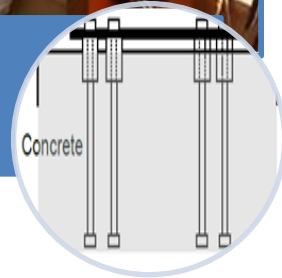
* Verificar dimensiones de los aisladores con el fabricante



Colocacion de anclajes que quedaran embebidos en el concreto de la subestructura



Vaciado de concreto en pedestal que soportara el aislador

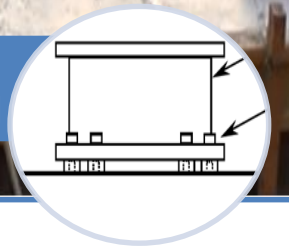




Izaje de aisladores en obra

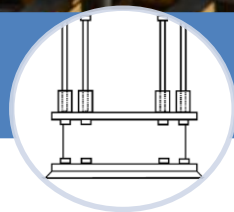


Montaje de los aisladores sobre pedestal

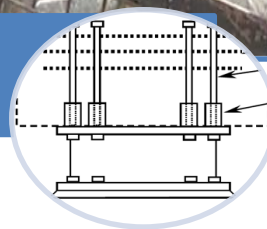




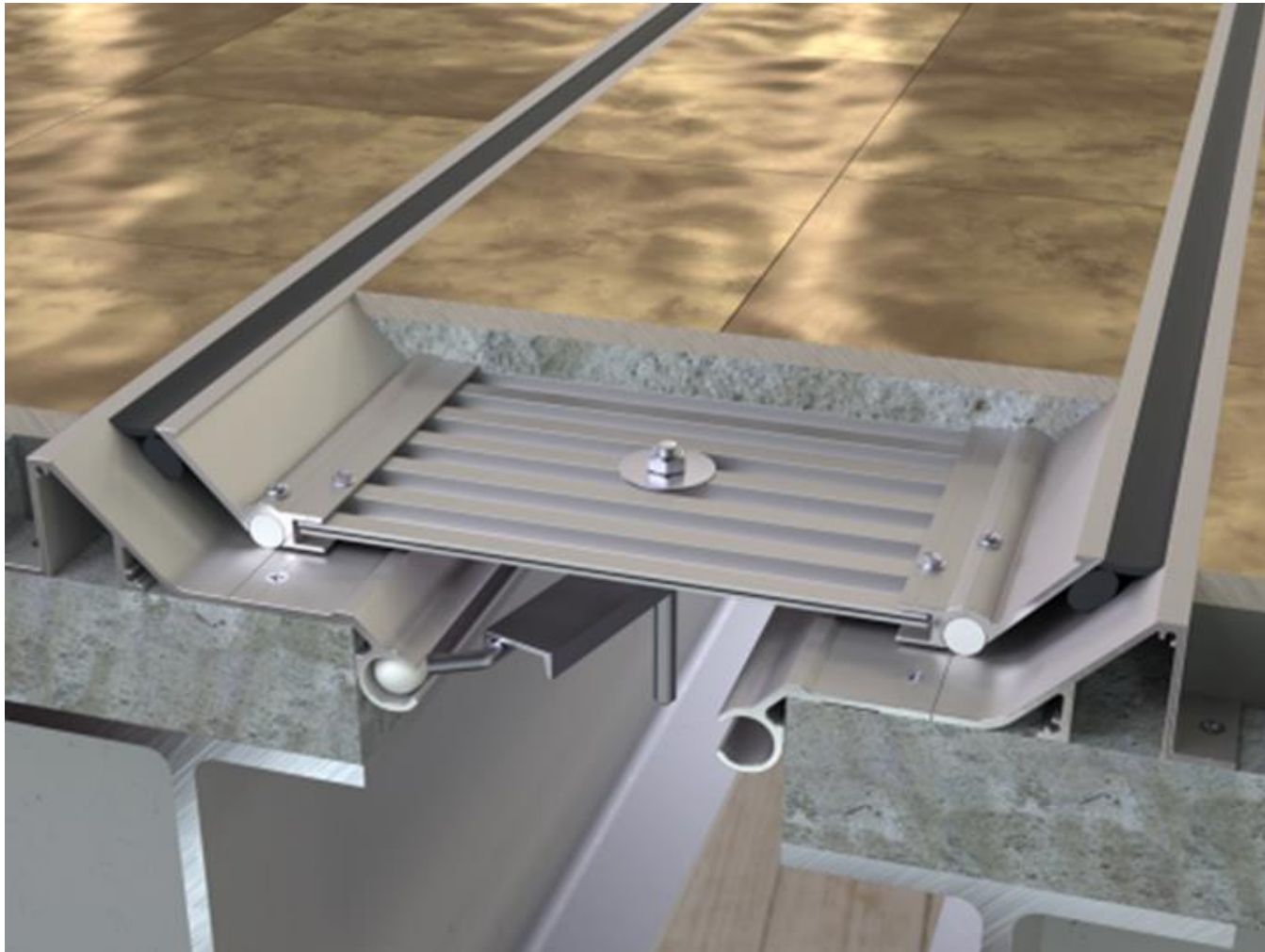
Colocacion de anclajes superiores



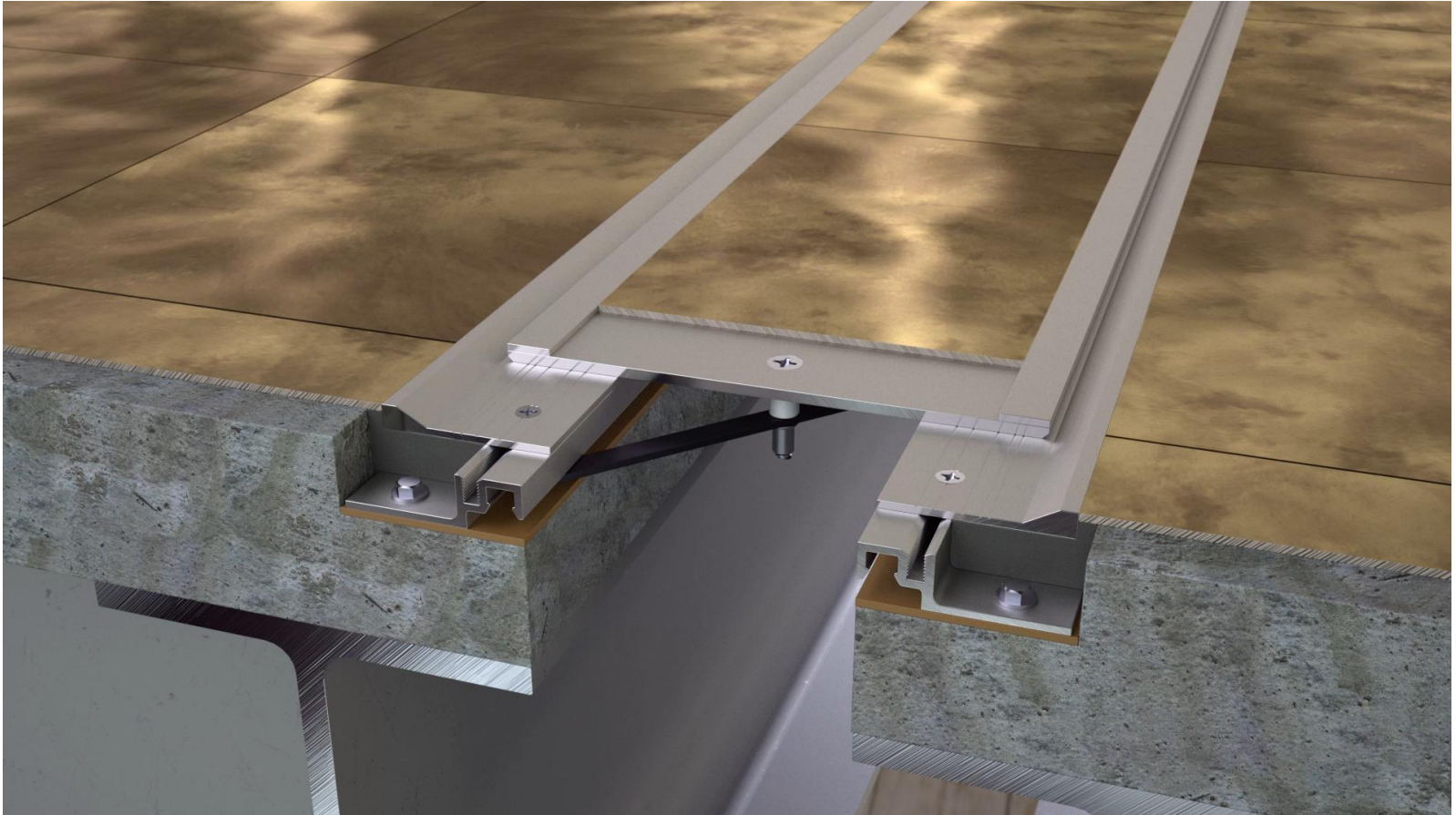
Montaje de columnas y vigas sobre el aislador



Juntas sísmicas



Video

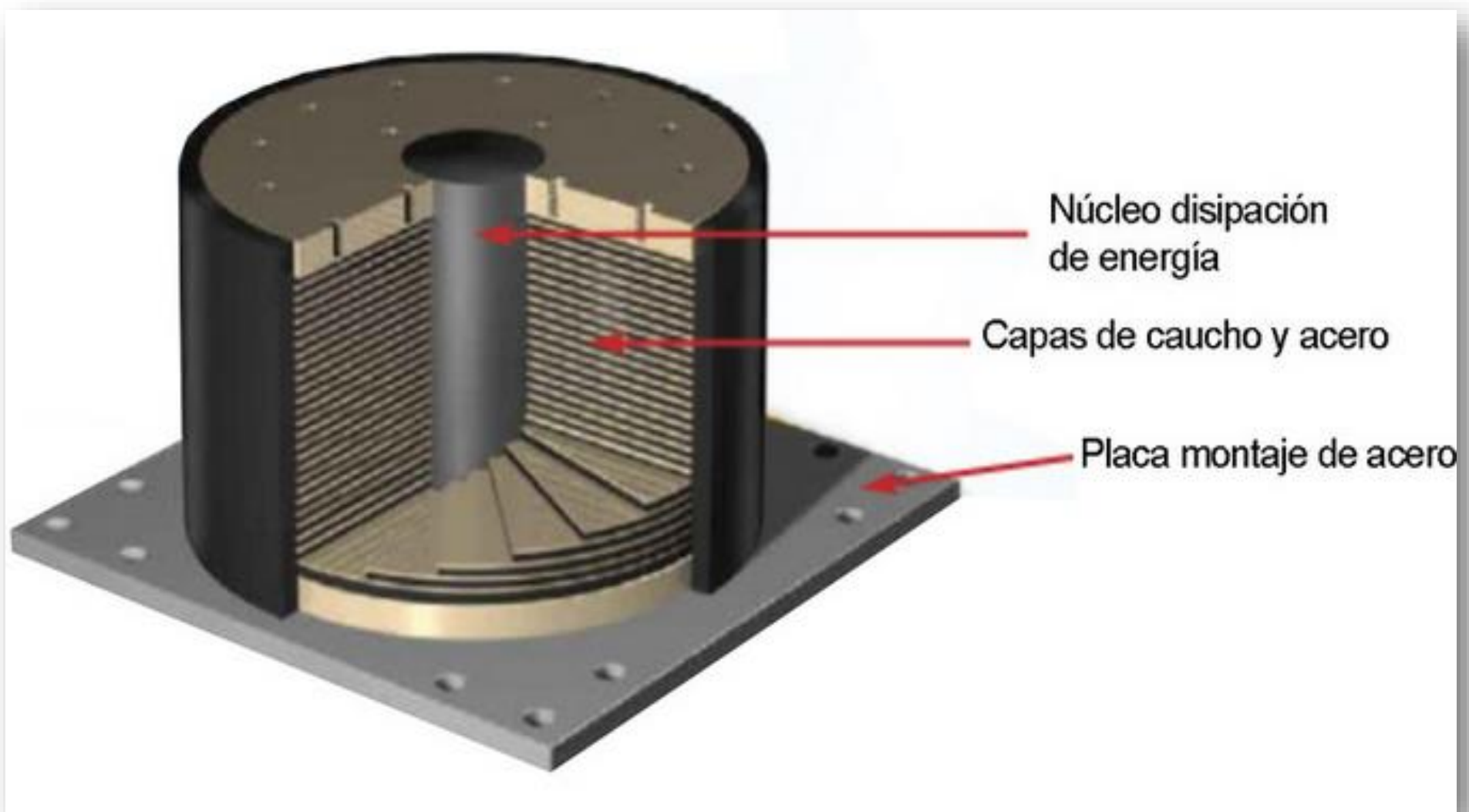


Aisladores Sísmicos: Líderes en el mundo

Dinamic Isolation System



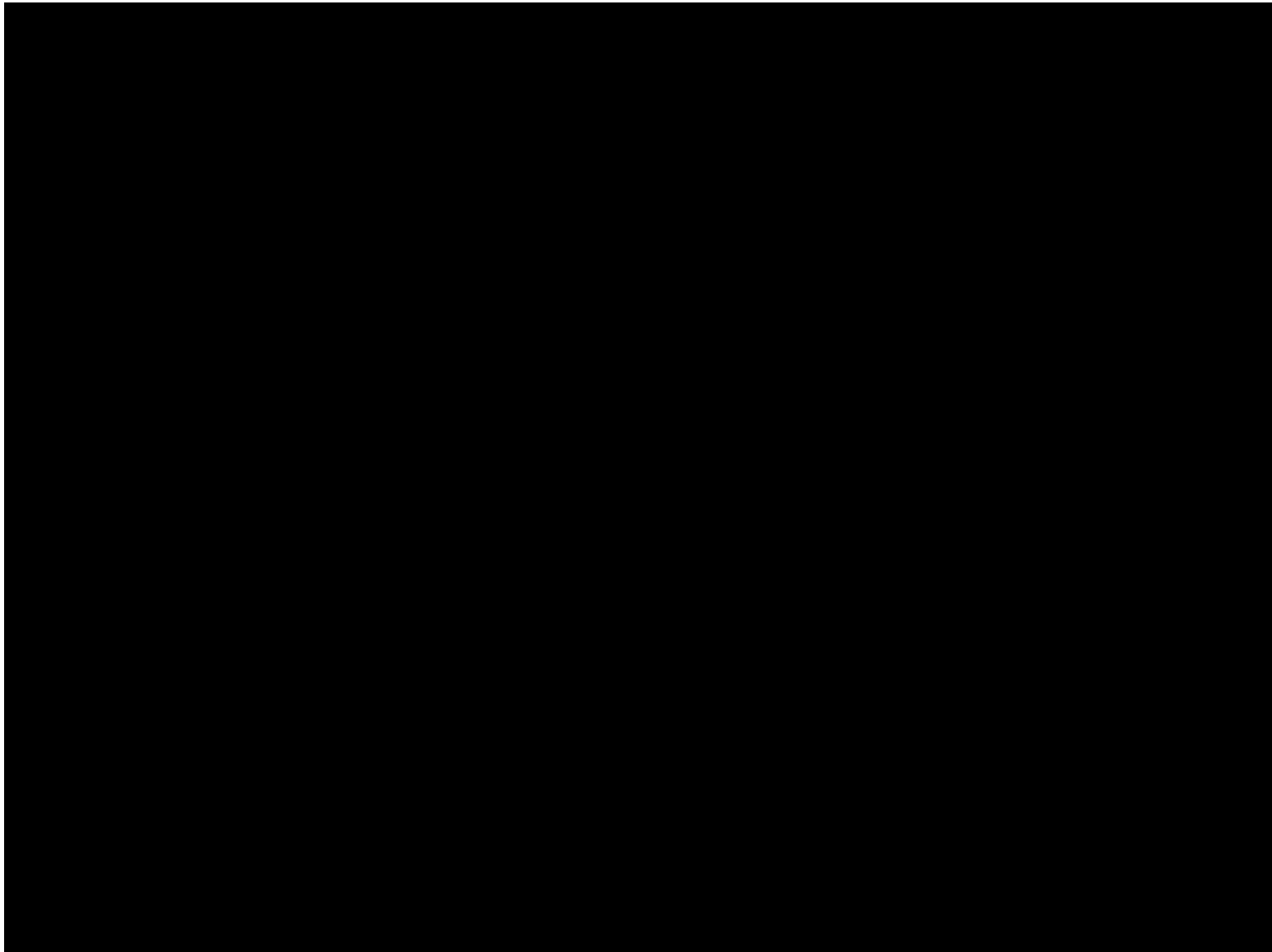
Partes de un Aislador sísmico



Experiencia: DIS fue fundada en 1982, Localizada en Reno-Nevada

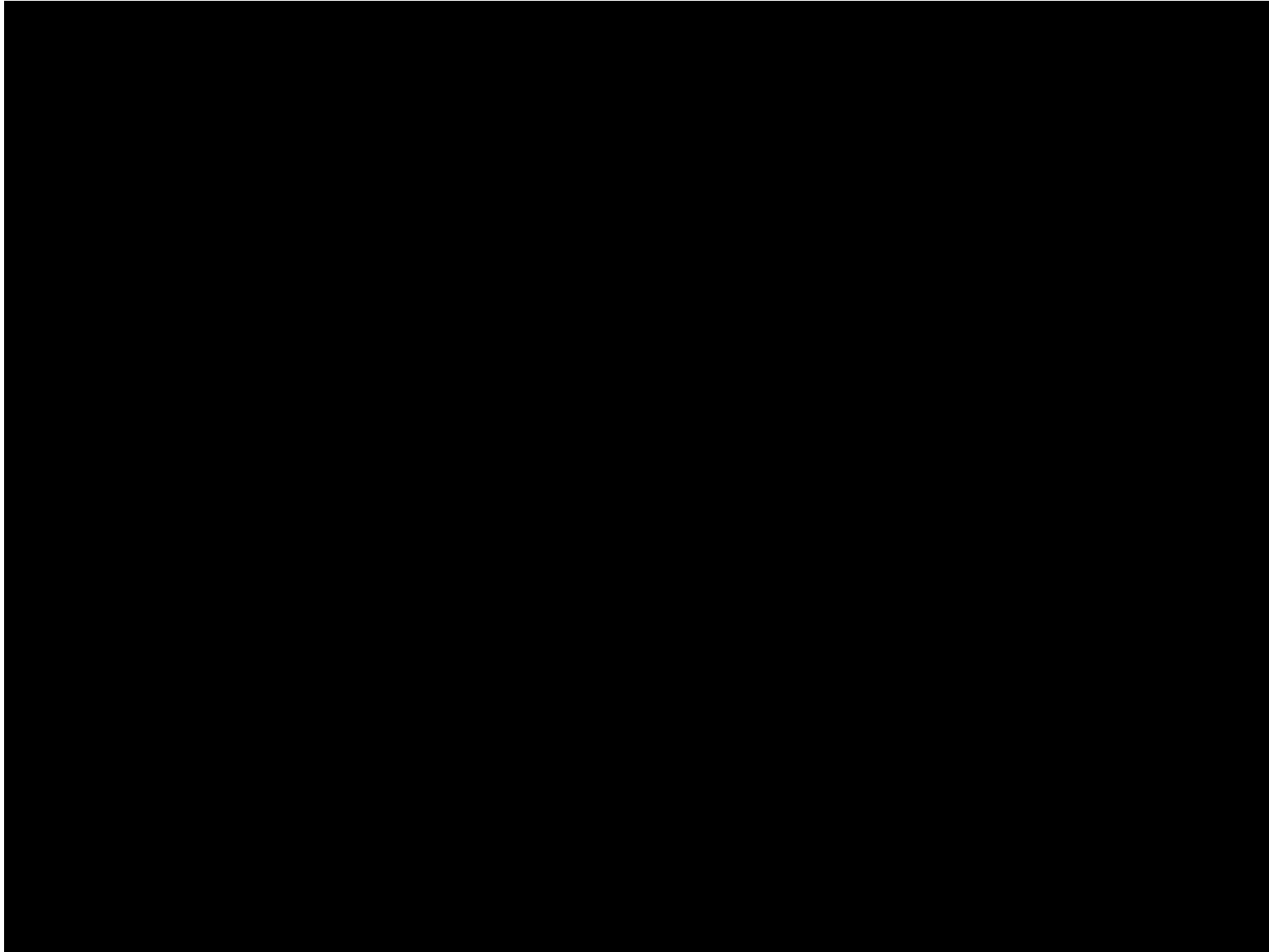


CRITERIOS A TENER EN CUENTA EN LA CALIDAD DEL DISPOSITIVO



Ensayo de aislador DIS llega a velocidades de **150 cm/seg**

CRITERIOS A TENER EN CUENTA EN LA CALIDAD DEL DISPOSITIVO



Ensayo de aislador DIS llega a deformaciones de 400%

CAPACIDAD AXIAL

EDIFICIO ÑUÑO A CAPITAL – CHILE. EDIFICIO DE
75m. (28 PISOS) CARGAS DE 4000
TONELADAS POR AISLADOR USARA
AISLADORES DIS



CRITERIOS A TENER EN CUENTA EN LA CALIDAD DEL DISPOSITIVO



CAPACIDAD AXIAL

EDIFICIO EN YOKOHAMA – JAPON,
33 PISOS CON AISLADORES DIS

Experiencia

NUESTRAS SOLUCIONES ANTISÍSMICAS EN EL MUNDO



Son más de 20
mil aisladores
instalados en todo
el mundo



Son más de 18
mil disipadores en
el mundo



Experiencia



Experiencia

ESTRUCTURAS HISTÓRICAS

El Capitolio en
Utah



El City Hall en
Oakland



Parlamento de
Nueva Zelanda



Experiencia: Tan Tzu Hospital en Taiwán-560 aisladores



Proyectos en Japón: mas de 130 proyectos

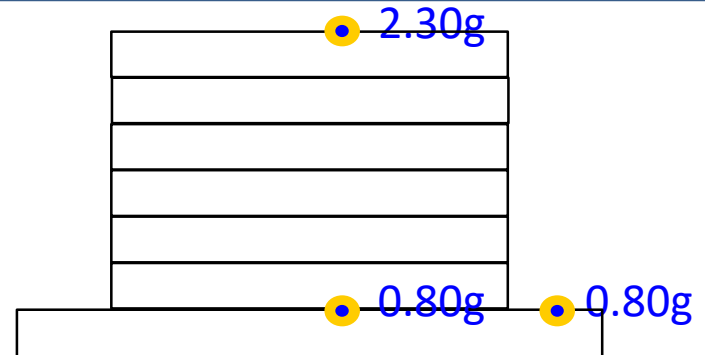
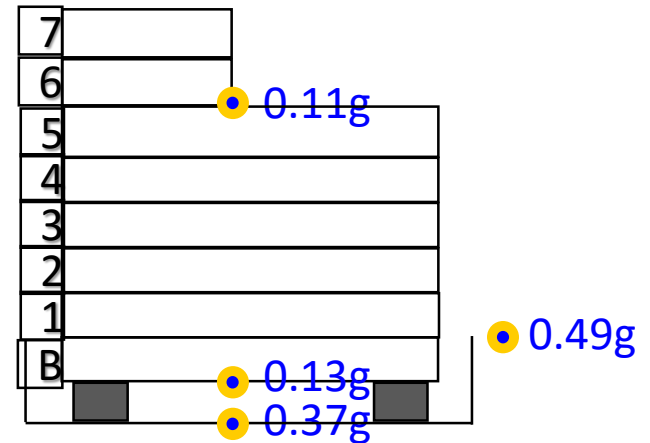


Experiencia



USC Medical Center durante terremoto de Northridge en 1994 (con aisladores DIS)

Estructura aislada



Olive View Hospital
Northridge - January 17, 1994

Puentes: Patria Aqueducto, Montreal Bridge



Nueva Sede
Corporativa Gym
28 Aisladores
8 Deslizadores





Nueva Sede UTEC / UBICACIÓN: BARRANCO / 155 Aisladores / INGENIERIA: GCAQ



HOSPITAL BELLAVISTA



EDIFICIO MULTIFAMILIAR MADRE- 17 PISOS

Aplicaciones en Perú



HOSPITAL DE MOQUEGUA

Disipadores sísmicos

CDV INGENIERÍA
ANTISISMICA



ADAS y fricción:

1. CRITERIOS PRELIMINARES

Fallan por fatiga: actúan ante cualquier sollicitación por lo que sufrirán de desgaste permanente y tendrá una capacidad limitada de ciclos de carga y descarga.

Testeos: No se puede probar uno a uno. No son industrializados.

Falla propiedades internas del metal: variaciones químicas entre capas que alteran las propiedades del acero que hacen inconsistente su resistencia.

Fallas de material: No regresarán a su posición original.



Disipadores de Fluido Viscoso

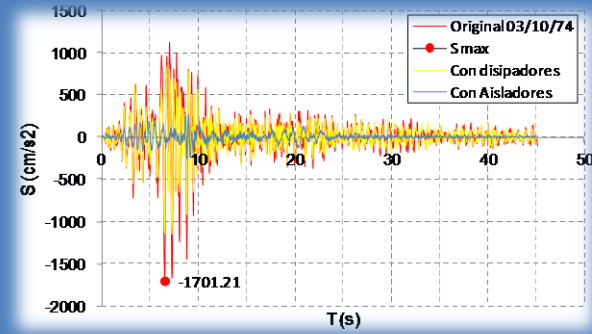
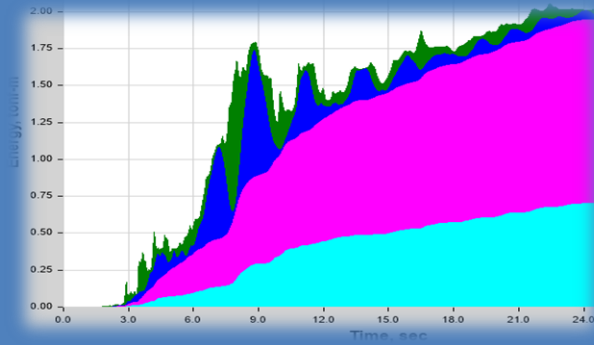


Disipadores Viscosos

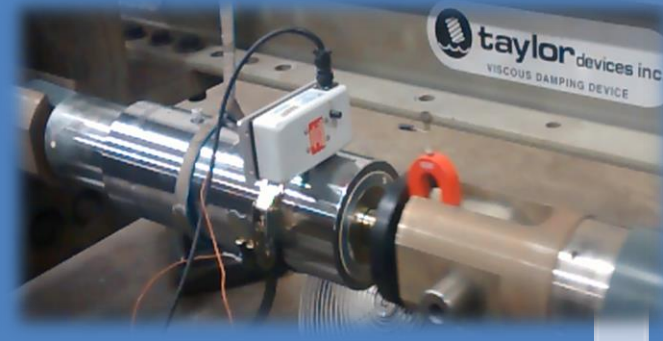


PRINCIPALES GRUPOS DE CRITERIOS

1. DISEÑO



2. PRODUCTO



3. CONSTRUCCIÓN



1. REVISIÓN DE DISEÑO

- Referencia normativa: ASCE 7-10



Elaborado por La **SOCIEDAD AMERICANA DE INGENIEROS CIVILES (ASCE)**, colegio profesional fundado en 1852, representa a ingenieros civiles de todo el mundo. La **más antigua** de las sociedades de ingeniería en los EE. UU.

ULTIMA VERSIÓN: 2010

CAPITULOS ESPECIALES:

CAPITULO 17.- Requerimientos de diseño para estructuras **aisladas** sísmicamente.

CAPITULO 18.- Requerimientos de diseño para estructuras con sistema de **amortiguamiento**.



1. REVISIÓN DE DISEÑO

- Sismicidad: Sismo Máximo Posible (SMP)

$$\text{Verificar que: } S_{MP} = 1.5 \times (S_D)$$

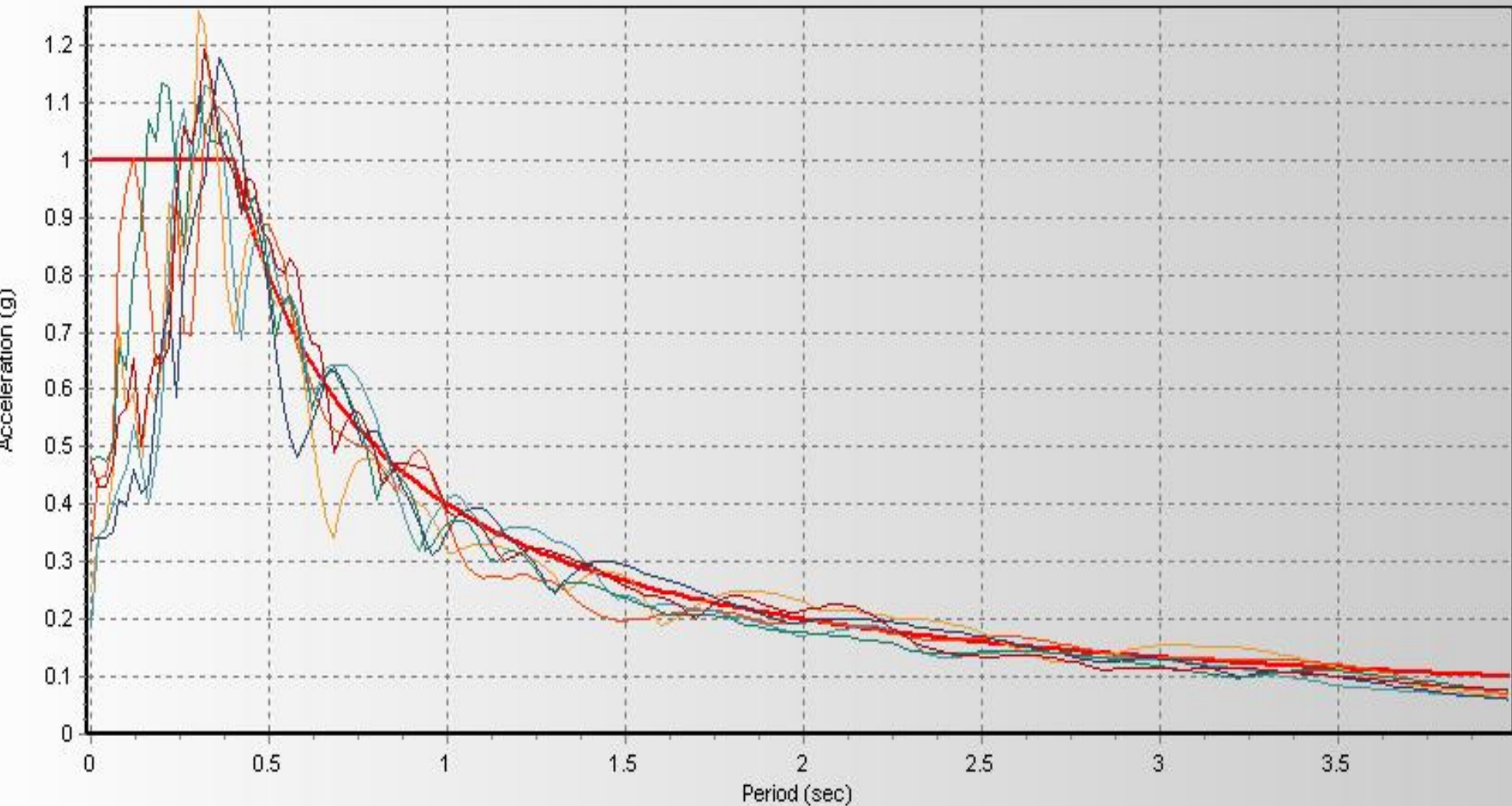
- Factores de Amortiguamiento:

Coeficiente de Amortiguamiento, BD o BM	
Amortiguamiento Efectivo	BD o BM (ASCE)
≤2	0.80
5	1.00
10	1.20
20	1.50
30	1.70
40	1.90
≥50	2.00



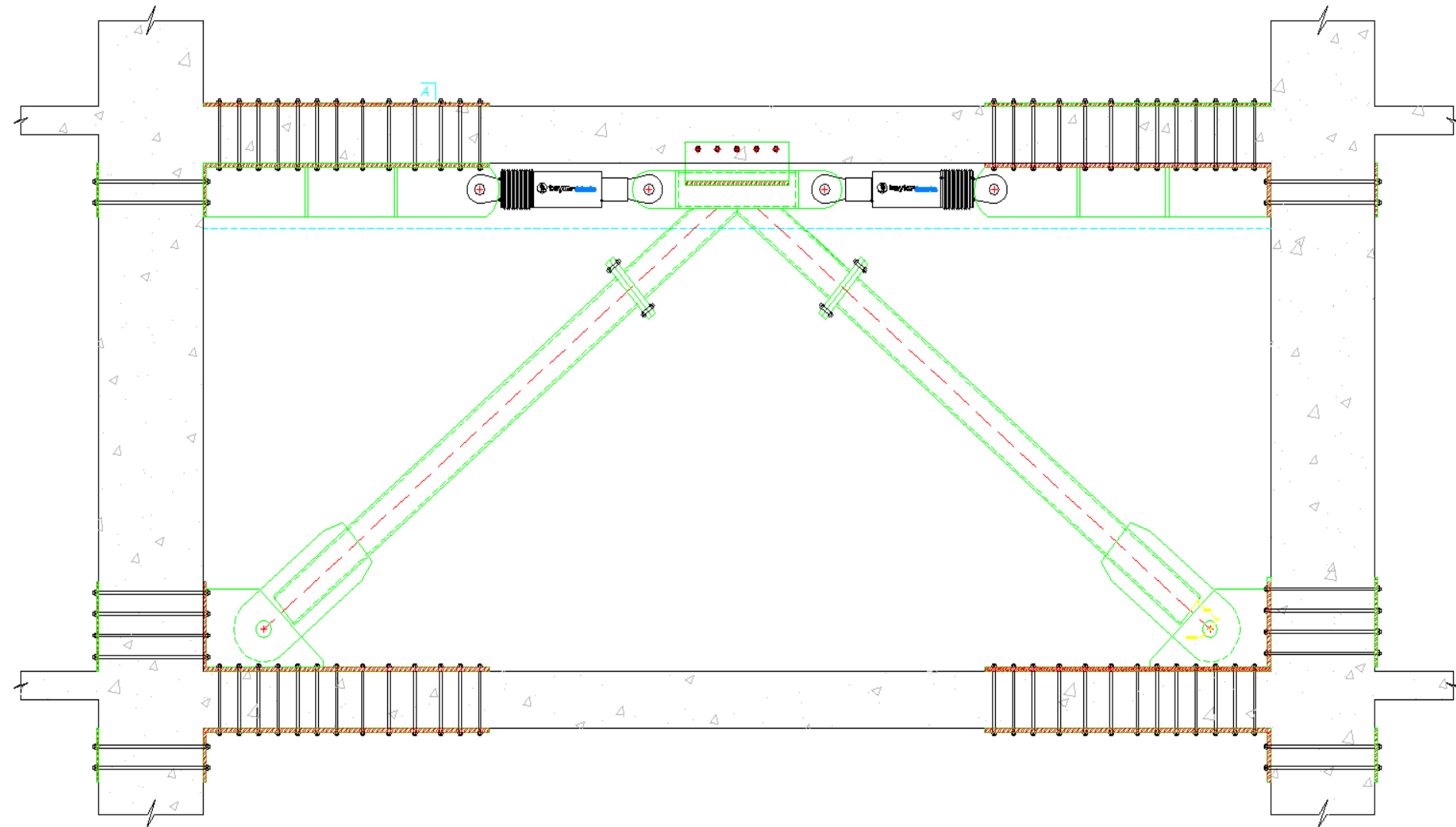
1. REVISIÓN DE DISEÑO

- Sismicidad: Registros correctamente escalados, de la zona tal como manda la norma



1. REVISIÓN DE DISEÑO

- Interacción Disipador-Estructura principal



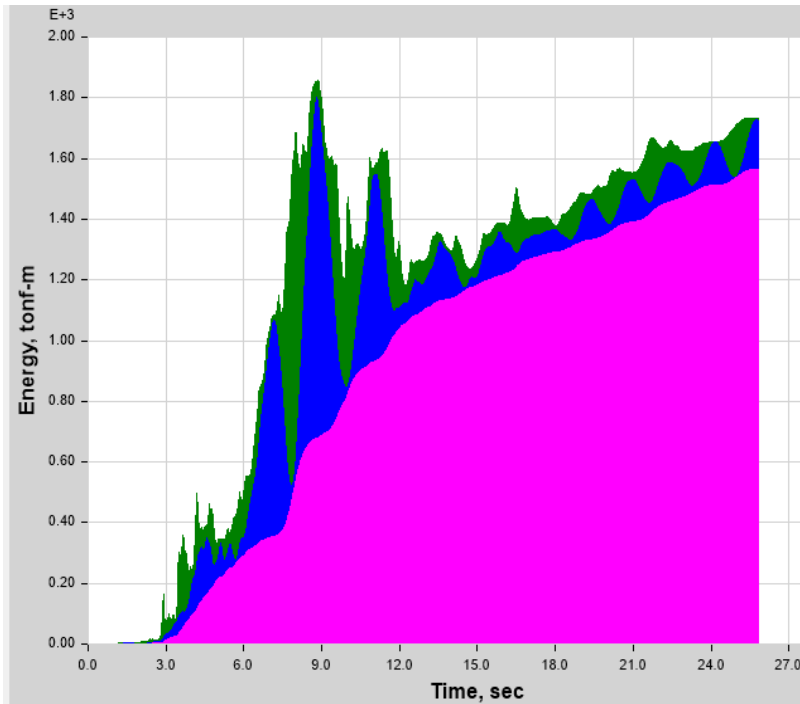
1. REVISIÓN DE DISEÑO

- Interacción Disipador-Estructura principal

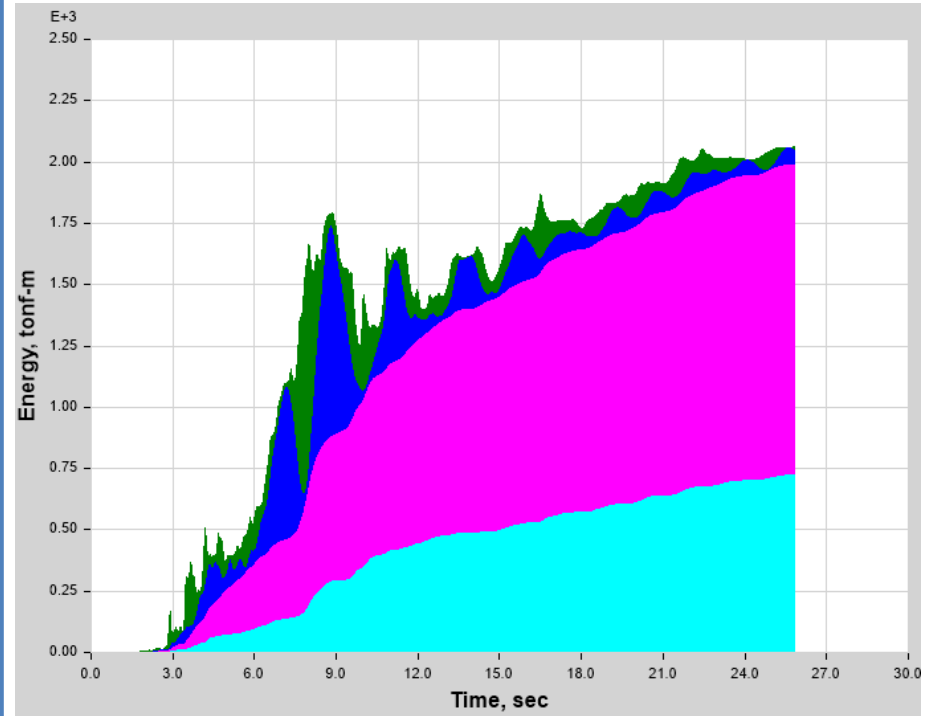


1. REVISIÓN DE DISEÑO



Sistema Convencional



Sistema con disipadores



Legend

-  Kinetic
-  Potential
-  Modal Damping
-  Nonlinear Viscous Damping
-  Nonlinear Hysteretic Damping

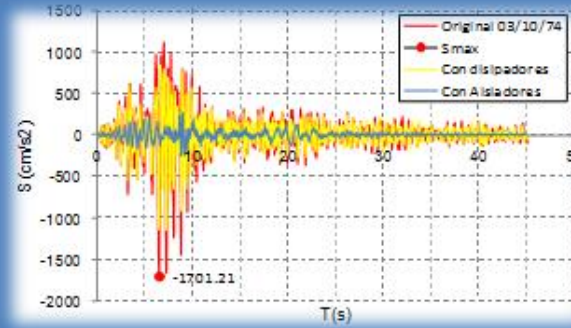
Producto

CDV INGENIERÍA ANTISISMICA



PRINCIPALES GRUPOS DE CRITERIOS

1. DISEÑO



2. PRODUCTO



3. CONSTRUCCIÓN





Diseño con Amortiguadores de Fluido Viscoso.



ESCALAMIENTO DE REGISTROS

Usar registros Tiempo-Historia debidamente escalados al espectro de la Norma.

El valor de R es 1 (únicamente para analizar los disipadores)

Cantidad de registros:

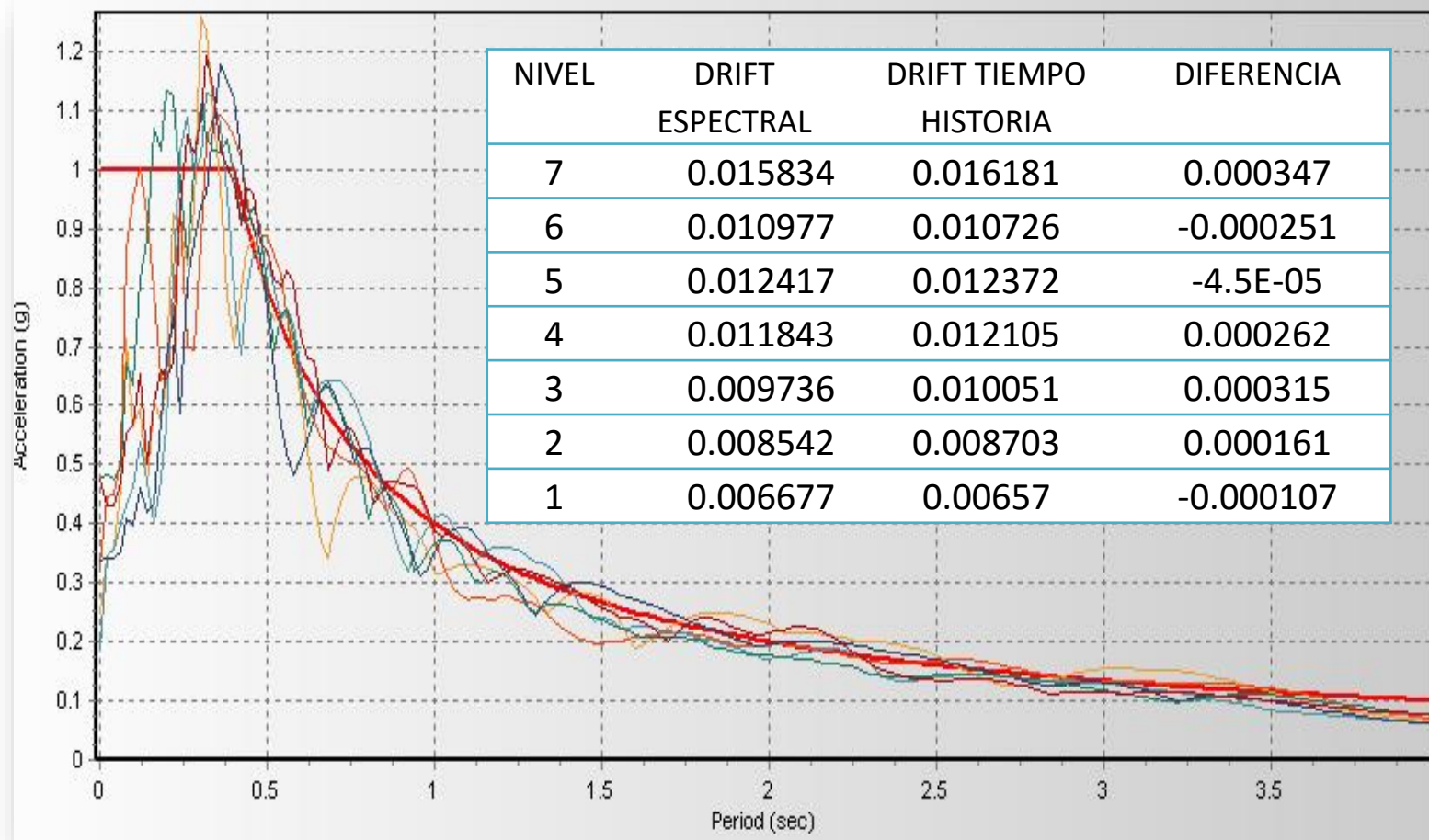
Norma Peruana E030-2016: Mínimo tres conjuntos de registros de aceleraciones del terreno, cada uno de los cuales incluirá dos componentes en direcciones ortogonales.

Con 7 o mas pares de registro los resultados deben considerarse como el PROMEDIO de todos.

Menos de siete juegos de registros, los resultados serán evaluados a partir de los MAXIMOS valores obtenidos de todos los análisis.



ESCALAMIENTO DE REGISTROS



SUGERENCIA: Una manera de optimizar el escalamiento de los registros es verificando que las derivas que se obtienen con el análisis espectral no difieran de manera exagerada con las derivas que se obtienen del análisis tiempo historia.



- Definir **NIVEL DE DESEMPEÑO** para **SISMO de DISEÑO** y **SISMO MÁXIMO**.
- Para reforzamientos en concreto, se recomienda usar secciones agrietada:
 - Vigas: $0.50l_g$
 - Columnas: $0.70l_g$
- Análisis Dinámico con Ritz Vectors



Definir el nivel de desempeño.

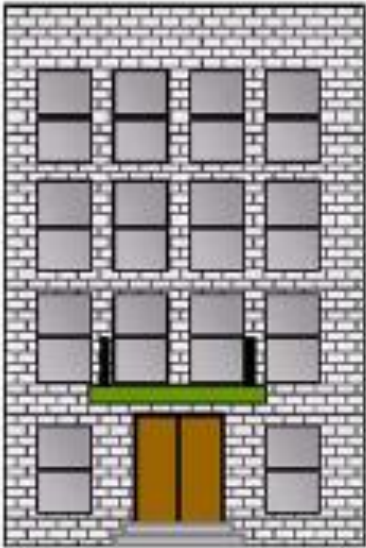
Deriva < 0.25%

Deriva < 0.5%

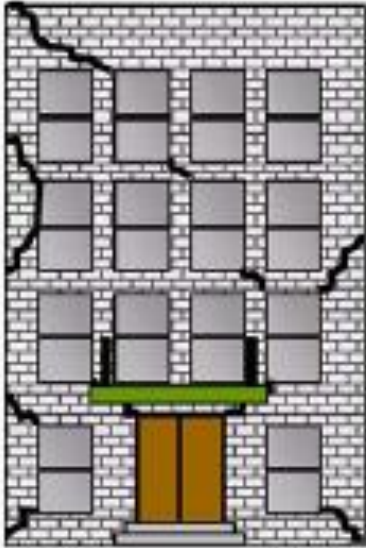
Deriva 0.7%



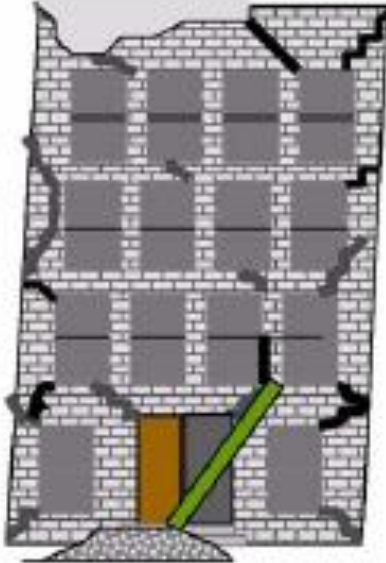
Operational



Immediate Occupancy



Life Safety



Collapse Prevention

Figure 4-3 Graphic illustration of Operational, Immediate Occupancy, Life-Safety, and Collapse Prevention Performance Levels. (Courtesy of R. Hamburger)

AISLADORES Y DISIPADORES

ESTRUCTURAS CONVENCIONALES



PRINCIPALES PROPIEDADES A OBTENER:

$$F = C \times V^\alpha$$

Coeficiente de Amortiguamiento: C

Exponente de Velocidad: α

Fuerza Promedio: F

Amortiguamiento: β_{eff}

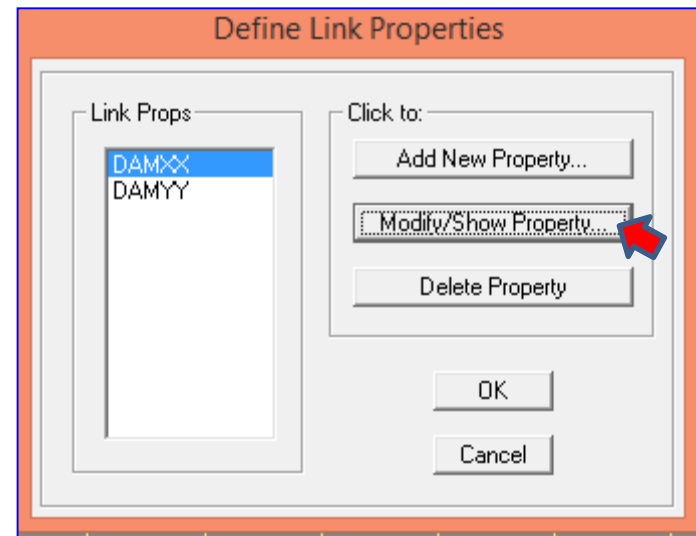
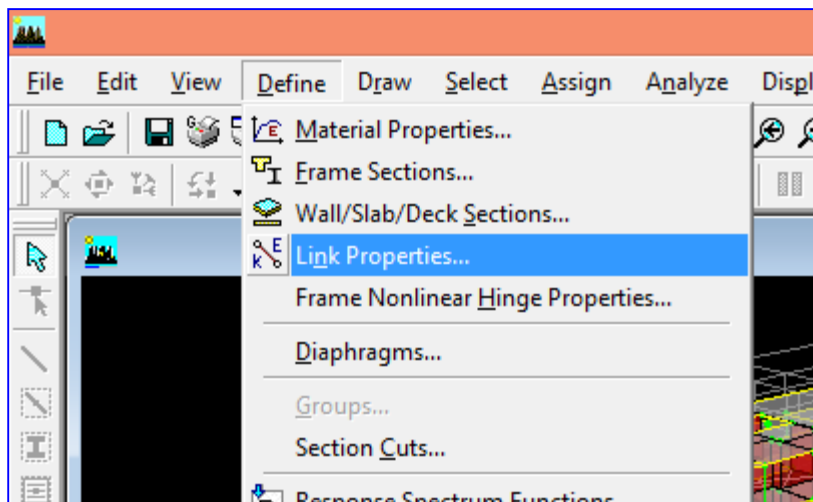
Balance de Energía: E_{disip}



PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

Procedimiento iterativo usando como herramienta de diseño ETABS

- Se propone valores para las propiedades de los disipadores
- Rigidez Axial: corresponde a la rigidez de la diagonal $K = EA/L$
- Constante de amortiguamiento del disipador, **C (KN-sec/mm)**
- Exponente de velocidad, **ALPHA (0.30 – 1.0)**
- Se define el arreglo y ubicación de los disipadores (**COMPATIBILIDAD CON ARQUITECTURA**)
- Se modela los disipadores dibujando los elementos tipo LINK (*draw link*) y se le asigna el tipo de disipador que se ha definido anteriormente.



PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

Plan View - 7 - Elevation 23.5

NLLink Property Data

Property Name: DAMXX Type: Damper

Total Mass and Weight

Mass	0.	Rotational Inertia 1	0.
Weight	0.	Rotational Inertia 2	0.
		Rotational Inertia 3	0.

Directional Properties

Direction	NonLinear	Properties
<input checked="" type="checkbox"/> U1	<input checked="" type="checkbox"/>	Modify/Show for U1...
<input type="checkbox"/> U2	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for U2...
<input type="checkbox"/> U3	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for U3...
<input type="checkbox"/> R1	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for R1...
<input type="checkbox"/> R2	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for R2...
<input type="checkbox"/> R3	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for R3...

P-Delta Parameters
Advanced...

OK Cancel

NLLink Directional Properties

Identification

Property Name: DAMXX
Direction: U1
Type: Damper
NonLinear: Yes

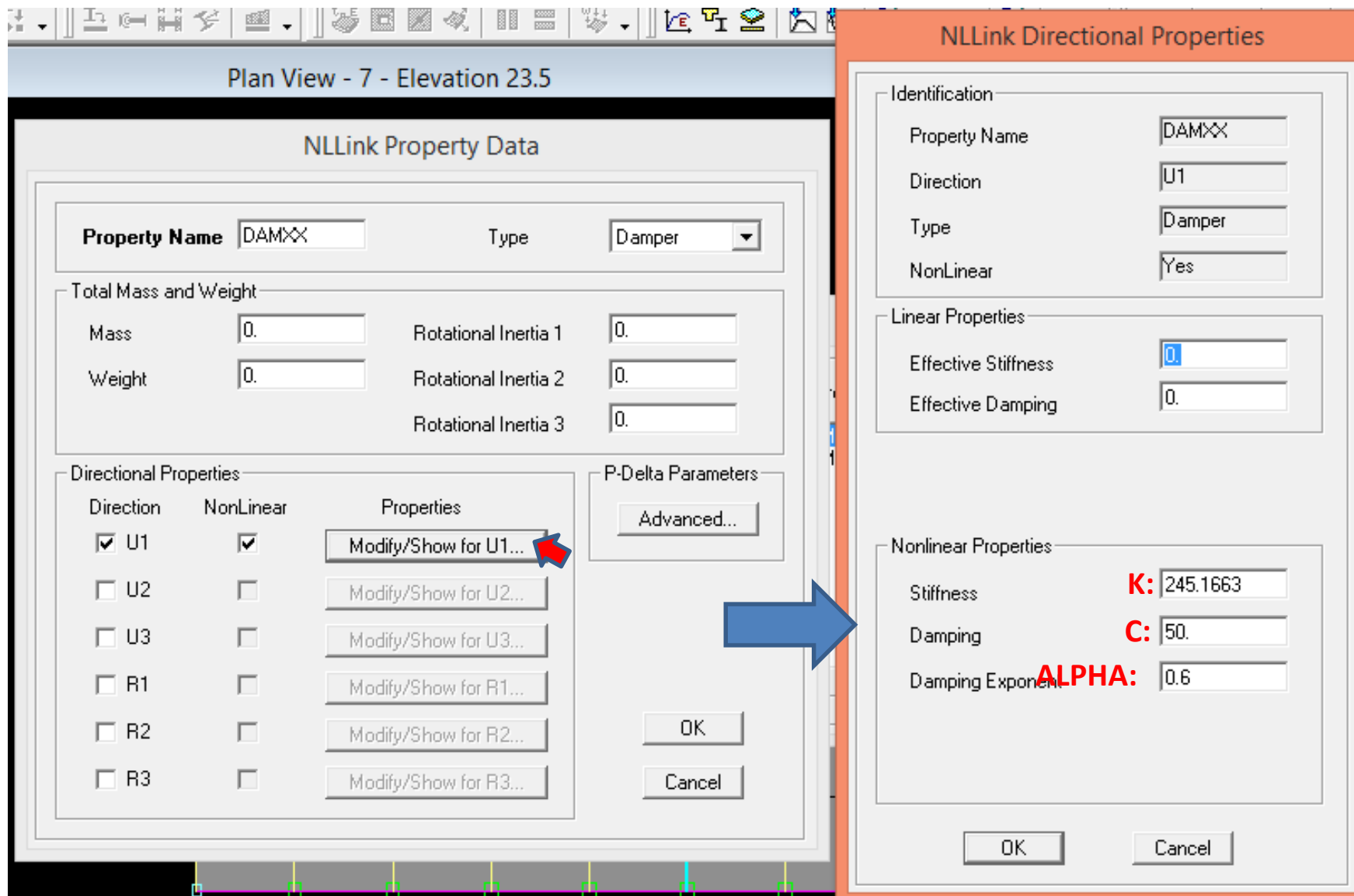
Linear Properties

Effective Stiffness: 0.
Effective Damping: 0.

Nonlinear Properties

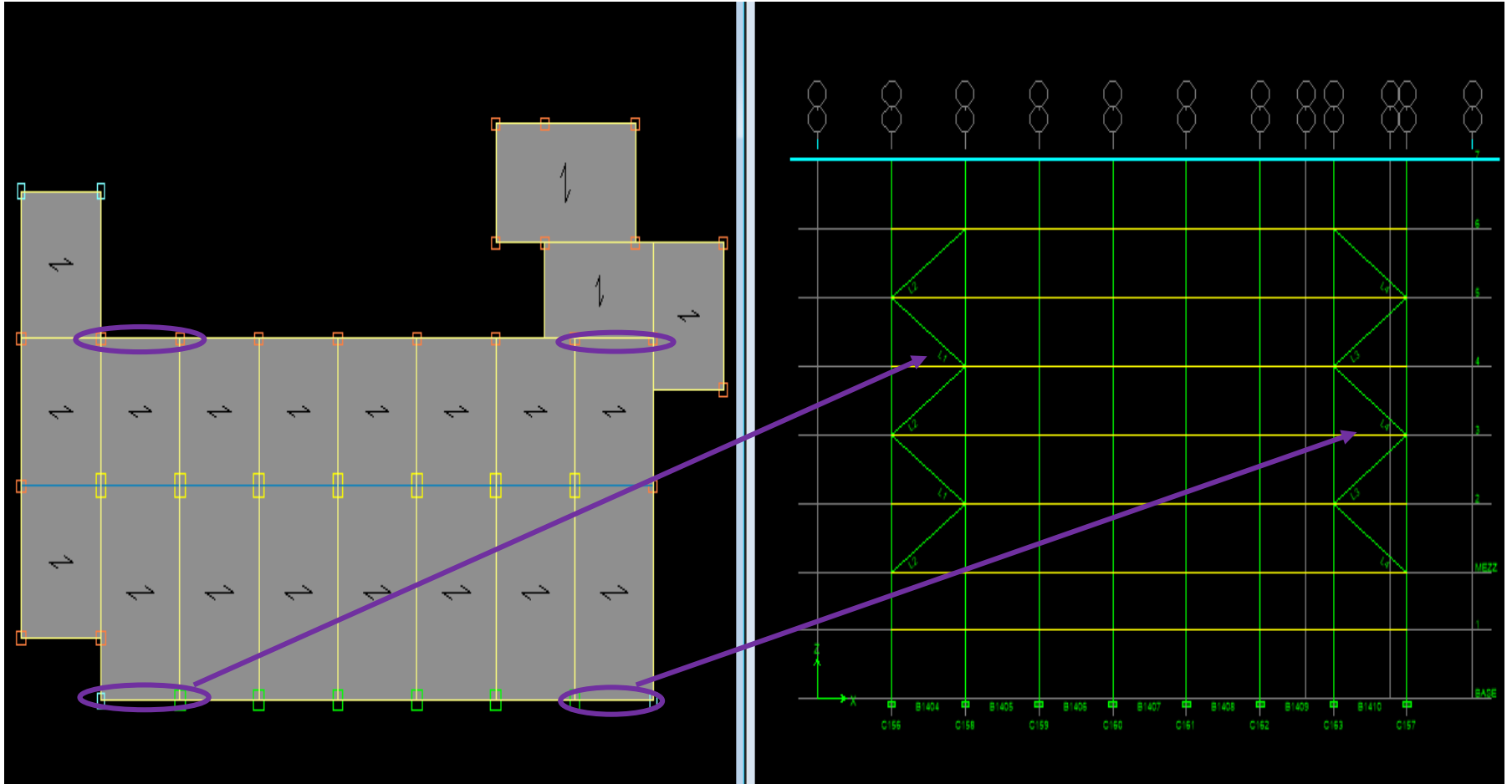
Stiffness: **K:** 245.1663
Damping: **C:** 50.
Damping Exponent: **ALPHA:** 0.6

OK Cancel



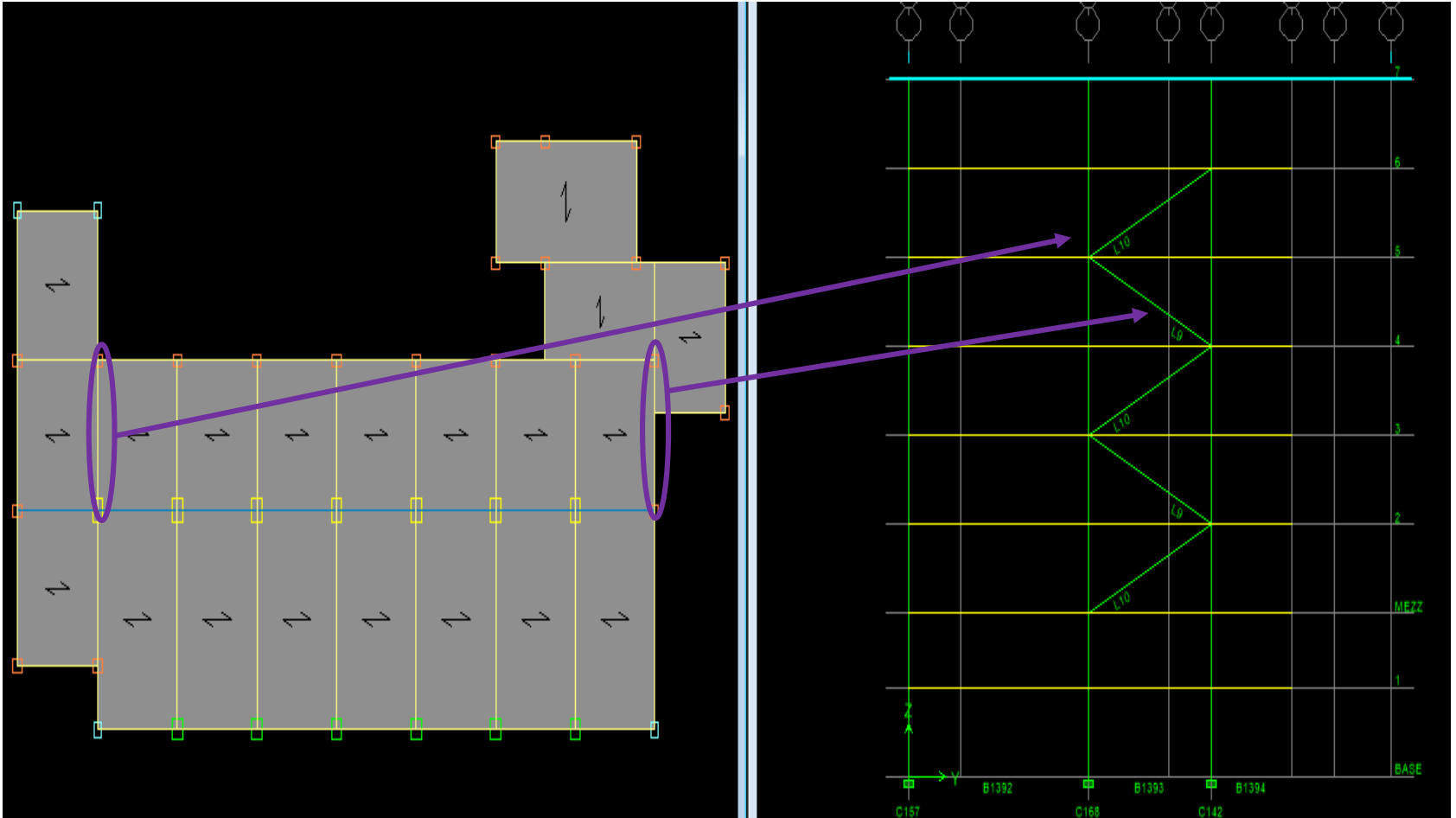
UBICACIÓN DE DISPOSITIVOS

20 DISIPADORES DIRECCIÓN XX



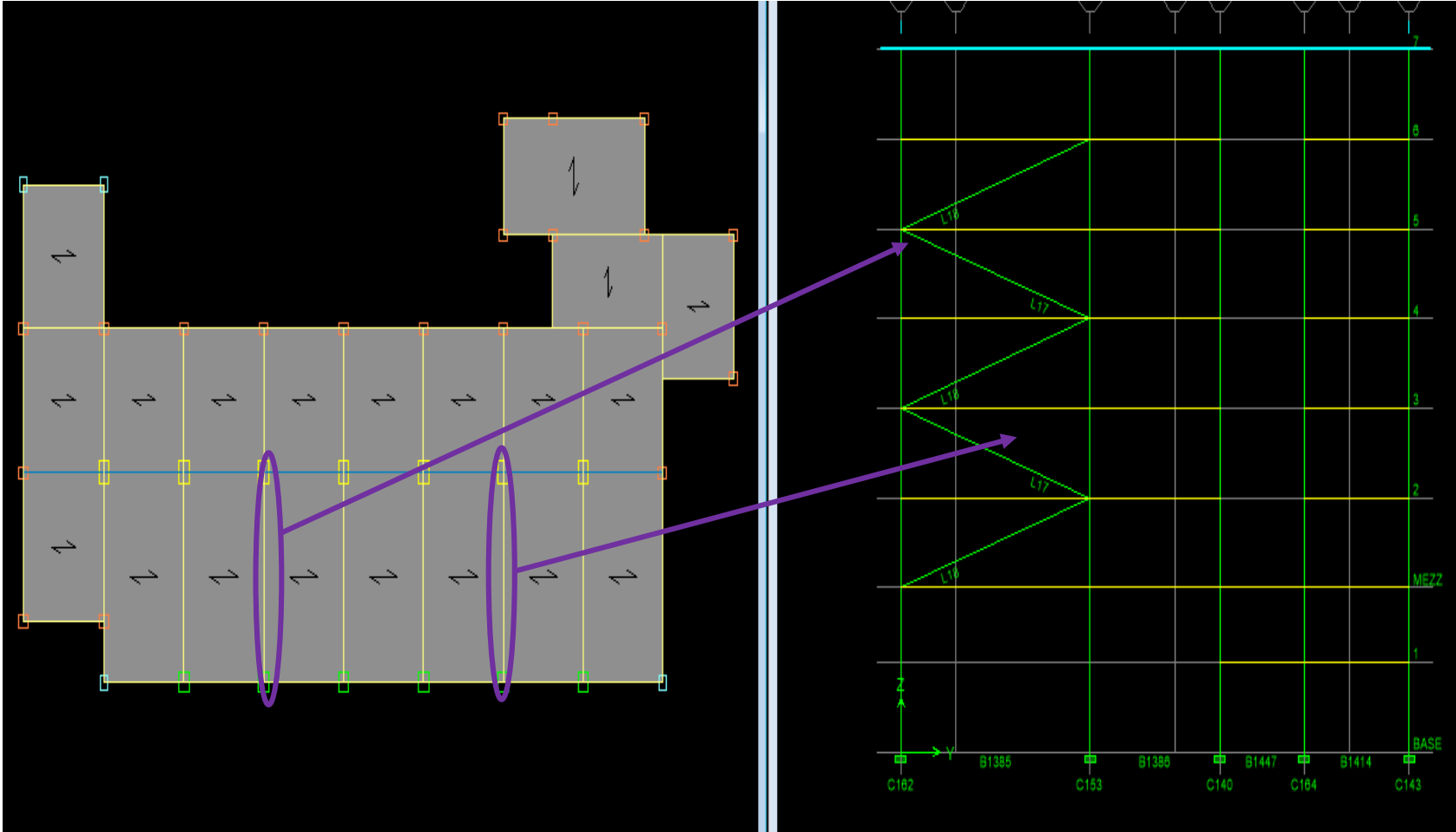
UBICACIÓN DE DISPOSITIVOS

20 DISIPADORES DIRECCIÓN YY

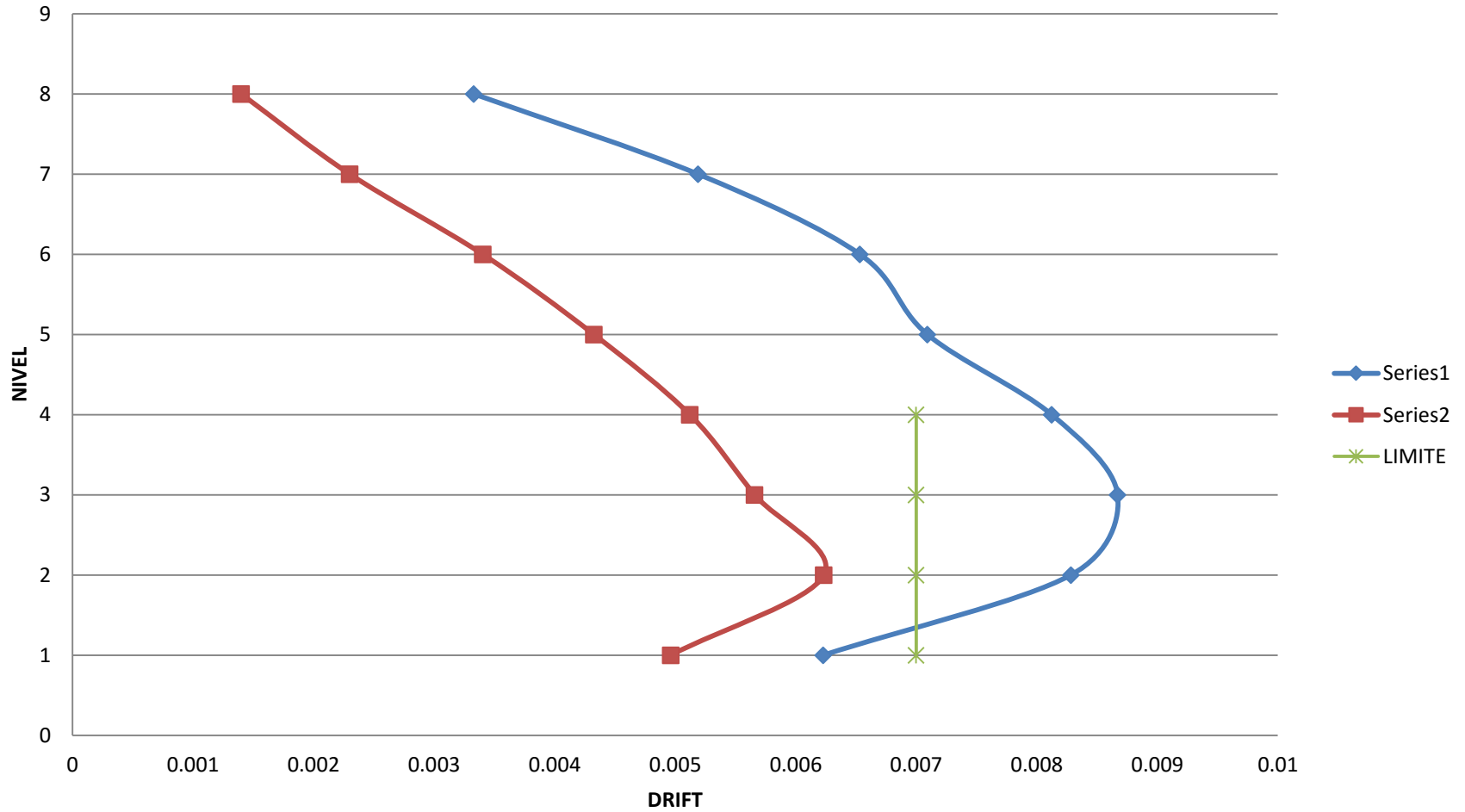


UBICACIÓN DE DISPOSITIVOS

20 DISIPADORES DIRECCIÓN YY



COMPARATIVO DRIFT - DIRECCION XX

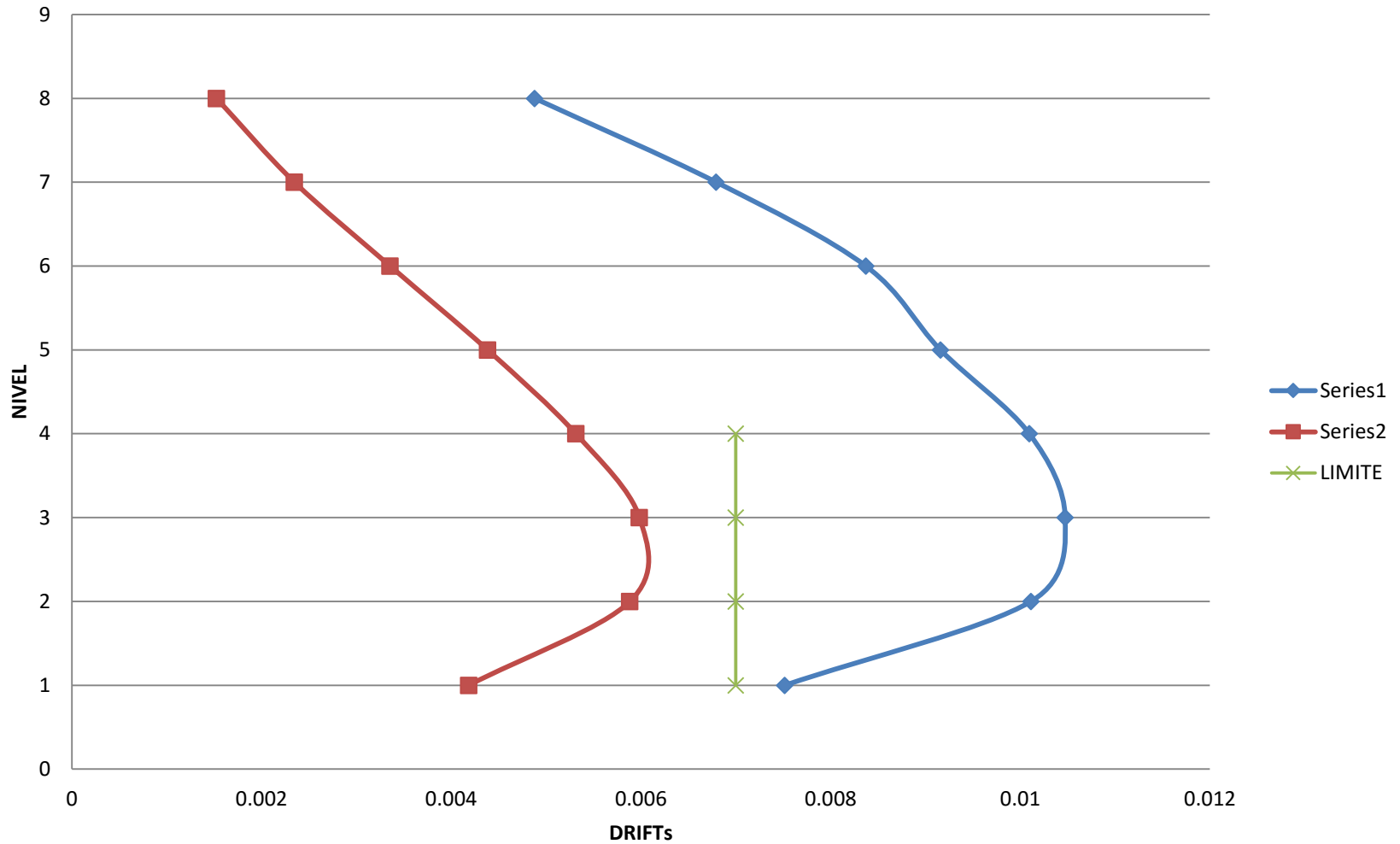


RESULTADOS

	DRIFT XX								
PISO	ANALISIS TIEMPO HISTORIA								
	TH CONVENC	SIM1	SIM2	SIM3	SIM4	SIM5	MAX TH	% REDUC	
N8	0.003329	0.001384	0.001167	0.001432	0.001333	0.001305	0.00143	57.0%	
N7	0.00519	0.002295	0.001917	0.00236	0.00219	0.002145	0.00236	54.5%	
N6	0.006533	0.003526	0.002744	0.003472	0.003139	0.003073	0.00353	46.0%	
N5	0.007093	0.004481	0.003547	0.004453	0.004054	0.004009	0.00448	36.8%	
N4	0.008124	0.005127	0.004282	0.005269	0.004919	0.004908	0.00527	35.1%	
N3	0.008671	0.005612	0.004836	0.005824	0.005615	0.005567	0.00582	32.8%	
N2	0.008283	0.00617	0.005242	0.006411	0.005998	0.005917	0.00641	22.6%	
N1	0.006229	0.004938	0.004145	0.005093	0.004735	0.00465	0.00509	18.2%	
								27.2%	



COMPARATIVO DRIFT - DIRECCION YY

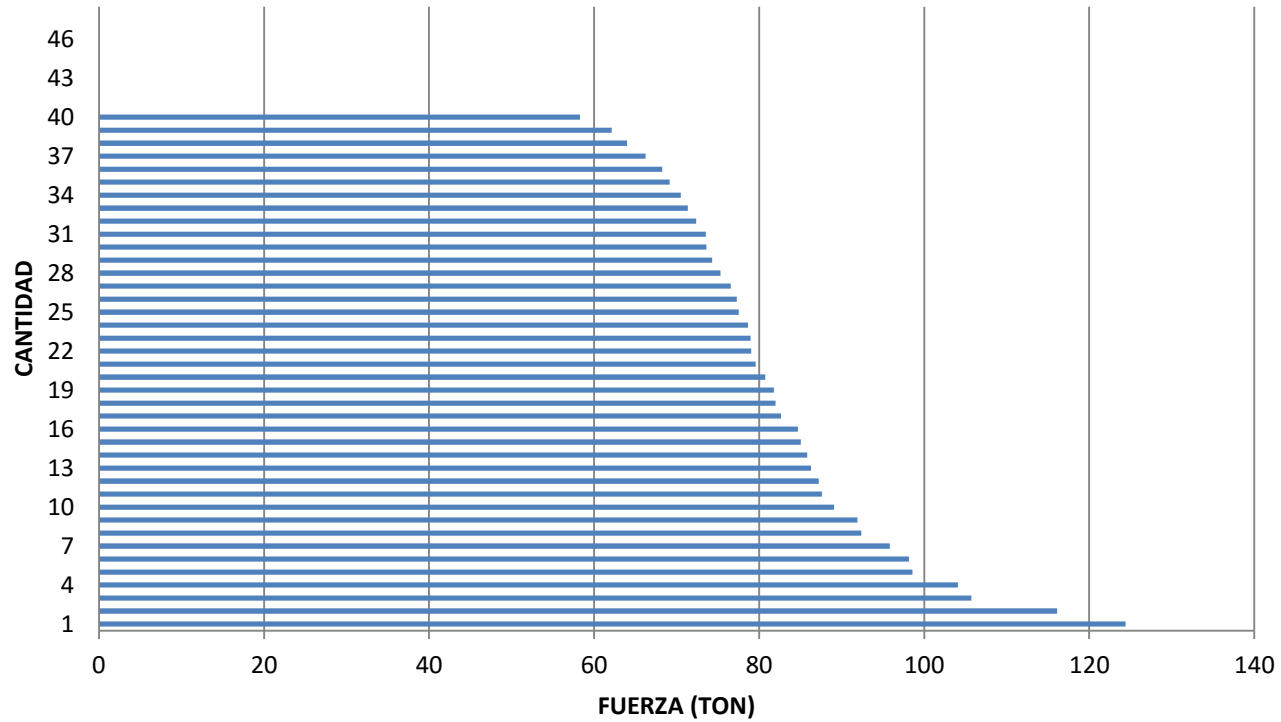


RESULTADOS

	DRIFT YY							
PISO	ANALISIS TIEMPO HISTORIA							
	TH CONV	NAZCAL	NAZCAB	SIM3	SIM4	SIM5	MAX TH	REDUC
N8	0.00488	0.001271	0.001318	0.001574	0.001613	0.001466	0.00161	0.00327
N7	0.006795	0.001955	0.002029	0.002422	0.002482	0.002254	0.00248	0.00431
N6	0.008372	0.002803	0.002902	0.00347	0.00355	0.00322	0.00355	0.00482
N5	0.009159	0.003681	0.003792	0.00454	0.004637	0.004196	0.00464	0.00452
N4	0.010096	0.004457	0.004592	0.0055	0.005616	0.005073	0.00562	0.00448
N3	0.010473	0.005051	0.005173	0.006206	0.006321	0.005711	0.00632	0.00415
N2	0.010114	0.004902	0.005089	0.006077	0.006224	0.005651	0.00622	0.00389
N1	0.007518	0.003483	0.00362	0.004318	0.004427	0.004023	0.00443	0.00309
							REDUCC.:	0.39%



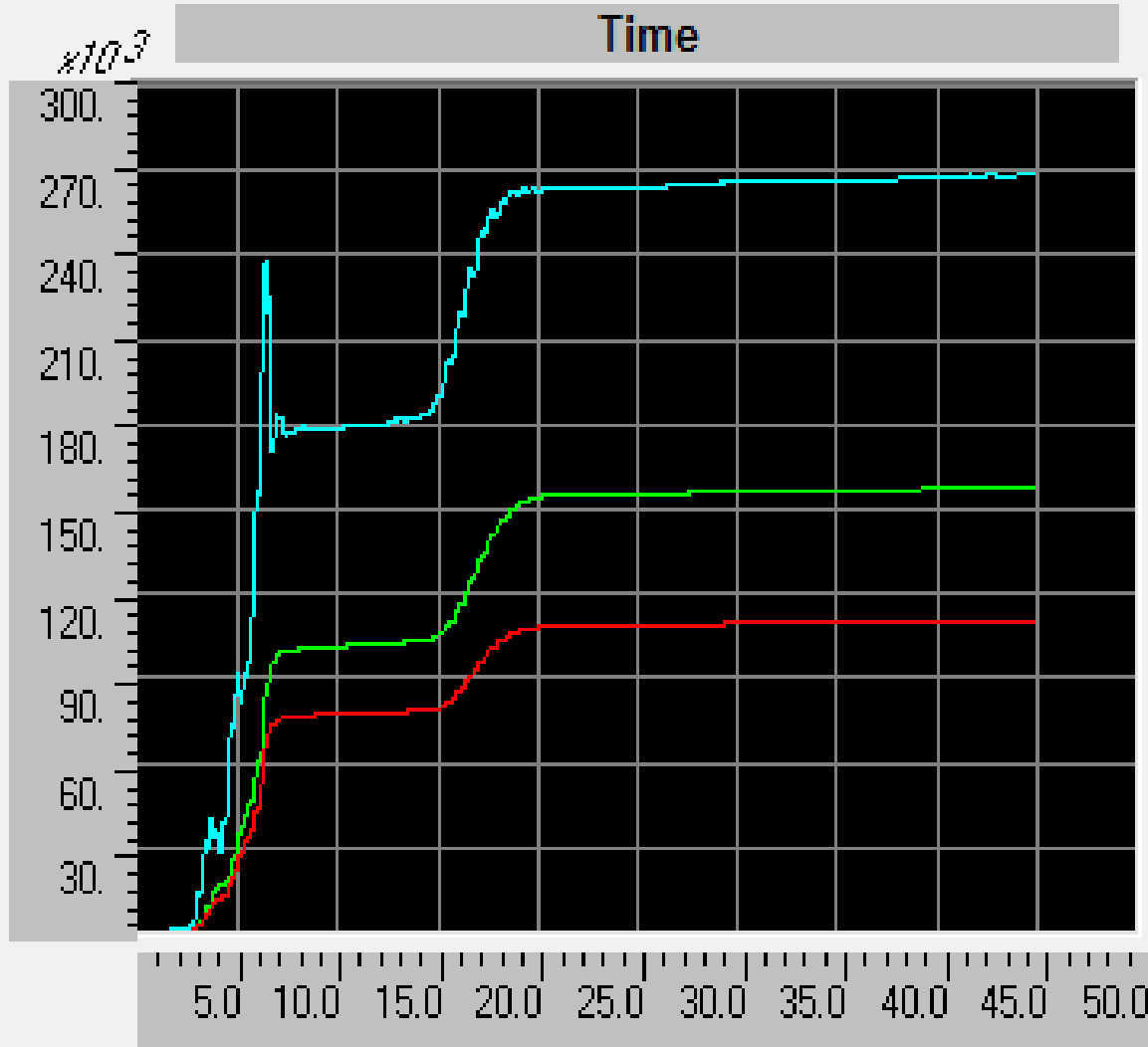
FUERZAS EN DISIPADORES



CANTIDAD	FUERZA
4	120
16	100
20	80



RESULTADOS: ABSORCION DE ENERGÍA XX 55%



Damp Energy, MDamp Energy, Input Ene

Legend

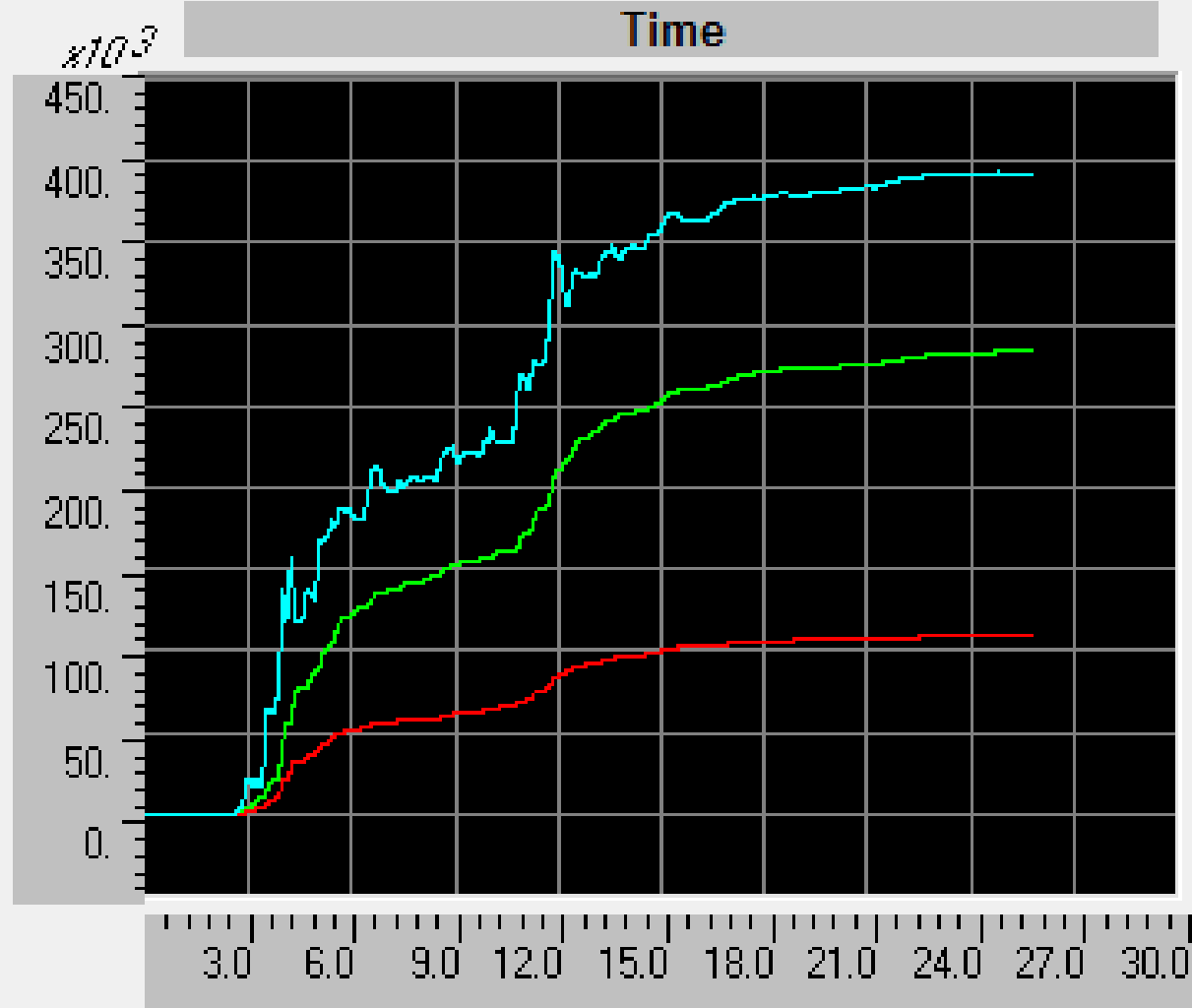
— NDamp Energy
— MDamp Energy
— Input Energy

Min is 0.000e+00
at 0.000e+00
Max is 2.686e+05
at 4.510e+01

OK



RESULTADOS: ABSORCION DE ENERGÍA YY 65%



amp Energy, MDamp Energy, Input Ene

Legend

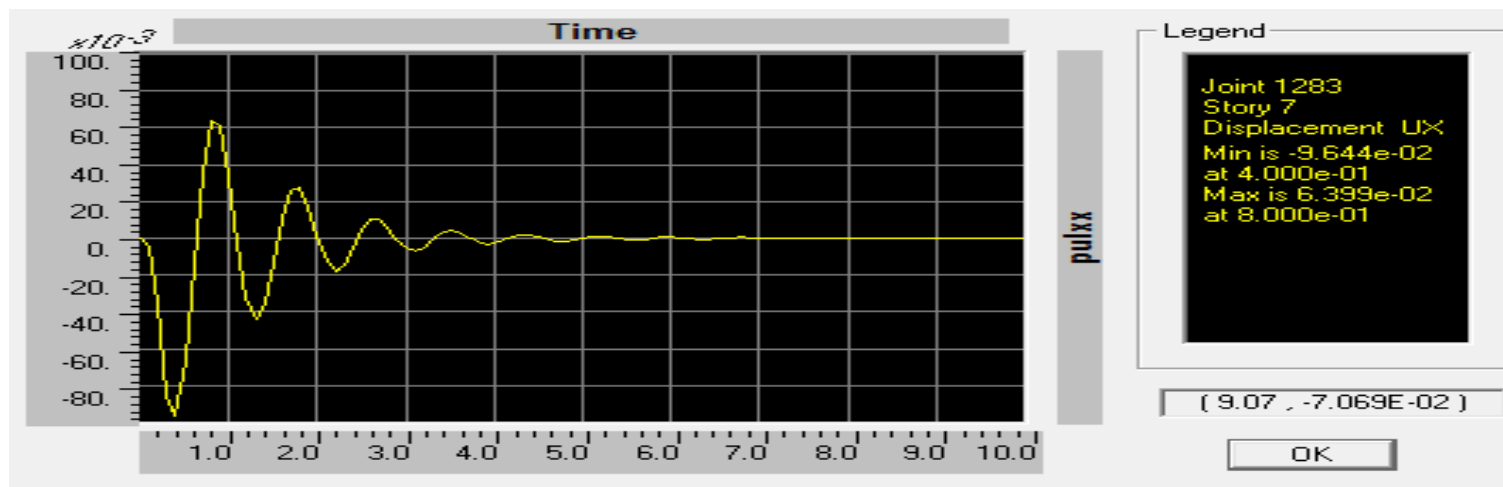
- NDamp Energy
- MDamp Energy
- Input Energy

Min is $-1.338e-09$
at $1.500e-02$
Max is $3.929e+05$
at $2.480e+01$

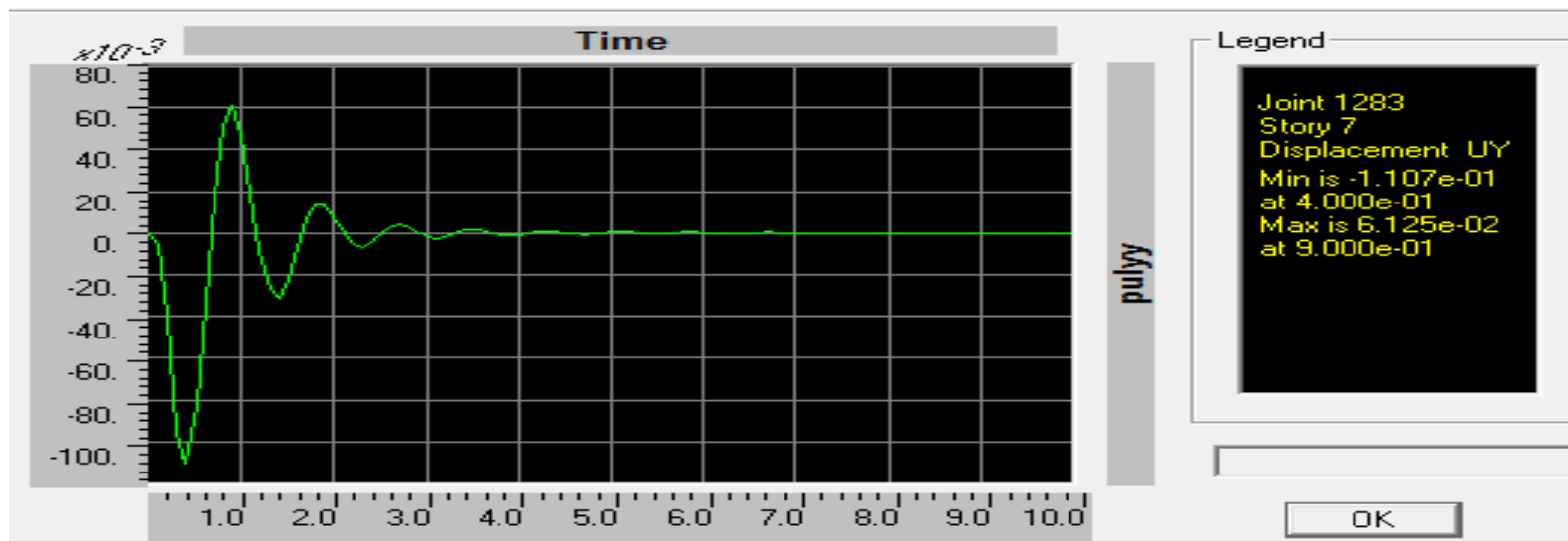
OK



RESULTADOS: AMORTIGUAMIENTO XX: 12%



RESULTADOS: AMORTIGUAMIENTO YY: 16.5%



VERIFICACION – DISEÑO DE ELEMENTOS CONVENCIONALES

Una vez efectuado el diseño de los dispositivos, se procede a verificar el diseño de la estructura convencional, considerando el efecto de los disipadores, la manera simplificada de proceder con este proceso es seguir los parámetros de la norma ASCE 7-10, capítulo 18.

Table 18.6-1 Damping Coefficient, B_{V+I} , B_{1D} , B_R , B_{1M} , B_{mD} , B_{mM} (Where Period of the Structure $\geq T_0$)

Effective Damping, β (percentage of critical)	B_{V+I} , B_{1D} , B_R , B_{1M} , B_{mD} , B_{mM} (where period of the structure $\geq T_0$)
≤ 2	0.8
5	1.0
10	1.2
20	1.5
30	1.8
40	2.1
50	2.4
60	2.7
70	3.0
80	3.3
90	3.6
≥ 100	4.0

$$V_{\min} = \frac{V}{B_{V+I}}$$

$$V_{\min} = 0.75V$$



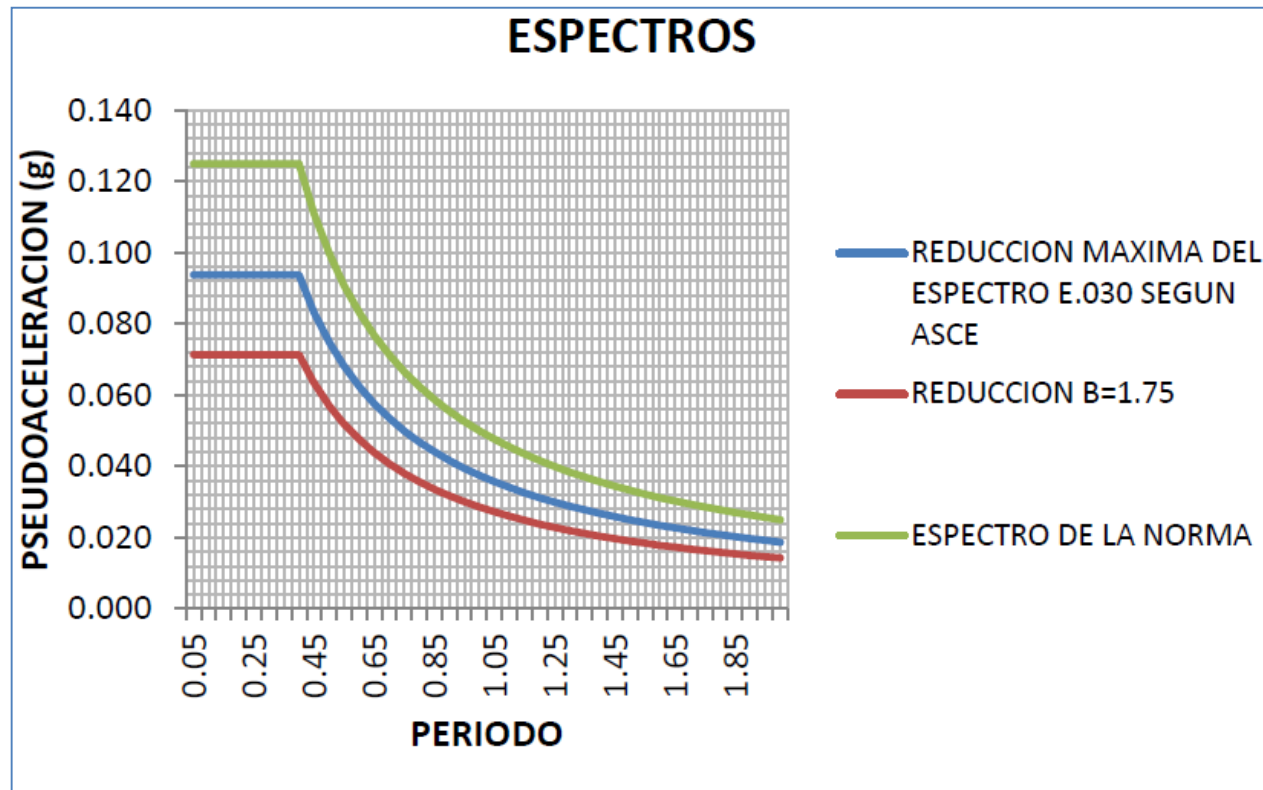
Table 18.6-1 Damping Coefficient, B_{V+I} , B_{1D} , B_R , B_{1M} , B_{mD} , B_{mM} (Where Period of the Structure $\geq T_0$)

Effective Damping, β (percentage of critical)	B_{V+I} , B_{1D} , B_R , B_{1M} , B_{mD} , B_{mM} (where period of the structure $\geq T_0$)
≤ 2	0.8
5	1.0
10	1.2
20	1.5
30	1.8
40	2.1
50	2.4
60	2.7
70	3.0
80	3.3
90	3.6
≥ 100	4.0



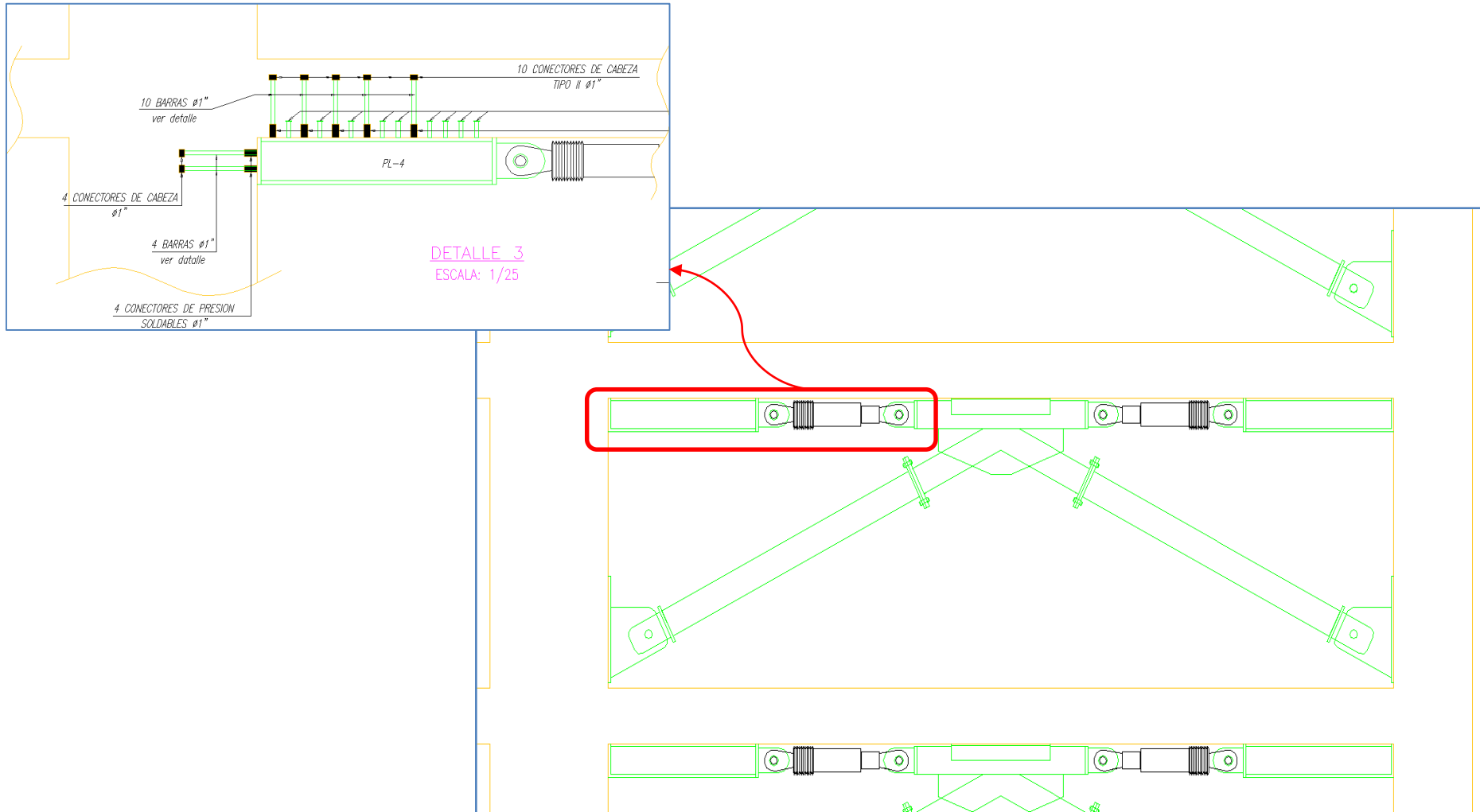
VERIFICACION – DISEÑO DE ELEMENTOS CONVENCIONALES

Una vez efectuado el diseño de los dispositivos, se procede a verificar el diseño de la estructura convencional, considerando el efecto de los disipadores, la manera simplificada de proceder con este proceso es seguir los parámetros de la norma ASCE 7-10, capítulo 18.

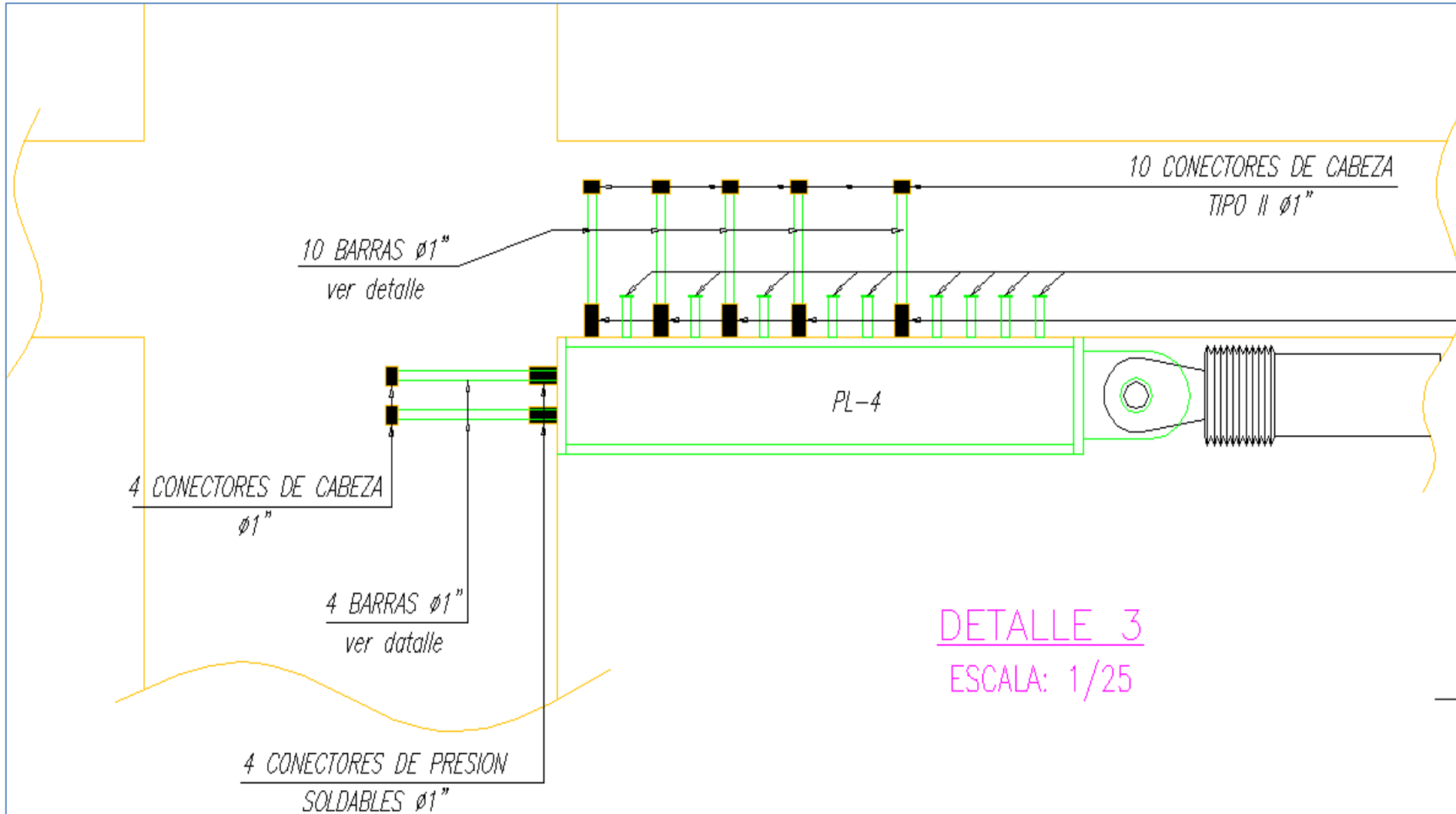


VERIFICAR INTERACCIÓN ESTRUCTURA PRINCIPAL - DISIPADOR

Verificar los esfuerzos transmitidos a los elementos adyacentes debido al trabajo de los disipadores, diseñar la estructura metálica, los pernos de conexión, anclajes, soldadura.

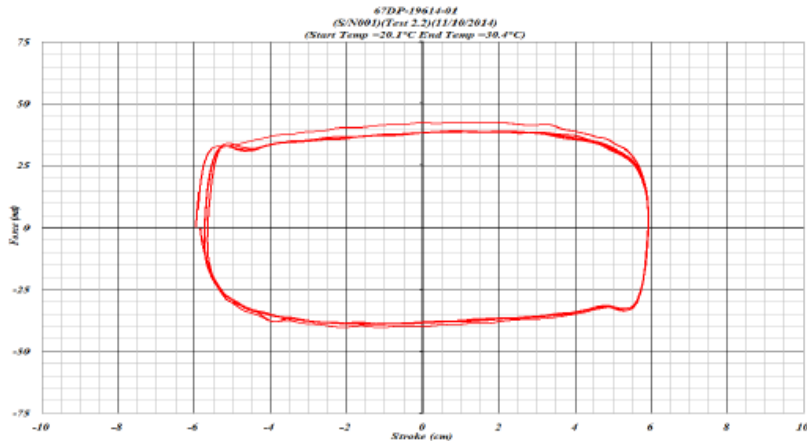
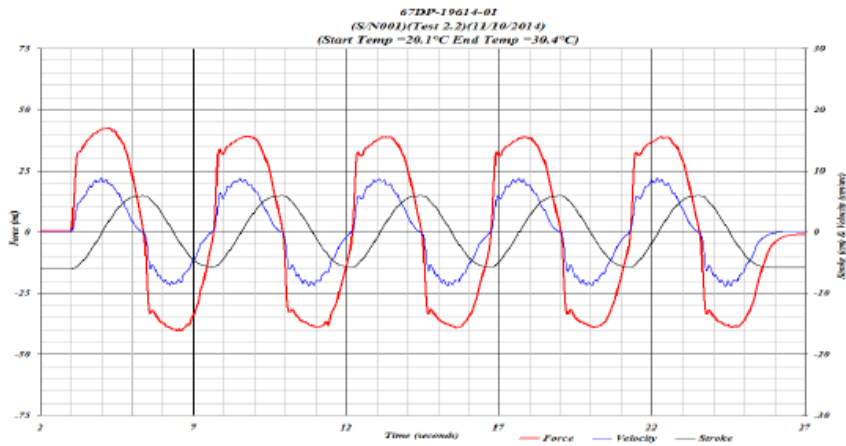


VERIFICAR INTERACCIÓN ESTRUCTURA PRINCIPAL - DISIPADOR



ENSAYOS

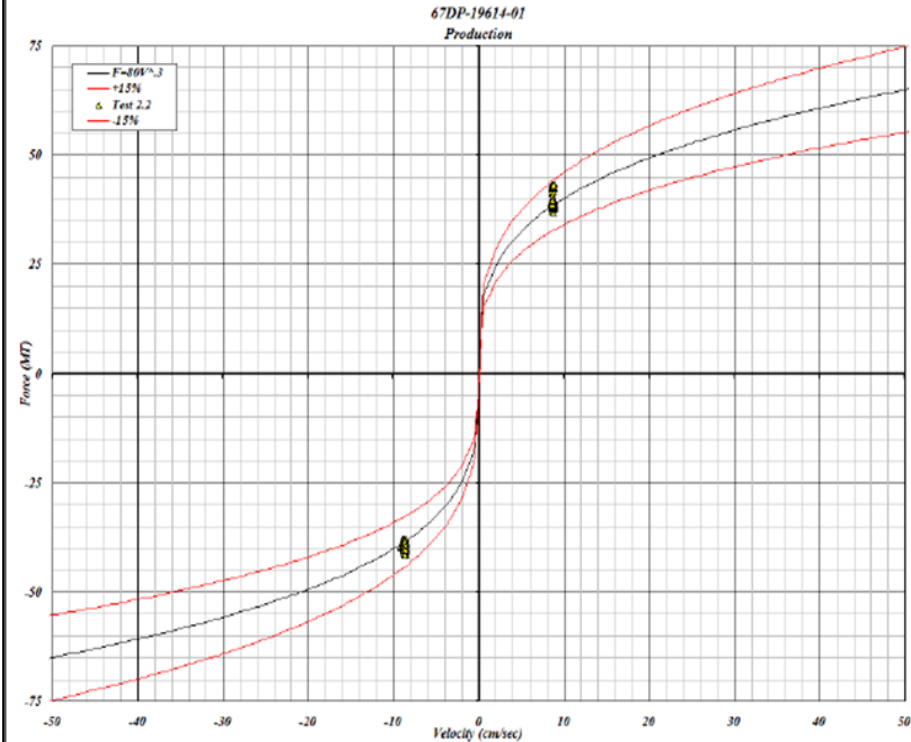
4.0 Data



Cycle	Compression		Tension	
	Velocity (cm/sec)	Force (mt)	Velocity (cm/sec)	Force (mt)
1	8.7	42.4	-8.6	-40.4
2	8.7	39.1	-8.8	-38.8
3	8.6	38.8	-8.6	-39.1
4	8.6	38.8	-8.6	-39.1
5	8.7	38.8	-8.7	-39.0

cm-mt	Average	1st cycle	2nd cycle	3rd cycle	4th cycle	5th cycle
41.37	8.27	8.70	8.19	8.17	8.16	8.15
		% from Theo.	% from Theo.	% from Theo.	% from Theo.	% from Theo.
		5.51%	-0.76%	-0.99%	-1.07%	-1.16%

4.0 Data

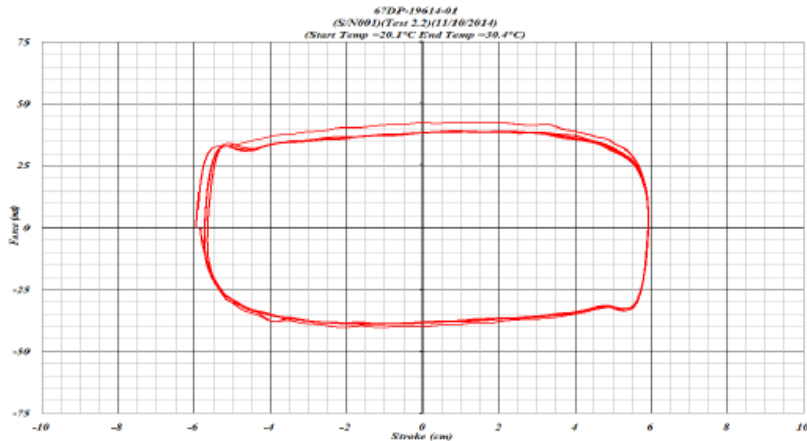
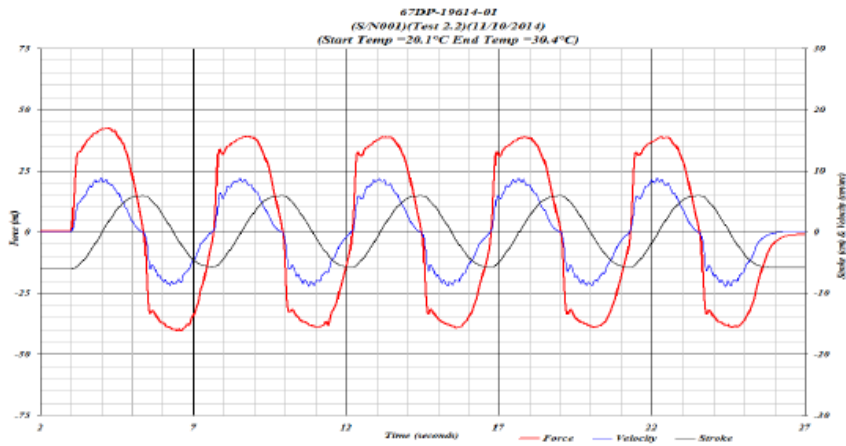


Fuente: Taylor Devices



ENSAYOS

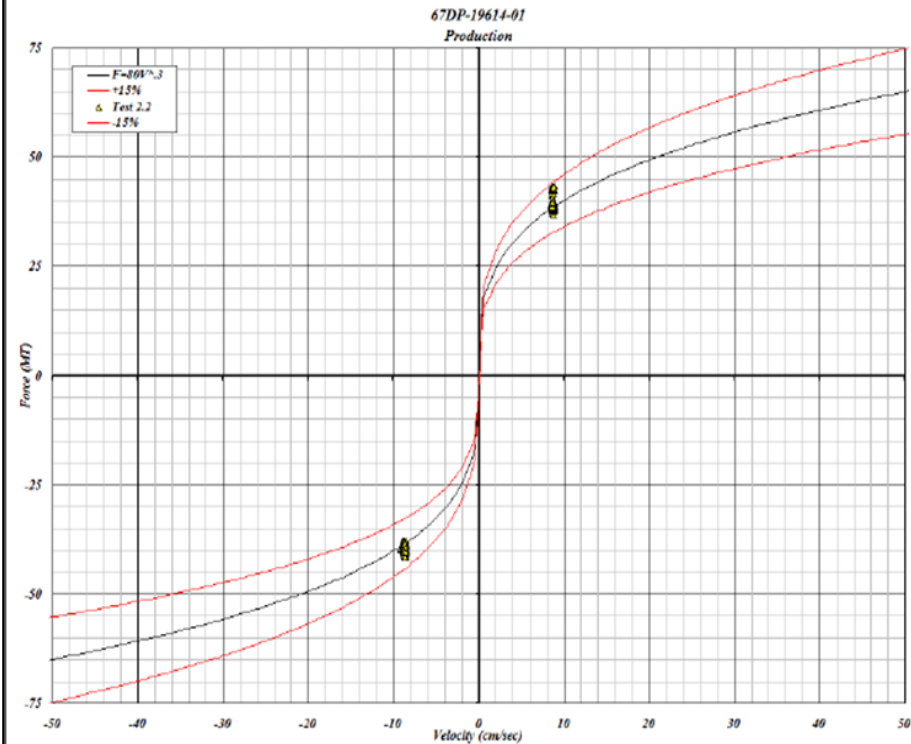
4.0 Data



Cycle	Compression		Tension	
	Velocity (cm/sec)	Force (mt)	Velocity (cm/sec)	Force (mt)
1	8.7	42.4	-8.6	-40.4
2	8.7	39.1	-8.8	-38.8
3	8.6	38.8	-8.6	-39.1
4	8.6	38.8	-8.6	-39.1
5	8.7	38.8	-8.7	-39.0

cm-mt	Average	1st cycle	2nd cycle	3rd cycle	4th cycle	5th cycle
41.37	8.27	8.70	8.19	8.17	8.16	8.15
		% from Theo.	% from Theo.	% from Theo.	% from Theo.	% from Theo.
		5.51%	-0.76%	-0.99%	-1.07%	-1.16%

4.0 Data



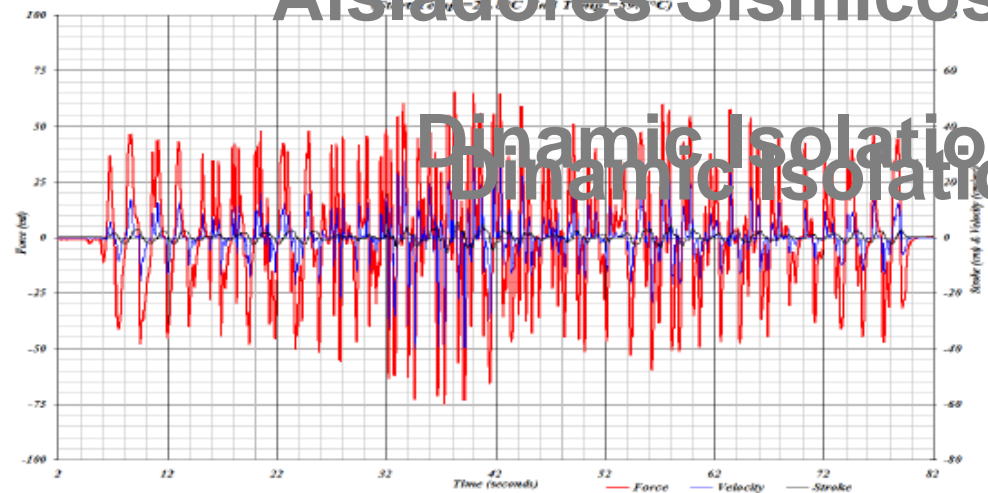
Fuente: Taylor Devices



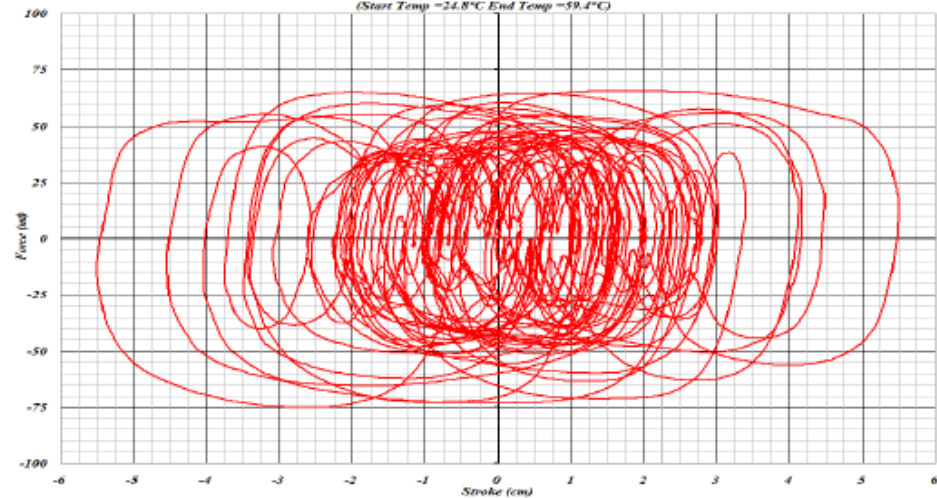
Aisladores Sísmicos: Líderes en el mundo

Dynamic Isolation System

4.0 Data



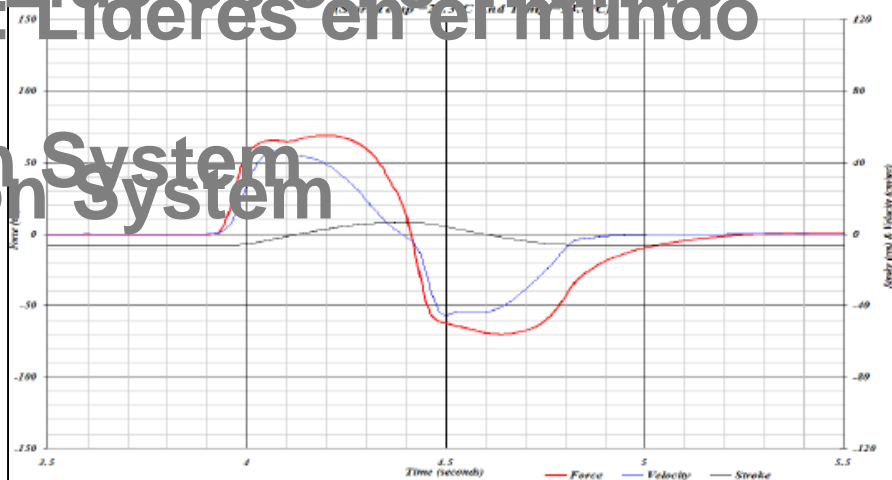
67DP-1961A-01 (Prototype Witness)
(S/N000)(Test 2.1)(11/11/2014)
(Start Temp =-24.8°C End Temp =-59.4°C)



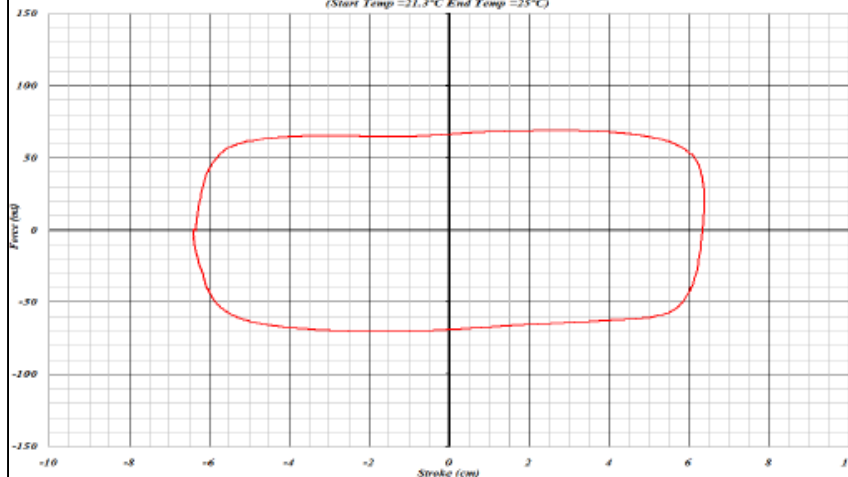
kJ
1255.19

Fuente: Taylor Devices

4.0 Data



67DP-1961A-01 (Prototype Witness)
(S/N000)(Test 2.1)(11/11/2014)
(Start Temp =-21.3°C End Temp =-25°C)



Compression		Tension	
Velocity (cm/sec)	Force (mt)	Velocity (cm/sec)	Force (mt)
46.1	68.8	-45.5	-70.2



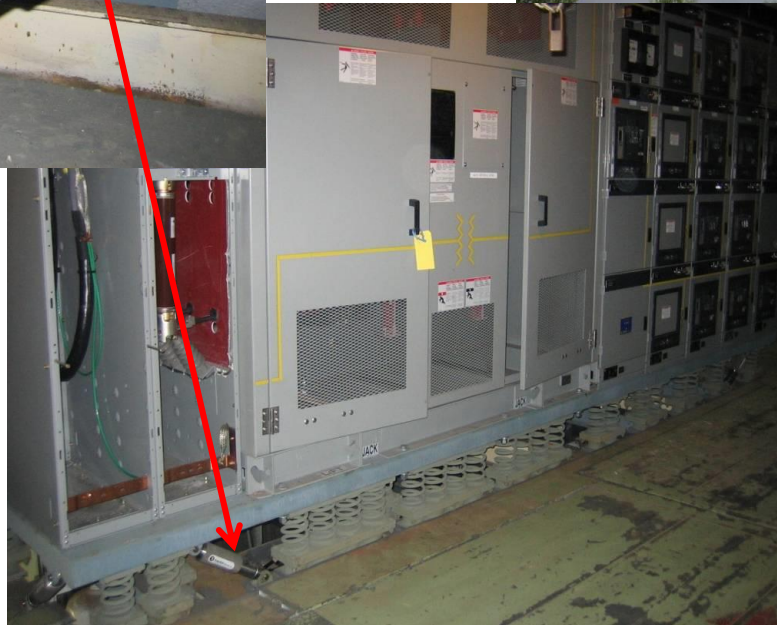
Amortiguadores Viscosos: Líderes en el mundo

Taylor Devices



Disipadores Taylor : Experiencia desde 1955

Aplicaciones muy precisas para protección de equipos especiales.



Experiencia

LOS ANGELES CITY HALL

Edificio de oficinas del gobierno de 32 pisos (140m)



52 disipadores $F = 180t$ con aisladores sísmicos.

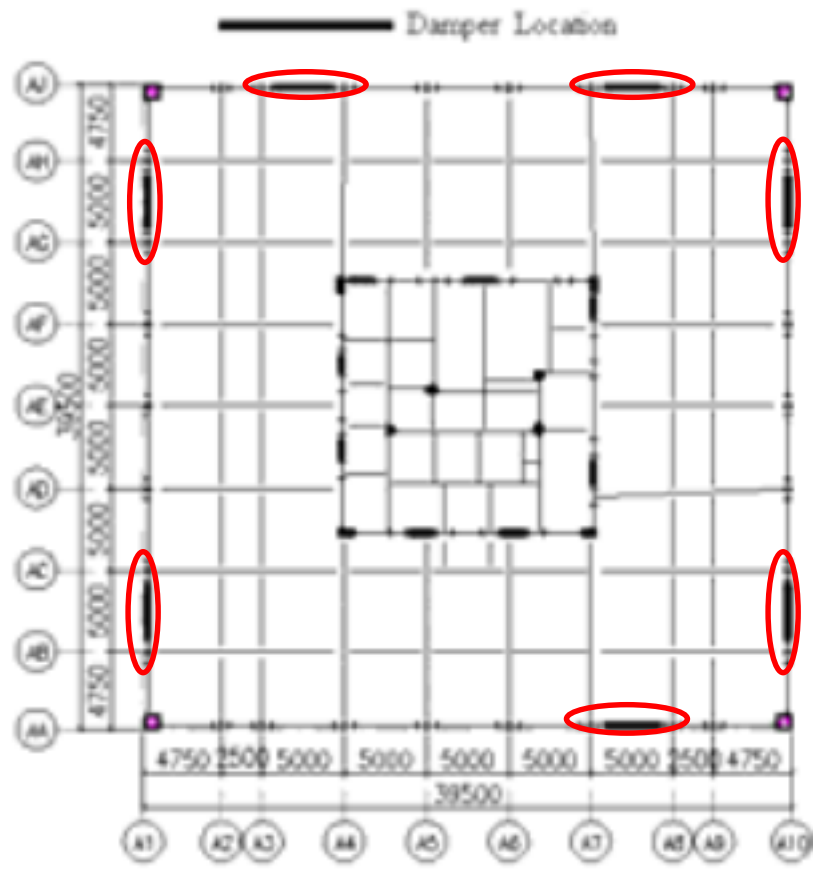
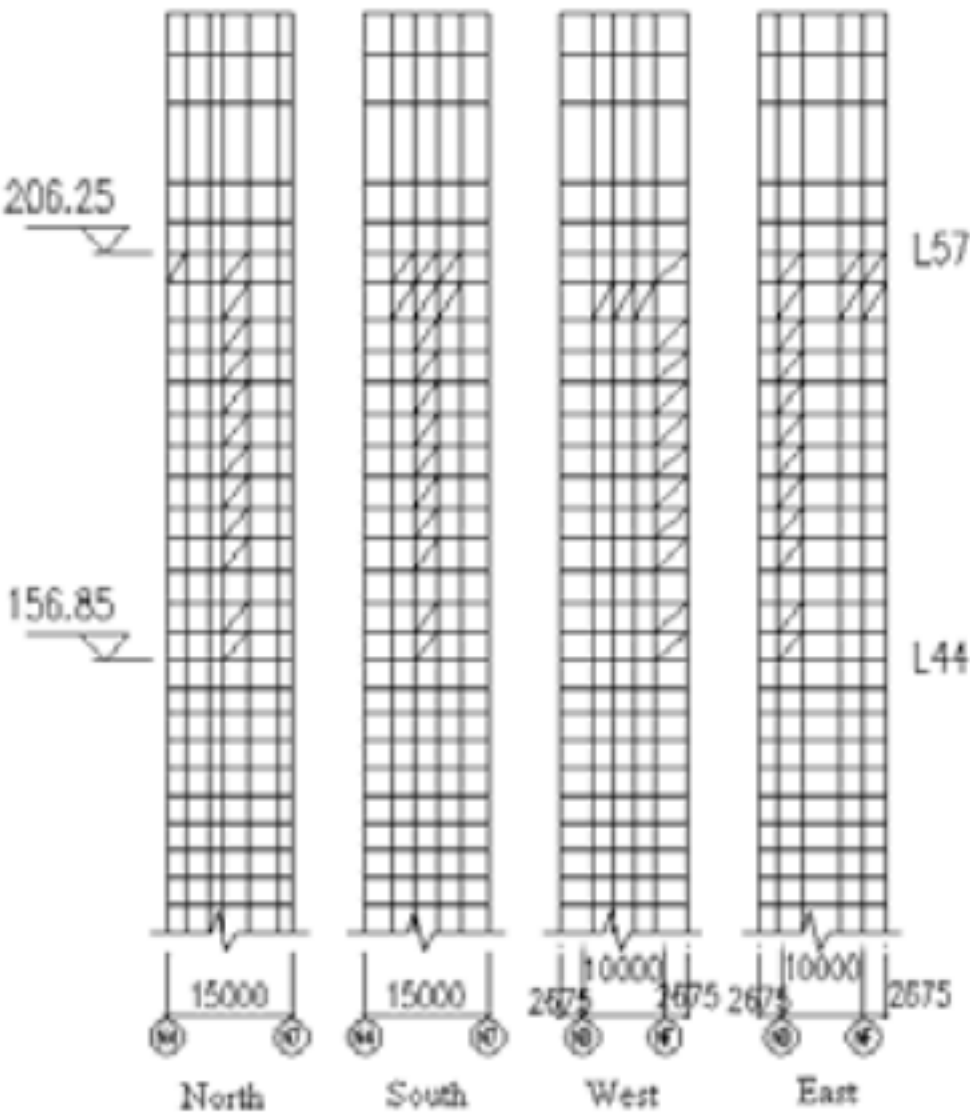
En la torre, **14** disipadores $F = 135t$



BEIJING SILVERTIE CENTER-CHINA – Disipadores Taylor (62 pisos – 250m)



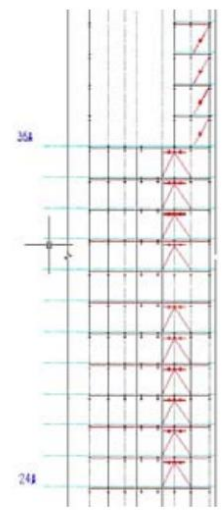
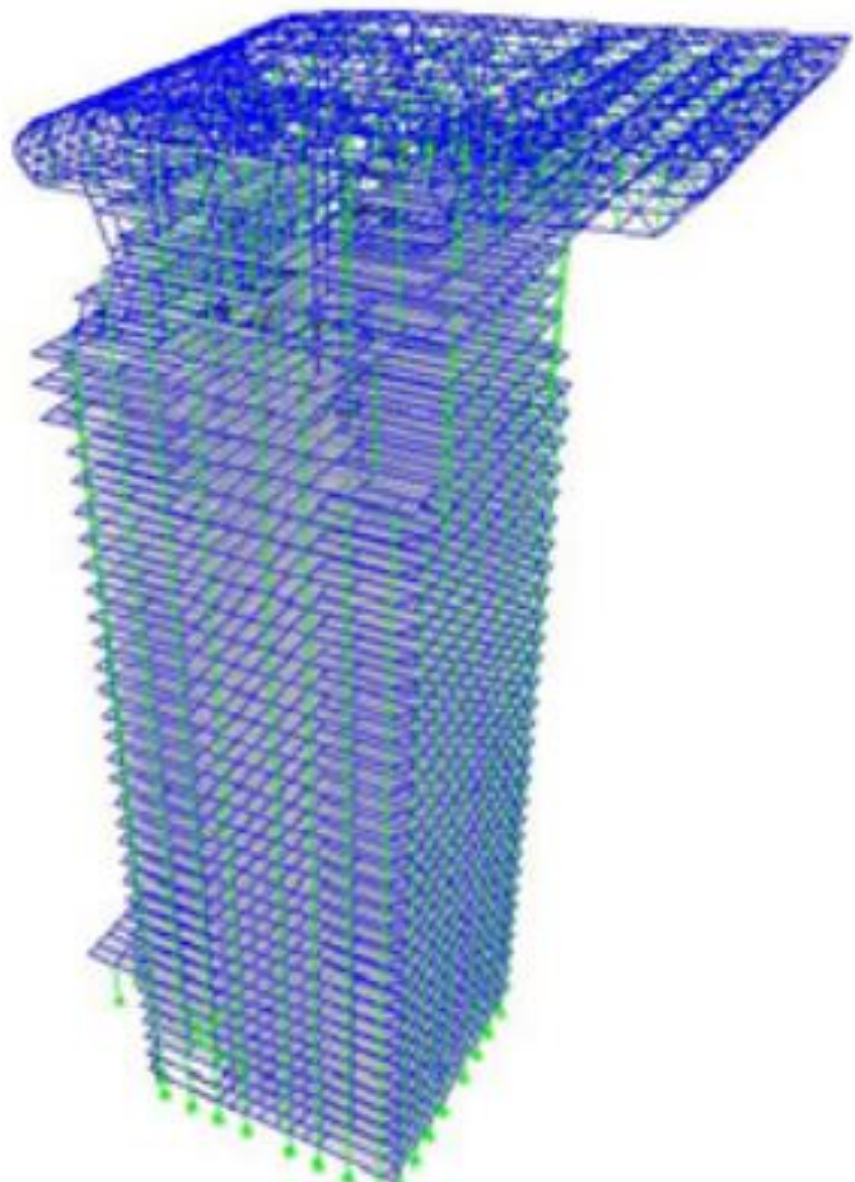
Beijing Silvertie Center-CHINA –108 Disipadores Taylor (62 pisos – 250m)



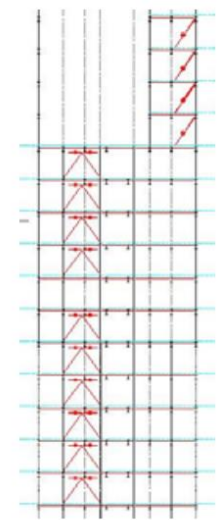
Pangu Plaza – BEIJIN CHINA – Disipadores Taylor



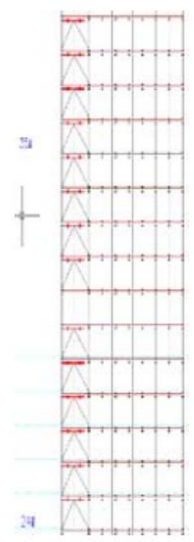
Pangu Plaza – BEIJING CHINA – Disipadores Taylor (191 m, 39 pisos)



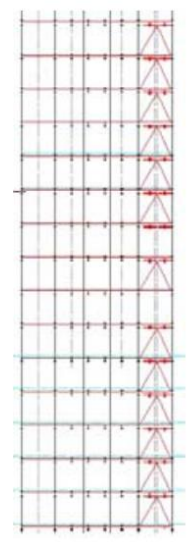
Axis 1/AD



Axis 1/AH



Axis 1/A7



Axis 1/A11

Fuente: Seismic Protection System and its Economic Analysis on The Beijing High-rise Building Pangu Plaza, Yongqi Chen ET AL







Proyectista: GCAQ / Ejecutor: COSAPI





Proyectista: GCAQ / Ejecutor: COSAPI



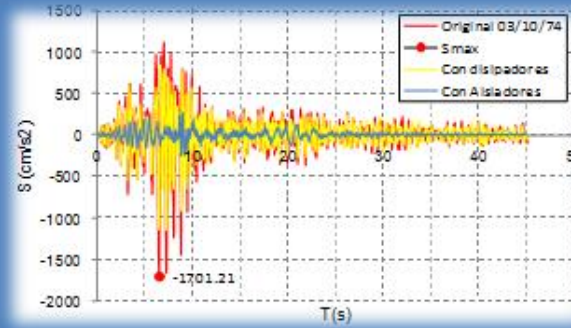
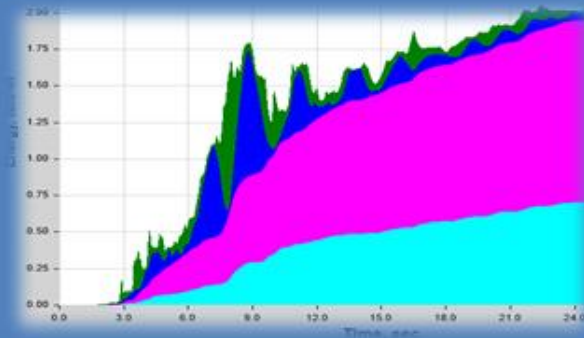
Construcción

CDV INGENIERÍA ANTISISMICA



PRINCIPALES GRUPOS DE CRITERIOS

1. DISEÑO



2. PRODUCTO



3. CONSTRUCCIÓN



* Verificar anclajes embebidos para conexiones



* Verificar dimensiones de los disipadores con el fabricante



Protegerlos para posterior pintado o soldaduras de estructura metálica



Aplicaciones en Perú

Ampliación y Reforzamiento Hotel Costa del Sol/ Proyectista: GCAQ





REFORZAMIENTOS

CDV INGENIERÍA ANTISISMICA



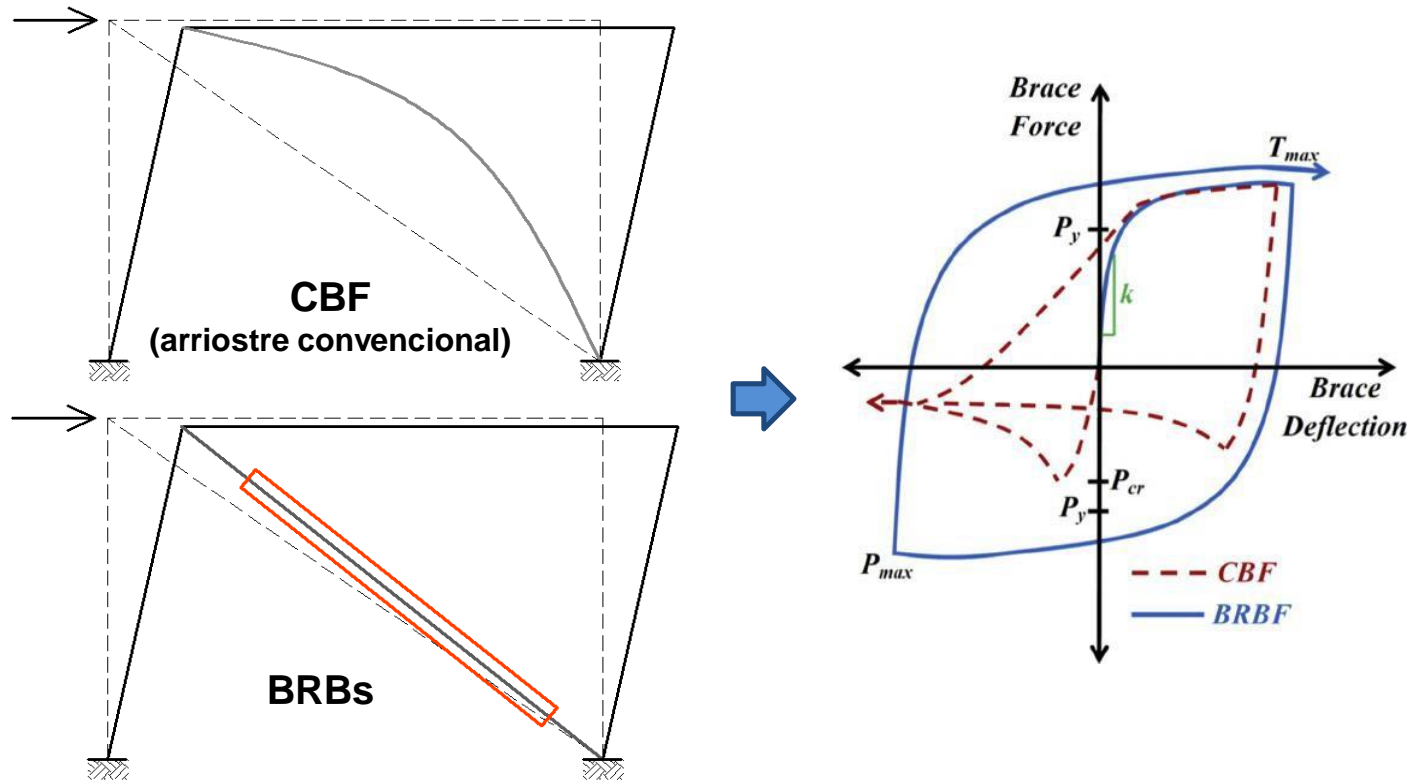
CDV INGENIERÍA ANTISISMICA



SISTEMAS DE PANDEO RESTRINGIDO (Buckling restrained brace BRB's)

1.0. QUE SON?

Los BRB o diagonales de pandeo restringido soportan tracción y compresión sin pandearse.



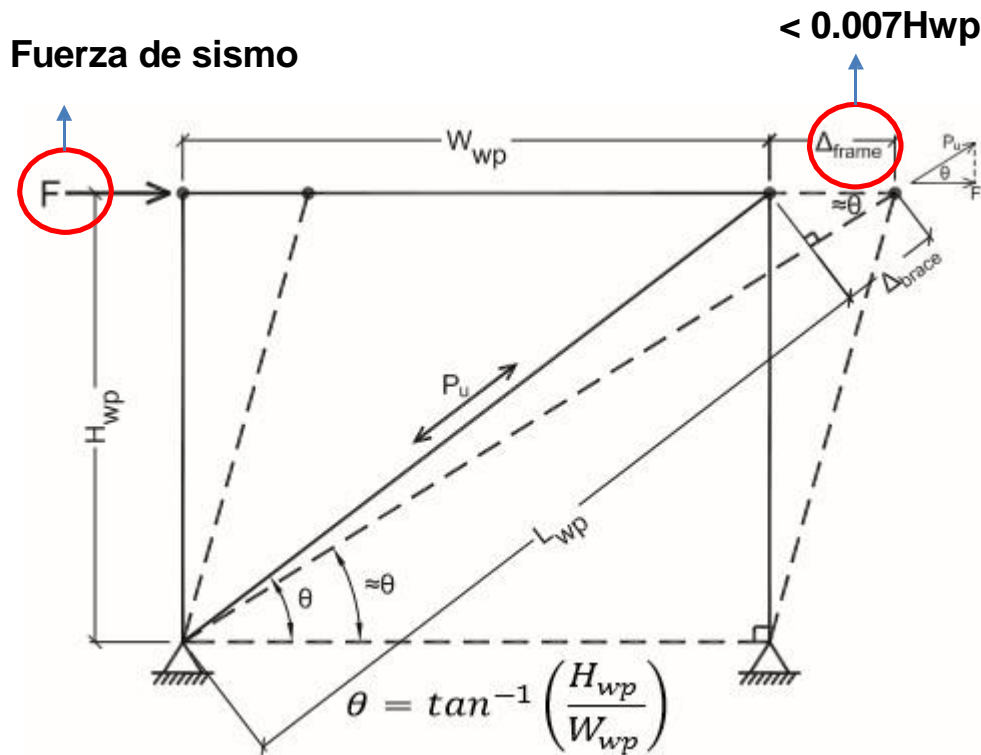
Agregan a la estructura rigidez y amortiguamiento.

1.0. QUE SON?



1.0. QUE SON?

Propiedades de un BRB:



$$\Delta_{brace} = P_u / K_{eff}$$

$$\Delta_{frame} = \frac{\Delta_{brace}}{\cos \theta}$$

$$\Delta_{frame} = \frac{P_u}{K_{eff} \cos \theta}$$

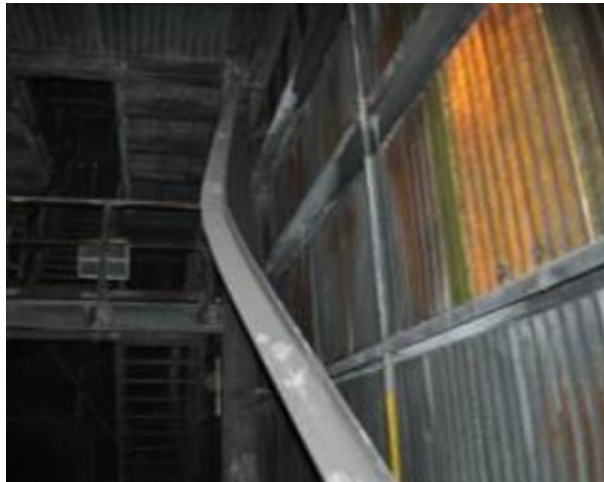
$$\Delta_{frame} = \frac{F L_{wp}}{KF A_{sc} E \cos^2 \theta}$$

Las propiedades del BRB quedan definidas por **tipo de acero, área de núcleo y rigidez efectiva.**

Pandeo de arriostres convencionales (CBF)

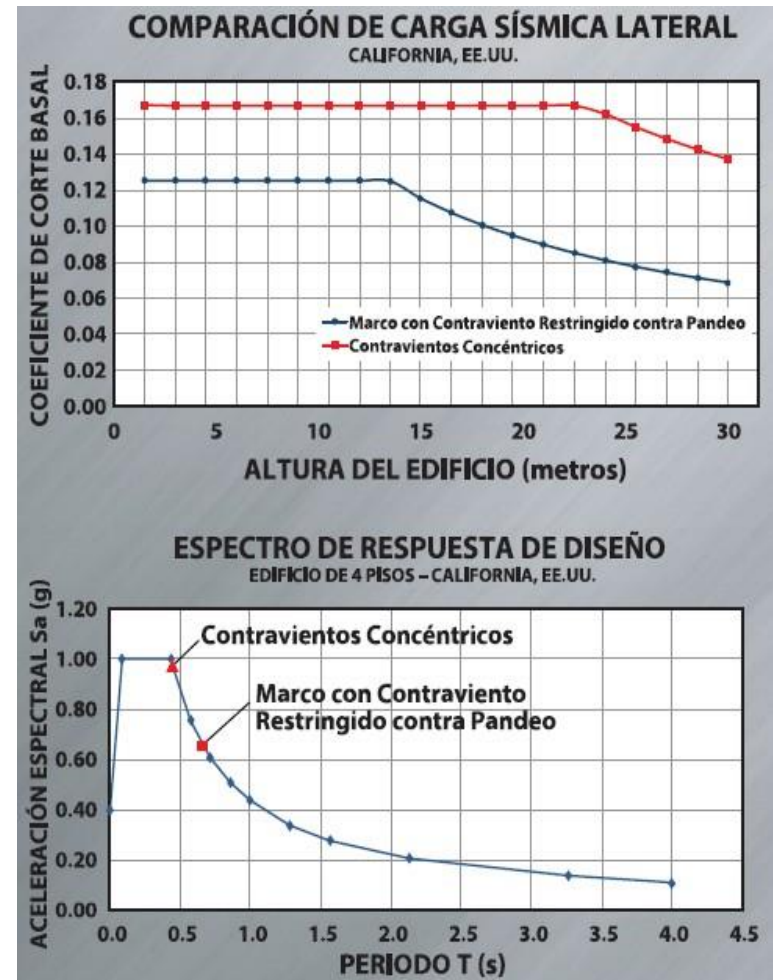
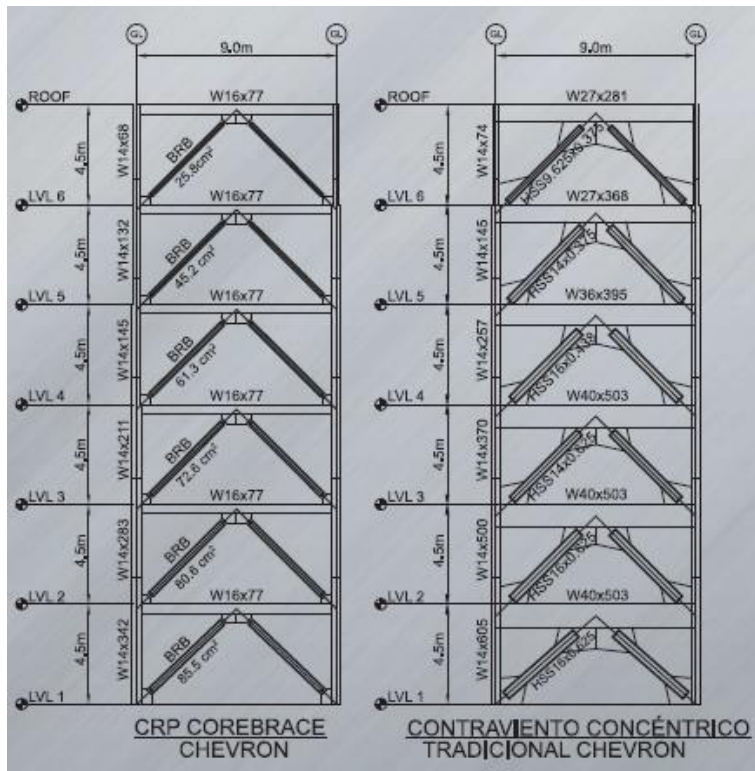


CBF
(arriostre convencional)



Comparativo BRB v.s CBF

- Un sistema CBF requiere sobredimensionamiento.
- Los códigos permiten reducción de fuerzas sísmicas de diseño en un 25% para sistemas BRB.



2.0. NORMATIVA DE DISEÑO

El uso y diseño de BRBs está contemplado en la normativa americana AISC 341-10:

ANSI/AISC 341-10
An American National Standard

Seismic Provisions for Structural Steel Buildings

June 22, 2010

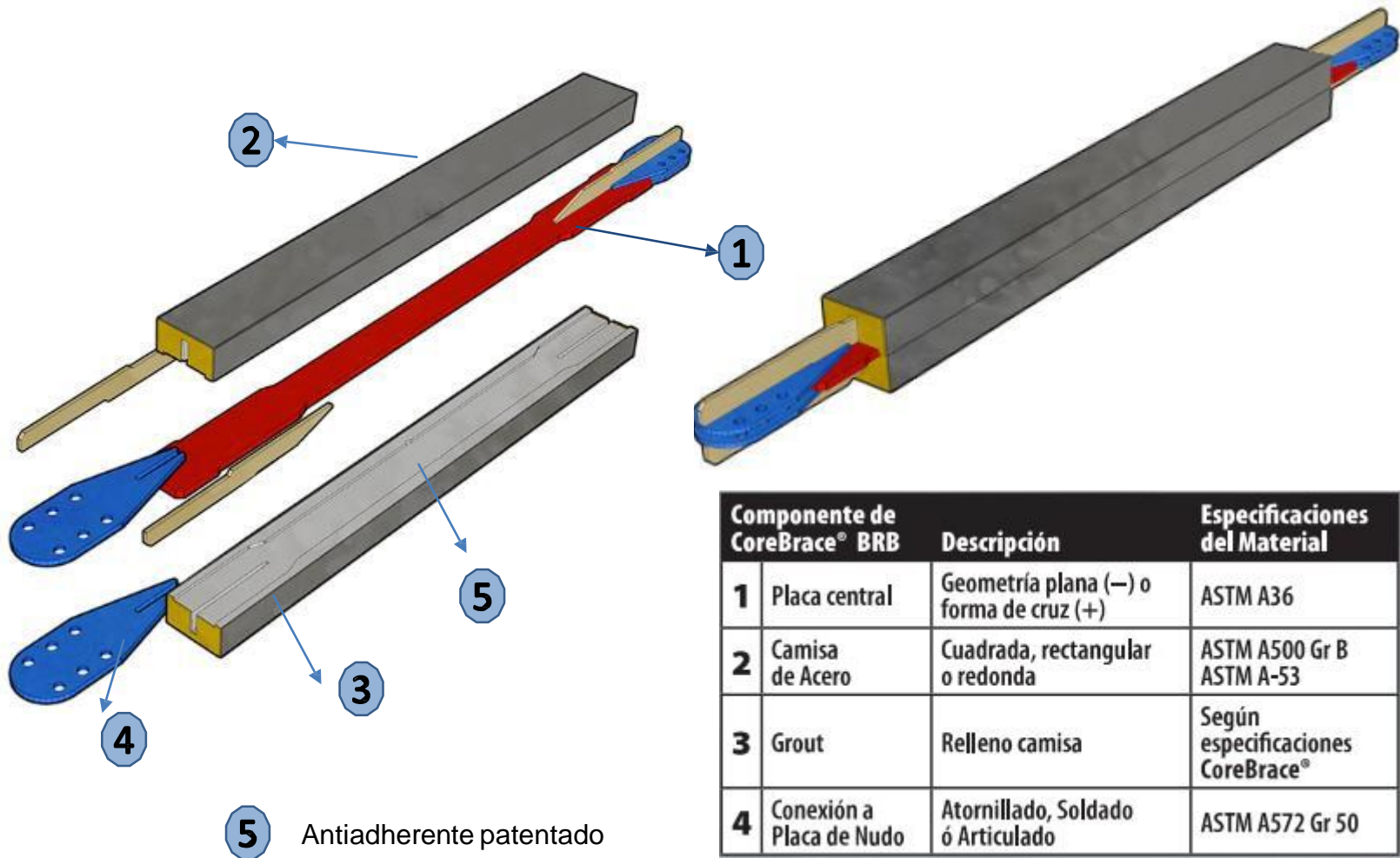
Supersedes the
Seismic Provisions for Structural Steel Buildings
dated March 9, 2005,
Supplement No. 1 dated November 16, 2005,
and all previous versions

Approved by the AISC Committee on Specifications



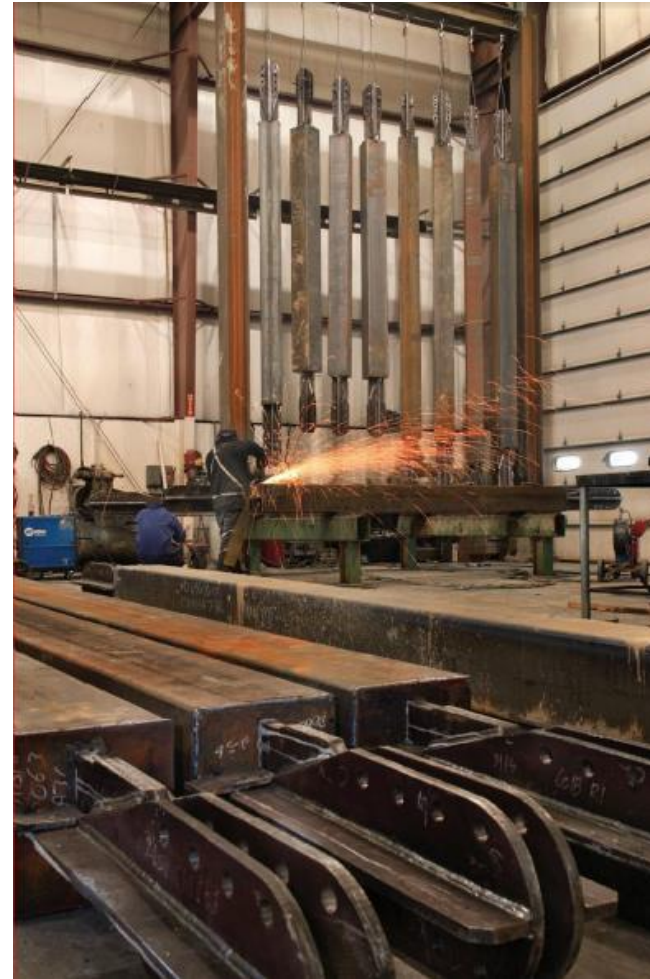
-Sección F.4:
Descripción y diseño
-Sección K.3:
Ensayo de calificación.

3.0. COMPOSICIÓN



Componente de CoreBrace® BRB	Descripción	Especificaciones del Material
1 Placa central	Geometría plana (-) o forma de cruz (+)	ASTM A36
2 Camisa de Acero	Cuadrada, rectangular o redonda	ASTM A500 Gr B ASTM A-53
3 Grout	Relleno camisa	Según especificaciones CoreBrace®
4 Conexión a Placa de Nudo	Atornillado, Soldado ó Articulado	ASTM A572 Gr 50

3.0. COMPOSICIÓN



4.0. VENTAJAS

- El proceso de diseño es muy simple.
- No se pandean ante cargas de compresión.
- Agregan rigidez .
- Tiempos rápidos de ejecución
- Presentan un comportamiento simétrico en compresión y tracción.
- Su comportamiento es predecible.
- En reforzamientos requieren menos reforzamiento de la de un reforzamiento convencional

5.0. CONFIGURACIONES

Instalación en diagonal



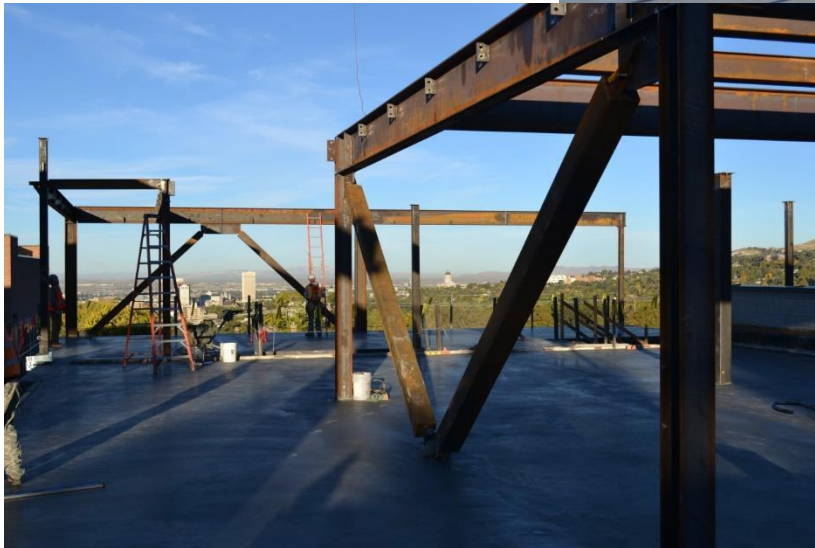
5.0. CONFIGURACIONES

Instalación en Chevron



5.0. CONFIGURACIONES

Instalación en “V”



5.0. CONEXIONES

Conexión bolted Lug



DESVENTAJAS

-A comparación con la conexión de PIN, cartelas un poco mayores.

VENTAJAS

- Facilidad en instalación por holgura de agujeros.
- Pocos pernos, sin planchas adicionales.
- Menor impacto arquitectónico.
- Menores tiempos de instalación.
- Facilidad de reemplazo



5.0. CONEXIONES

Conexión con PIN



DESVENTAJAS
-Pequeñas tolerancias de instalación(1/32”).

VENTAJAS

- Cartelas pequeñas.
- Menor impacto arquitectónico.



5.0. CONEXIONES

Conexión soldada

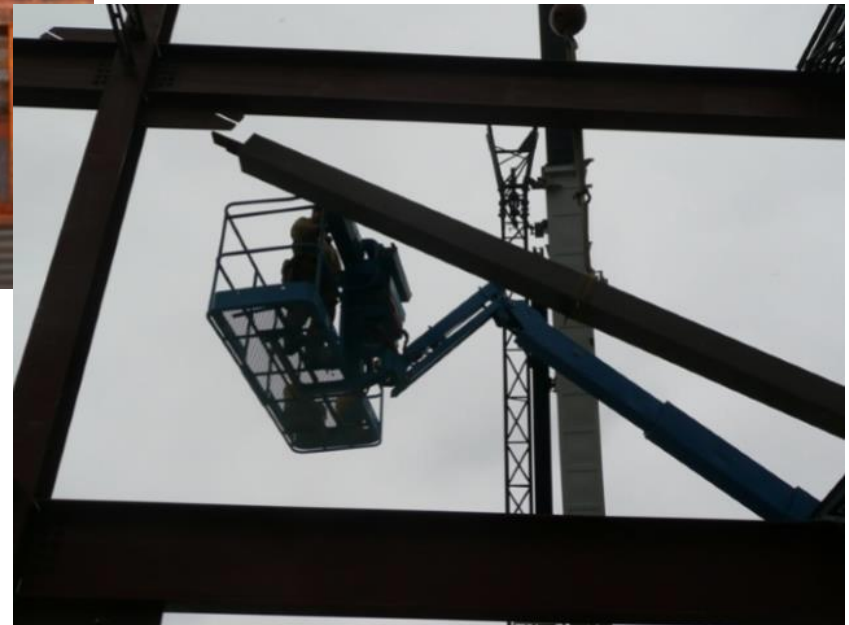
VENTAJAS

- Cartelas pequeñas.
- Menores costos de BRB.
- Poco impacto arquitectónico.

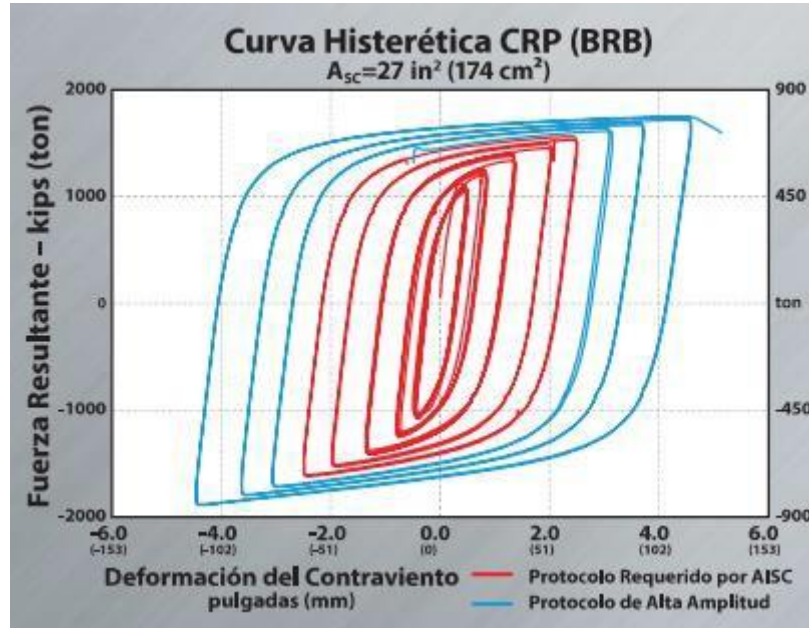


DESVENTAJAS

- Complejidad de soldadura en campo.
- Mayor tiempo de instalación.

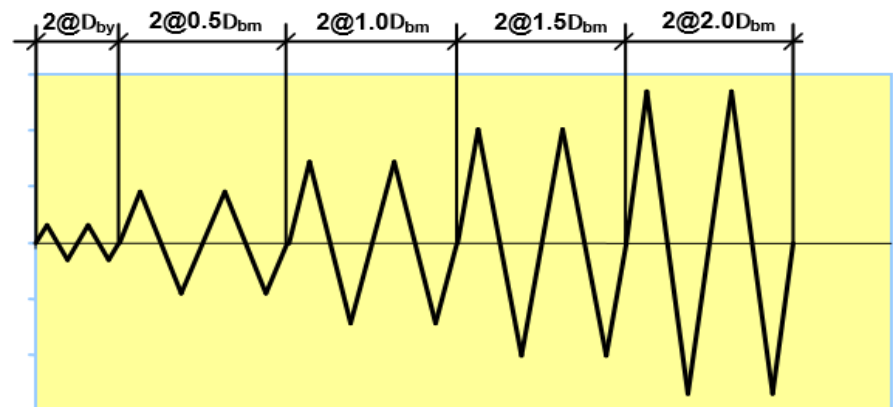


6.0. ENSAYOS DE BRBs

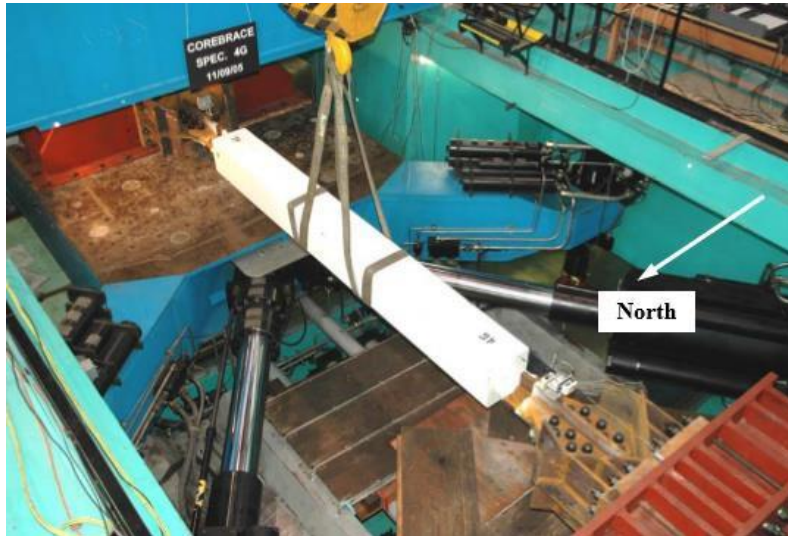


Los Ensayos muestran la curva histerética del comportamiento del BRB.

Protocolos de ensayos a distintos desplazamientos.



6.0. ENSAYOS DE BRBs



Ensayos en sub-ensamble

Ensayos uniaxiales

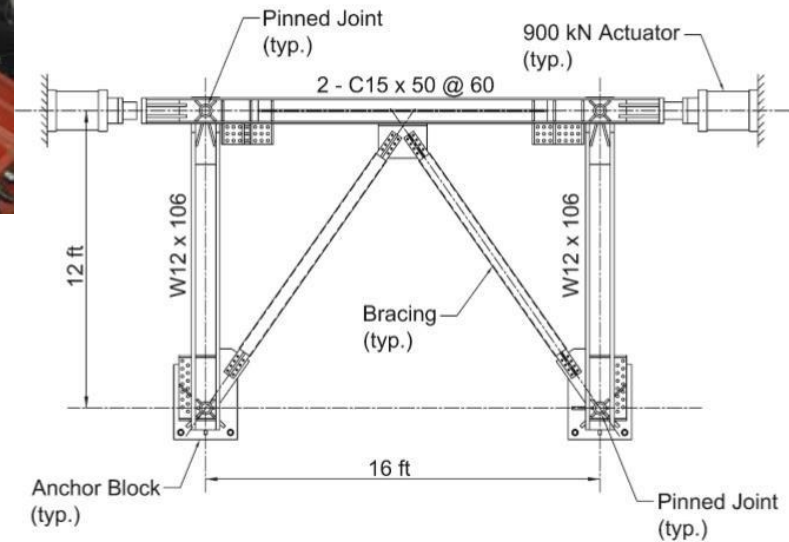


Fig. C-K3.1. Example of test subassemblage.

6.0. ENSAYOS DE BRBs

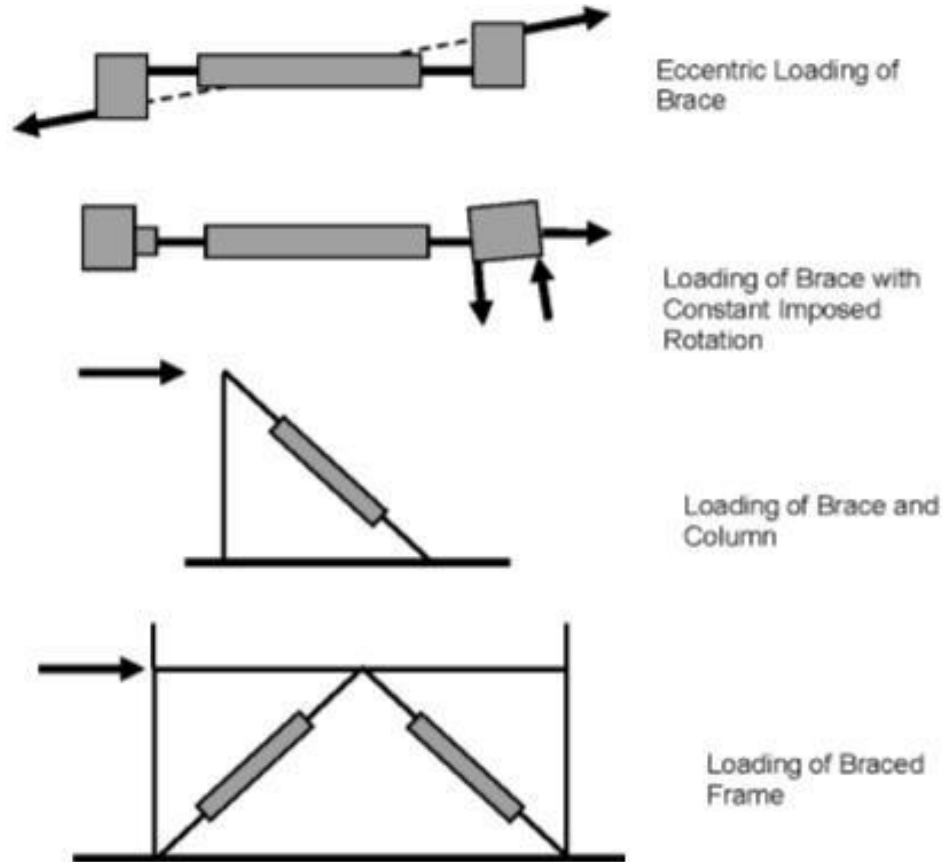


Fig. C-K3.2. Possible test subassemblages.

Ensayos en sub-ensamble

ENSAYOS

Los CRP (BRB) CoreBrace® han sido probados en laboratorios independientes y los resultados obtenidos demuestran que los contravientos exceden los requerimientos del AISC 341, al proporcionar un comportamiento histerético consistente durante varios ciclos de carga, en deformaciones que llegan hasta 22 veces la deformación de fluencia.

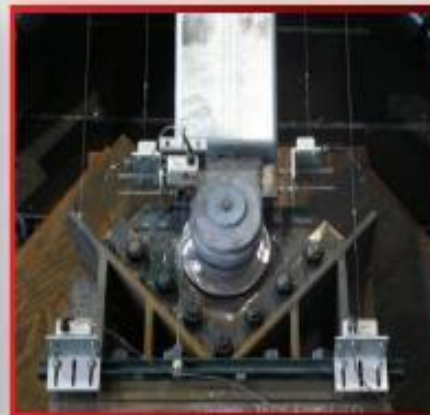


Las pruebas de CRP (BRB) CoreBrace® con conexión atornillada fueron realizadas en las Universidades de Utah y California - San Diego, y en el Centro Nacional de Investigación de Ingeniería Sísmica (NCREE - Taiwán).



Los CRP (BRB) con conexión atornillada con placas de empalme de CoreBrace® fueron probados en las Universidades de Utah y California – San Diego.

Contravientos ensayados:
Área: 9.5 cm² a 174 cm²
Longitud: hasta 5.8 m



Los CRP (BRB) con conexión articulada CoreBrace® fueron probados en la Universidad de California - San Diego y el Centro Nacional para la investigación sobre Ingeniería Sísmica (NCREE - Taiwán).

Contravientos ensayados:
Área: 26.0 cm² a 174 cm²
Longitud: hasta 6.5 m



Los CRP (BRB) con conexión soldados de CoreBrace® fueron probados en la Universidad de California – San Diego.

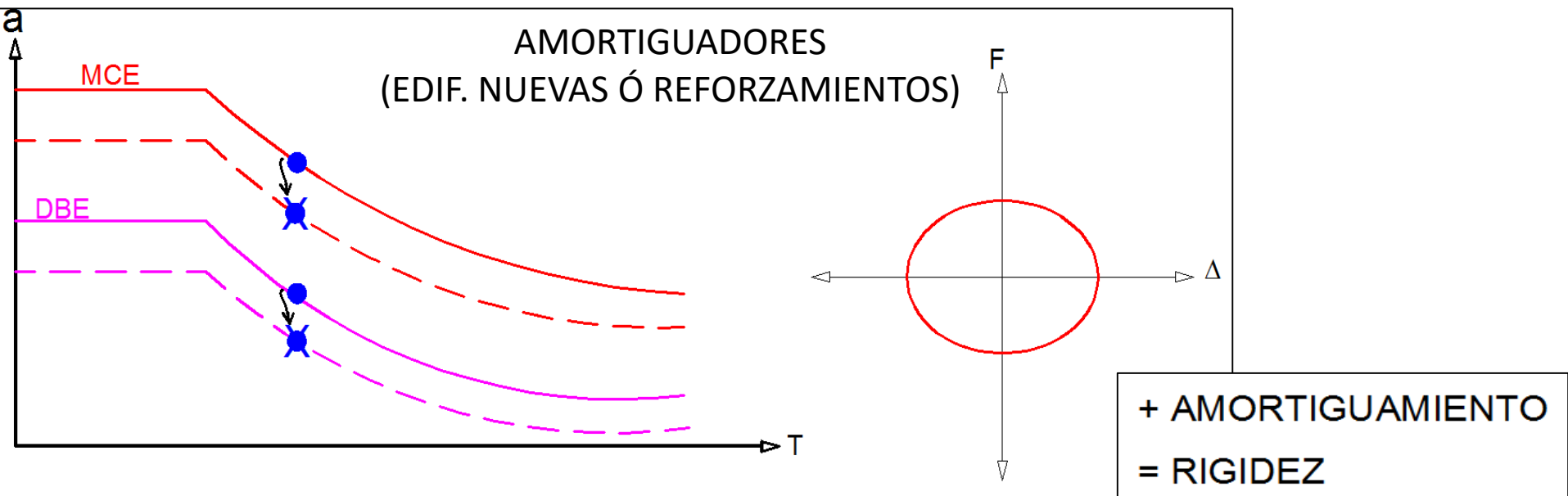
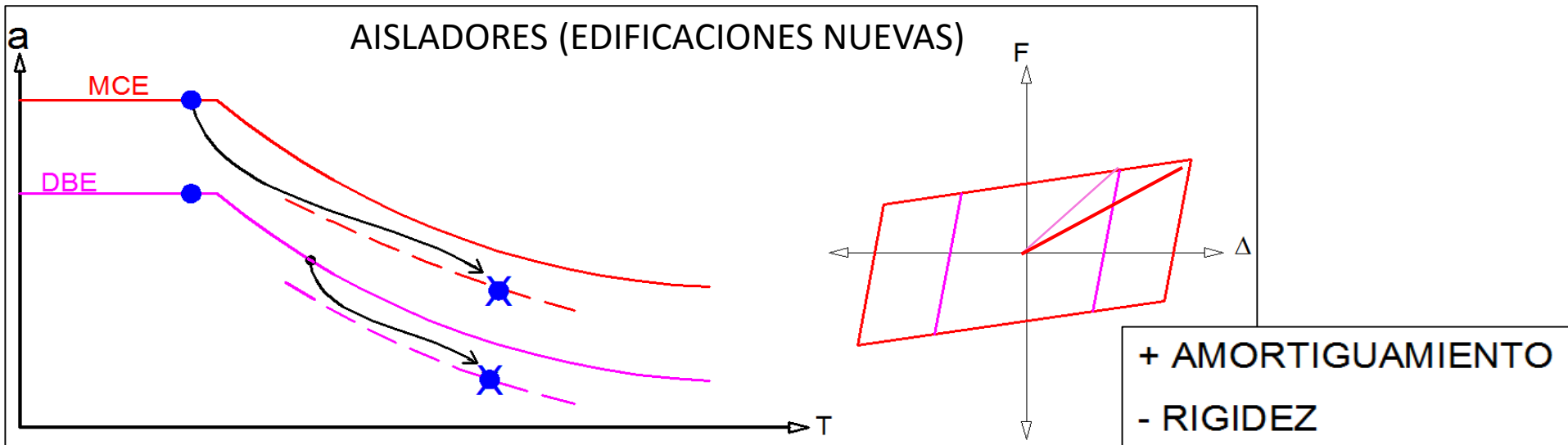
Contravientos ensayados:
Área: 12.9 cm² a 116 cm²
Longitud: hasta 6.5 m

RESUMIENDO...

CDV INGENIERÍA ANTISISMICA

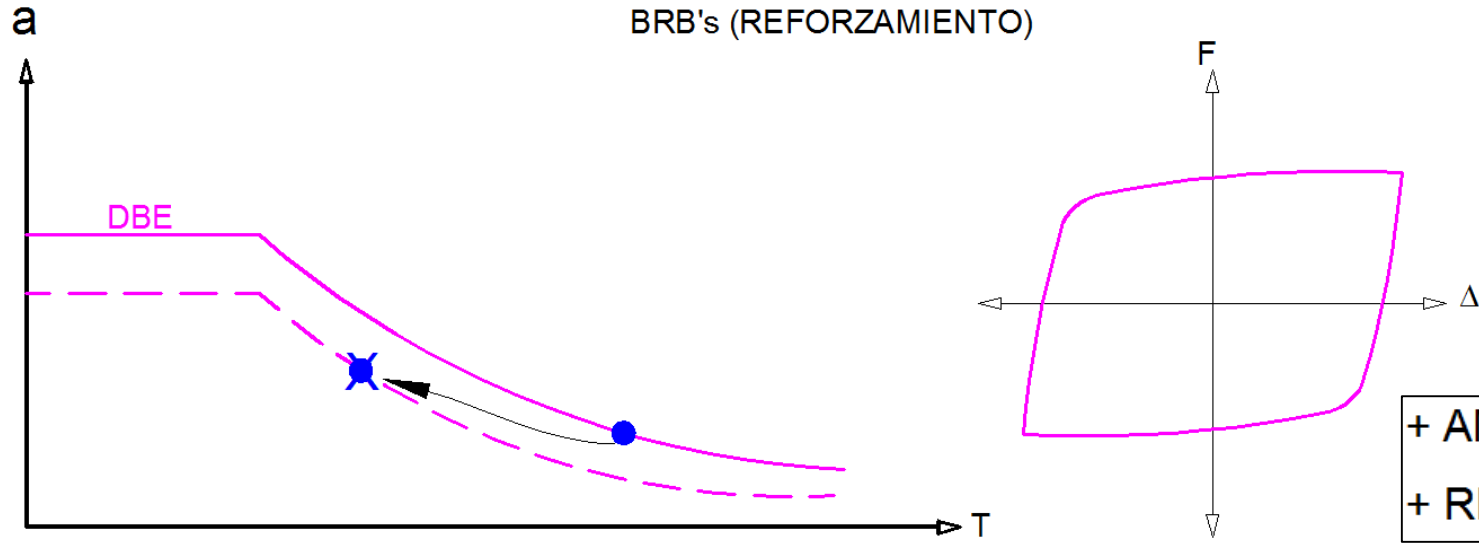


RESUMIENDO

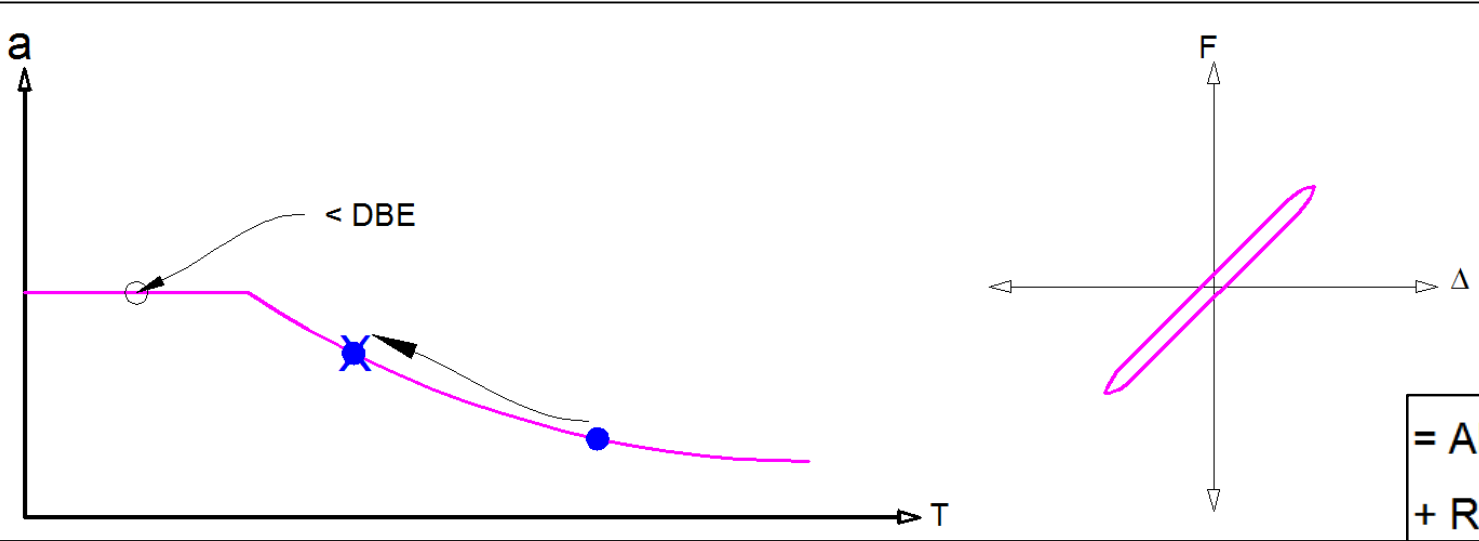


RESUMIENDO

BRB's (REFORZAMIENTO)



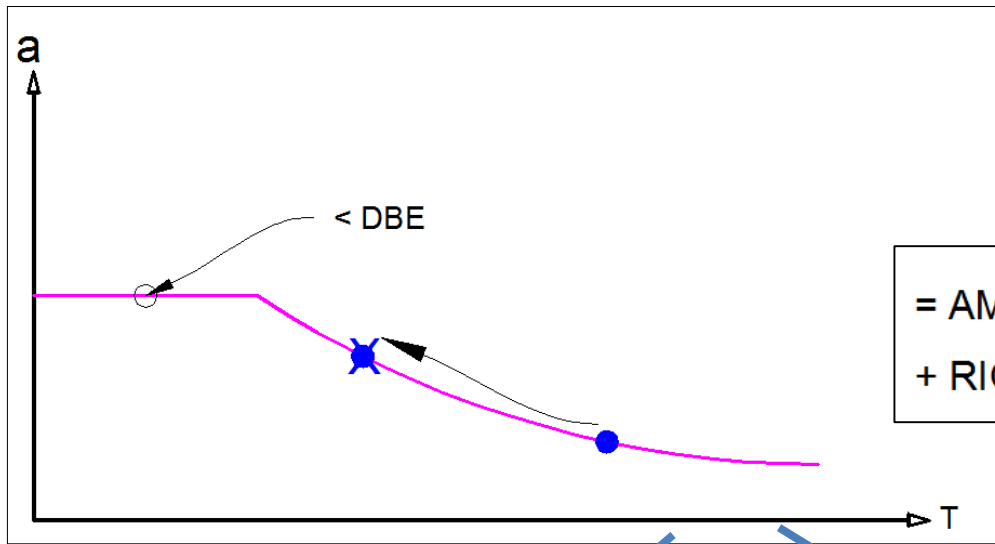
+ AMORTIGUAMIENTO
+ RIGIDEZ



= AMORTIGUAMIENTO
+ RIGIDEZ

RESUMIENDO

REFORZAMIENTO CONVENCIONAL



= AMORTIGUAMIENTO
+ RIGIDEZ

