

**ENSAYE EXPERIMENTAL
DE DISIPADOR DE ENERGÍA SÍSMICA
TIPO “DAMPO 1505”**

**ELABORADO PARA:
DAMPO SYSTEMS SA DE CV**

**POR:
INSTITUTO DE INGENIERÍA, UNAM**

NOVIEMBRE, 2019

CONVENIO: ISGCONV-126-2019

1. INTRODUCCIÓN

A solicitud de la empresa Dampo Systems SA de CV, se realizaron pruebas experimentales de un disipador de energía sísmica tipo “Dampo 1505” con registro de solicitud de patente número: MX/E/2019/068524. Las pruebas se llevaron a cabo en el Laboratorio de Estructuras del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIUNAM), en octubre de 2019.

En total se realizaron tres pruebas: una de carga cíclica en el intervalo elástico-lineal; una de carga cíclica incremental; y una de fatiga. Las tres pruebas fueron aplicadas de manera cuasi-estática y controladas por desplazamientos.

En este informe se detallan las características de las pruebas y se presentan los resultados obtenidos en términos de las curvas de histéresis. Al final se presentan conclusiones producto de observaciones hechas durante la realización del estudio.

2. CONFIGURACIÓN DEL EXPERIMENTO

2.1 Arreglo experimental

El disipador se ensayó en un marco de carga como el que se muestra esquemáticamente en la Figura 1. Se puede ver que el marco se fijó a la losa de reacción. Luego, el actuador MTS se sujetó del marco de carga. Después, el disipador se colocó entre el actuador y una placa sujeta a la losa de reacción.

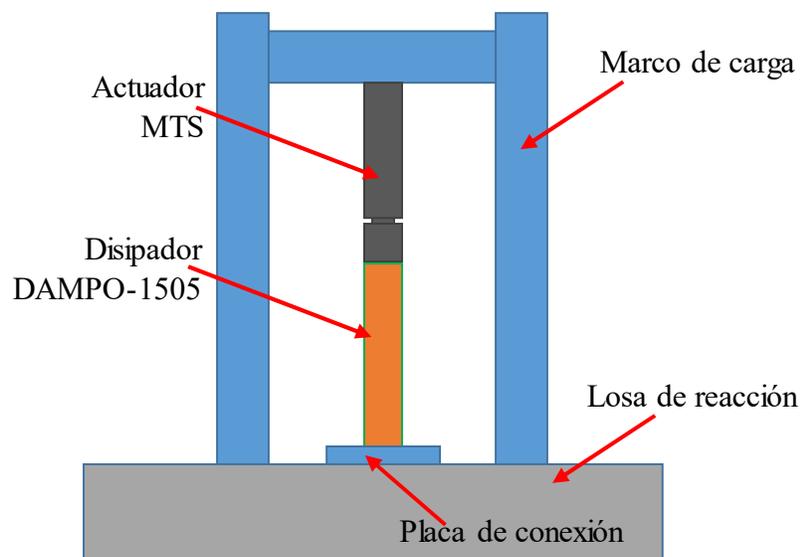


Figura 1. Esquema del arreglo experimental.

2.2 Disipadores

La Figura 2, muestra un croquis del disipador ensayado junto con sus dimensiones, en cm. Se puede observar que el disipador cuenta con dos placas laterales y una central, todas conectadas a placas centrales. Mientras las placas laterales se conectaron a la conexión inferior, la placa central se conectó a la conexión superior. La altura total del espécimen fue de 100 cm.

Las placas centrales del disipador contaban con una geometría especial que no se muestra en este reporte ya que se reservó de acuerdo con el convenio establecido entre el IIUNAM y Dampo Systems SA de CV.

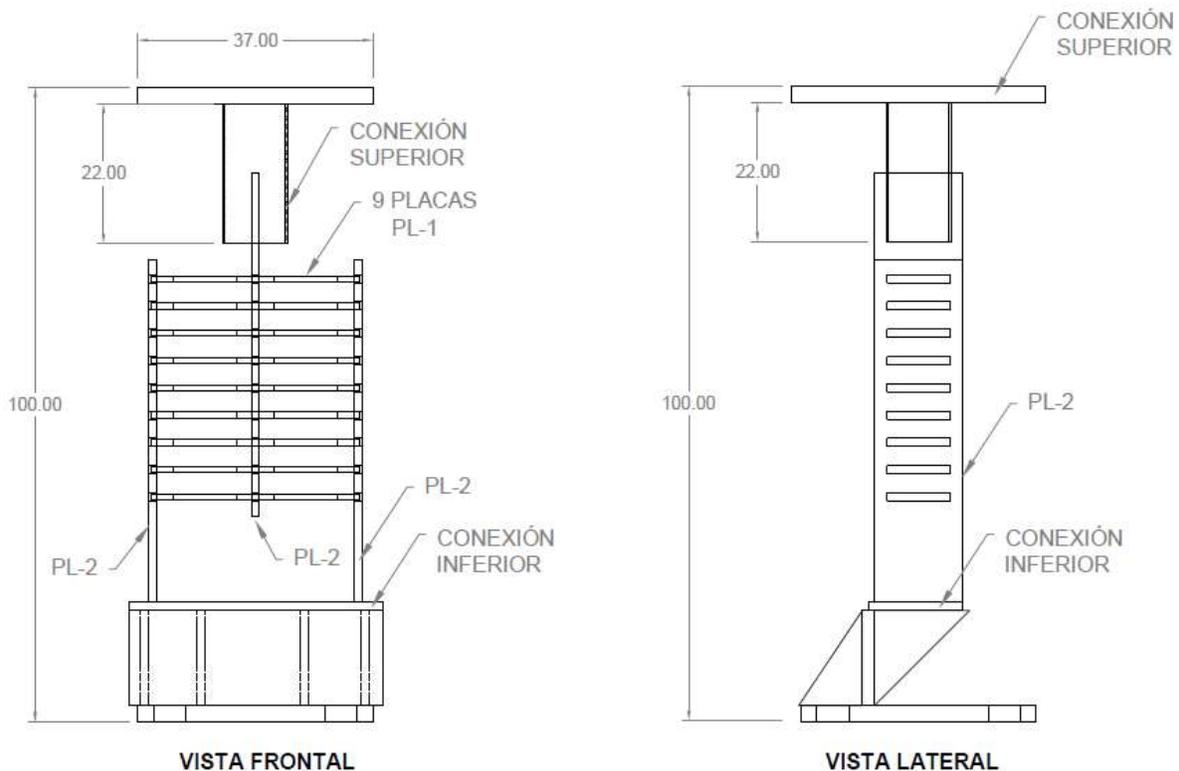


Figura 2. Dimensiones del disipador ensayado, en cm.

2.3 Protocolo de carga

Se aplicaron tres protocolos de carga. El primero consistió en aplicar dos ciclos de desplazamiento de ± 2.5 mm. El segundo, que sigue las recomendaciones de Merrit et al. (2003), corresponde al mostrado en la Figura 3. Y el tercero consistió en aplicar ciclos de

desplazamientos a máxima deformación para evaluar la fatiga del disipador. Los tres protocolos de carga fueron aplicados de manera cuasi-estática, con un actuador MTS con capacidad de ± 50 t y carrera de ± 100 mm. Todas las pruebas se hicieron controladas por desplazamientos. En la Figura 3, se aprecia que se aplicaron desplazamientos de 2.5 a 40 mm; con dos ciclos de carga por cada nivel de desplazamiento.

Es importante mencionar que todos los desplazamientos se controlaron con la lectura del actuador hidráulico.

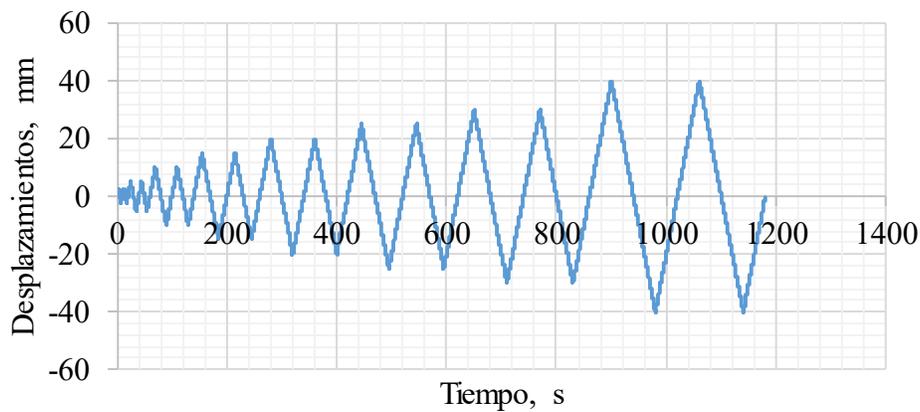


Figura 3. Protocolo de desplazamientos aplicados en la segunda etapa de las pruebas.

2.4 Instrumentación

Para medir los desplazamientos y cargas aplicadas se utilizaron el transductor de desplazamientos y la celda de carga del actuador hidráulico. No se utilizó otro tipo de instrumentación ya que en pruebas anteriores se observó que el transductor de desplazamientos y la celda de carga del actuador hidráulico generan información confiable.

3. RESULTADOS

3.1 Curvas de histéresis

Las figuras 4 a 6 muestran las curvas carga-deformación, mejor conocidas como curvas de histéresis, para cada prueba realizada. Se puede observar que el disipador permaneció prácticamente elástico-lineal ante los ciclos de desplazamientos aplicados en la primera prueba (± 2.5 mm). En la segunda prueba (Figura 5) se puede ver que el disipador desarrolló una gran plasticidad de manera estable, logrando alcanzar un desplazamiento máximo de 40 mm; lo que representa una ductilidad de desplazamiento de 8. Finalmente, en la Figura 6 se puede ver que el disipador logró desarrollar tres ciclos con la deformación máxima, de manera estable, antes de presentar degradación mayor al 20% de su capacidad de carga.

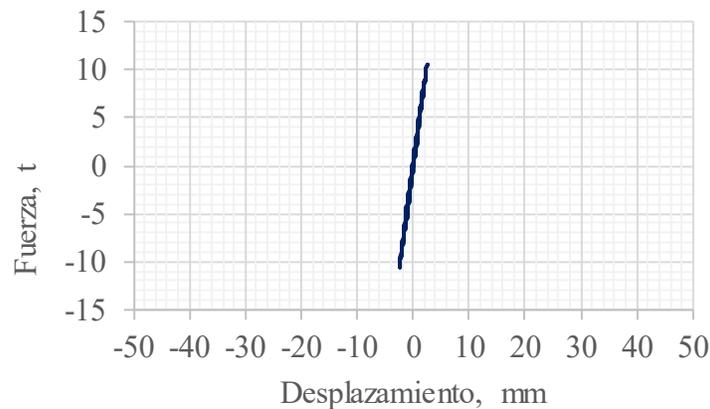


Figura 4. Curvas carga-deformación para prueba de ± 2.5 mm.

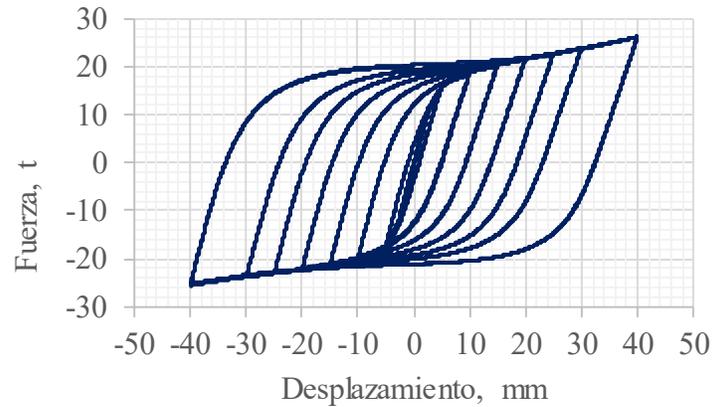


Figura 5. Curvas carga-deformación para prueba con protocolo incremental de la Figura 3.

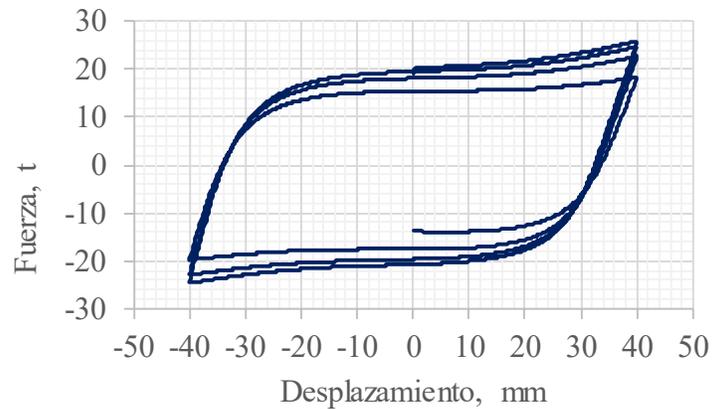


Figura 6. Curvas carga-deformación para prueba de fatiga.

3.2 Ductilidad acumulada

La capacidad de ductilidad acumulada del disipador se calculó como una medida de la capacidad de disipación de energía. Se siguieron las recomendaciones de Merrit et al. (2003). La Figura 7 muestra la ductilidad acumulada para los protocolos de carga 2 y 3. También, se colocó una línea de referencia que representa las demandas esperadas ante un sismo muy intenso. Se puede observar que el disipador cuenta con una capacidad cercana al triple de las demandas esperadas.

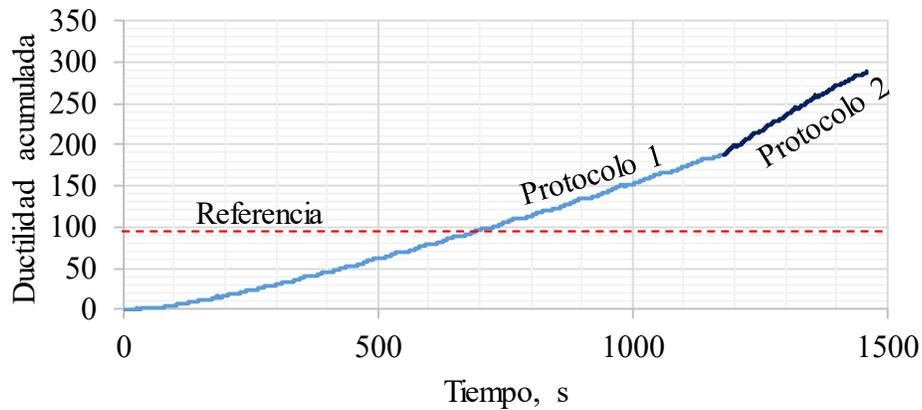


Figura 7. Curvas ductilidad acumulada.

3.3 Imágenes del dissipador

La Figura 8 muestra algunas fotografías del dissipador durante el ensaye. Se pueden observar imágenes para: a) el estado sin deformación, b) para la deformación máxima en compresión, y c) para la deformación máxima en tensión. No se apreció daño significativo en el espécimen cuando se sometió a los primeros dos protocolos de cargas. Los daños importantes comenzaron a aparecer durante la aplicación del último protocolo de cargas (el de fatiga).



Figura 8. Fotografías del disipador ensayado.

5. CONCLUSIONES

Se realizaron pruebas experimentales en un disipador de energía sísmica tipo Dampo 1505 ante carga cíclica reversible aplicada de manera cuasi-estática. Se observó lo siguiente:

- El disipador presentó comportamiento elástico-lineal durante la aplicación del protocolo 1, donde se aplicaron dos ciclos de desplazamientos de ± 2.5 mm.
- El disipador presentó comportamiento inelástico estable durante la aplicación del segundo protocolo de cargas, logrando deformaciones de hasta 40 mm y ductilidad de desplazamiento de 8.0.
- El disipador logró desarrollar, antes de perder 20% de su capacidad de carga, tres ciclos completos de carga a máxima deformación durante la aplicación del protocolo de carga de fatiga (a ± 40 mm o ductilidad de desplazamiento de 8).
- La capacidad de ductilidad acumulada, como una medida de la capacidad de disipación de energía, resultó cercana al triple con respecto a una demanda esperada ante un sismo muy intenso.

En general se pudo observar que el disipador logró desarrollar un buen comportamiento inelástico estable con gran capacidad de disipación de energía.

Referencias

- Merrit, S., Uang, C.M. y Benzoni, G., (2003), “Subassemblage testing of Corebrace Buckling-Restrained Braces”, Reporte No. TR-2003/01, Universidad de California, San Diego, EUA.