

28 de junio de 2019

**H. Consejo Divisional
Ciencias y Artes para el Diseño
Presente**

De acuerdo con lo establecido en los "Lineamientos para la Investigación de la División de Ciencias y Artes para el Diseño. Registro y Seguimiento de las Áreas, Grupos, Programas y Proyectos" numeral 3.6 y subsiguientes, la **Comisión encargada de la revisión, registro y seguimiento de los proyectos, programas y grupos de investigación, así como de proponer la creación, modificación, seguimiento y supresión de áreas de investigación, para su trámite ante el órgano colegiado correspondiente**, sobre la base de la documentación presentada, en particular el cumplimiento de requisitos conforme a la ficha informativa anexa y considerando suficientemente sustentada la solicitud, propone el siguiente:

Dictamen

Aprobar la Terminación del Proyecto de Investigación N-461 titulado "**Aparato SD 66 Estructuras con aislamiento de base**", el responsable es el M. en Arq. Carlos Humberto Moreno Tamayo, adscrito al Programa de Investigación P-047 "Laboratorio de Modelos Estructurales", que presenta el Departamento de Procesos y Técnicas de Realización.

Los siguientes miembros estuvieron presentes en la reunión y se manifestaron a favor del dictamen: Mtra. Alda Zizumbo Alamilla, Mtra. Haydeé Alejandra Jiménez Seade y Mtra. Silvia Gabriela García Martínez.

**Atentamente
Casa abierta al tiempo**



Mtro. Salvador Ulises Islas Bajaras
Coordinador de la Comisión



6 de junio, 2019

10/6/19

PT/JEFATURA/CYAD/047/2019

Dr. Marco V. Ferruzca Navarro
Presidente H. Consejo Divisional
Ciencias y Artes para el Diseño
Presente

Por este medio, solicito a usted tenga a bien presentar al H. Consejo Divisional de Ciencias y Artes para el Diseño que usted preside, la conclusión del proyecto de investigación:

N-461 Aparato SD 66 Estructuras con aislamiento de base

El responsable del mismo es el **M. en Arq. Carlos Humberto Moreno Tamayo**, este proyecto pertenece al programa de investigación *P-047 Laboratorio de Modelos Estructurales*, correspondiente al Grupo de Investigación *Tecnología y Diseño en la Edificaciones* de este departamento.

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente
Casa abierta al tiempo

Dr. Edwing A. Almeida Calderón
Encargado del Departamento de Procesos y
Técnicas de Realización



México, D.F. a 06 de junio de 2019

Dr. Edwing Antonio Almeida Calderón
Encargado del Departamento de Procesos y Técnicas de Realización
PRESENTE

6
7

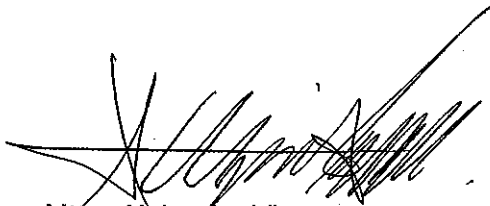
En cumplimiento de lo dispuesto en los lineamientos para la Investigación de la División de Ciencias y Artes para el Diseño en su apartado 3.4 relativo a la terminación de proyectos, por este medio me permito solicitar a Ud. Atentamente se sirva de gestionar ante H. Consejo Divisional la entrega de la documentación que ampara la **conclusión del proyecto** que a continuación se relaciona y que corresponde al Programa de Investigación P-047.

Laboratorio de Modelos Estructurales

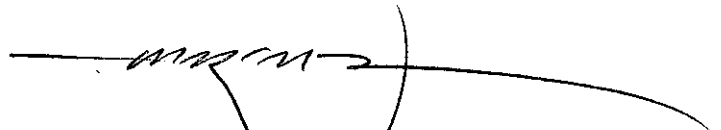
Proyecto No. N-461. Aparato SD-66
Estructuras con aislamiento de base

Sin otro particular, quedamos a sus apreciables órdenes para las aclaraciones que juzgue convenientes.

Atentamente:



Mtro. Alejandro Viramontes Muciño
Coordinador del Grupo de Investigación De
Tecnología y Diseño en las Edificaciones.



M. en Arq. Carlos H. Moreno Tamayo
Responsable del Laboratorio de Modelos
Estructurales.

México, D.F. a 15 de diciembre de 2018

Dr. Edwing Antonio Almeida Calderón
Encargado del Departamento de Procesos y Técnicas de Realización
PRESENTE

6

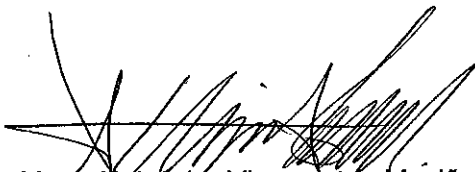
En cumplimiento de lo dispuesto en los lineamientos para la Investigación de la División de Ciencias y Artes para el Diseño en su apartado 3.4 relativo a la terminación de proyectos, por este medio me permito solicitar a Ud. Atentamente se sirva de gestionar ante H. Consejo Divisional la entrega de la documentación que ampara la **conclusión del proyecto** que a continuación se relaciona y que corresponde al Programa de Investigación P-047.

Laboratorio de Modelos Estructurales

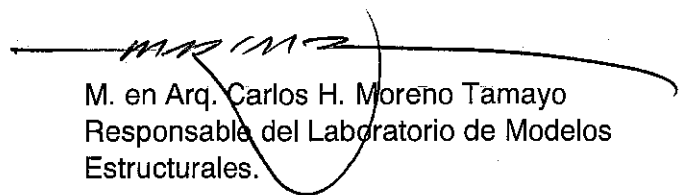
Proyecto No. N-461. Aparato SD-66
Estructuras con aislamiento de base

Sin otro particular, quedamos a sus apreciables órdenes para las aclaraciones que juzgue convenientes.

Atentamente:



Mtro. Alejandro Viramontes Muciño
Coordinador del Grupo de Investigación De
Tecnología y Diseño en las Edificaciones.



M. en Arq. Carlos H. Moreno Tamayo
Responsable del Laboratorio de Modelos
Estructurales.

CONCLUSIÓN DEL
Proyecto Aparato SD 66
Estructuras con Aislamiento de Base

PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN P 047
LABORATORIO DE MODELOS ESTRUCTURALES

Laboratorio de Modelos Estructurales

Conclusión y reporte del proyecto No. N-461 ante el H. Consejo Divisional de CyAD.

Diciembre de 2018

Índice de contenido

1. Adscripción e integración del grupo de trabajo
2. Registro del Programa de investigación del Laboratorio de Modelos Estructurales.
3. Conclusión del proyecto describiendo:
 - 3.1 Registro del proyecto
 - 3.2 Introducción
 - 3.3 Objetivos y metas
 - 3.4 Metodología
 - 3.5 Memoria de diseño
 - 3.5.1 Apoyo teórico
 - 3.5.2 Memoria de construcción
 - 3.5.3 Memoria Descriptiva
 - 3.5.4 Planos constructivos 3D
 - 3.5.5 Memoria fotográfica
4. Relación y descripción de actividades y resultados de cada uno de los participantes.
5. Relación con la docencia, la preservación y la difusión de la cultura del Proyecto de Investigación concluido.
6. Aportaciones al campo de conocimiento
7. Coherencia entre metas, objetivos y resultados finales
8. Trascendencia social
9. Conclusiones

1. Adscripción e integración del grupo de trabajo

DEPARTAMENTO DE PROCESOS Y TÉCNICAS DE REALIZACIÓN

Nombre del Grupo:

Tecnología y Diseño para las Edificaciones

Programa:

P 047 Laboratorio de Modelos Estructurales


Responsable del Grupo de Investigación:

M. en Arq. Carlos Humberto Moreno Tamayo

Actualización de Integrantes del Proyecto

	Nombre completo	Categoría y Nivel	Tiempo de dedicación	Grado Académico	Tipo de participación
1	M. en Arq. Carlos Humberto Moreno Tamayo	Titular "C"	Tiempo Completo	Maestría	Responsable del Proyecto
2	Dr. Eduardo Arellano Méndez	Asociado "A"	Tiempo Completo	Doctorado	Participante Asesor teórico
3	M. en C. Antonio Rodrigo Abad Sánchez	Titular "C"	Tiempo Completo	Maestría	Núcleo básico Diseño industrial
4	Ricardo Raúl Jiménez García	Ayudante "A"	Medio Tiempo	Licenciatura	Apoyo gráfico y documental
5	M. D. Jesús Antonio Hernández Cadena	Técnico Académico	Tiempo Completo	Maestría	Plan ejecutivo

2. Registro del Programa de Investigación del Laboratorio de Modelos Estructurales.

Universidad
Autónoma
Metropolitana 
Casa abierta al tiempo Azcapotzalco
Consejo Divisional de CyAD

SACD/CYAD/060/13

ACUERDO 450-8

07 de febrero de 2013

M. EN ARQ. CARLOS H. MORENO TAMAYO ✓
PROF. DEL DEPTO. DE PROCESOS Y
TÉCNICAS DE REALIZACIÓN
PRESENTE

Por este conducto me permito informar a usted que en la Sesión 450 Ordinaria del Trigésimo Octavo Consejo Divisional, celebrada el día 06 de febrero de 2013, fue aprobado el Programa de Investigación, perteneciente al Grupo de Investigación "Tecnología y Diseño en las Edificaciones", con el siguiente número de registro:

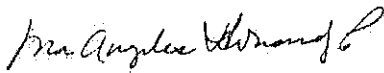
PROGRAMA # P-047

LABORATORIO DE MODELOS ESTRUCTURALES

Lo anterior lo hago de su conocimiento para los fines a que haya lugar.

Sin otro particular por el momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente
Casa abierta al tiempo



MTRA. MA. DE LOS ÁNGELES HERNÁNDEZ PRADO
Secretaría

c.c.p. Arq. Eduardo Kotásek González.- Jefe del Depto. de Procesos y Técnicas de Realización
Mtro. Alejandro Viramontes Muñoz.- Responsable del Grupo de Investigación "Tecnología y Diseño en las Edificaciones"
Dr. Anibal Figueroa Castrejón.- Coordinador de Investigación

3. Conclusión del proyecto

3.1 Registro ante Consejo Divisonal

Universidad
Autónoma
Metropolitana 
Casa abierta al tiempo Azcapotzalco
Consejo Divisonal de CyAD

SACD/CYAD/671/18
3 de octubre de 2018

M. en Arq. Carlos H. Moreno Tamayo
Profesor del Departamento de Procesos
y Técnicas de Realización
Presente

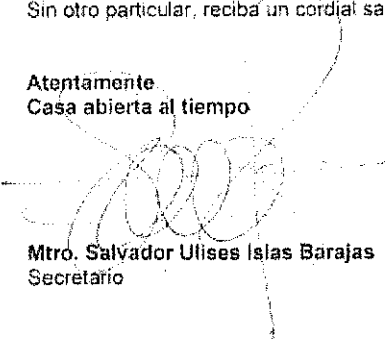
Asunto: Registro de Proyecto de Investigación.

Por este medio, le informo que en la Sesión 552 Ordinaria del Cuadragésimo Cuarto Consejo Divisonal, celebrada el día 3 de octubre de 2018, fue aprobado el Proyecto de Investigación N-461 Aparato SD 66. Estructuras con aislamiento de base, con término al trimestre 18-O, en el Departamento de Procesos y Técnicas de Realización.

Lo anterior lo hago de su conocimiento para los fines a que haya lugar.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

Atentamente
Casa abierta al tiempo


Mtro. Salvador Ulises Islas Barajas
Secretario

c.c.p. Dr. Edwing Antonio Almeida Calderón. Encargado del Departamento de Procesos y Técnicas de Realización.
c.c.p. Dr. Isaac Acosta Fuentes. Coordinador de Investigación.

3.2 Introducción.

El principal propósito del Laboratorio es facilitar el proceso de enseñanza aprendizaje de una manera teórico práctica diferente a los métodos tradicionales que promueva el proceso de enseñanza aprendizaje asociada a los postulados teóricos en los que intervienen las matemáticas y la mecánica de las estructuras. De esta forma ayudará en la comprensión de los conceptos estructurales que se presentan de una manera abstracta.

Dentro de los planes y programas de estudio de la licenciatura en arquitectura la línea de estructuras presenta los conocimientos básicos que los alumnos requieren para el desarrollo de proyectos arquitectónicos. Esta línea en los primeros trimestres, inicia con el estudio de los conceptos fundamentales de la estática el análisis de vigas y la resistencia de los materiales, para después aplicarlos a los temas de análisis y de diseño estructural.

Para entender y aplicar los conceptos de la mecánica estructural, relacionados con la estática se requieren conocimientos matemáticos, capacidad de abstracción, interés por los temas, y dedicación entre otros aspectos; por lo anterior, se presenta dificultad en el proceso de enseñanza-aprendizaje para el alumno.

Por otra parte, la falta de estrategias de enseñanza-aprendizaje dificulta aún más el proceso para comprender y resolver los ejercicios planteados de forma analítica.

Una forma de brindar ayuda al alumno para desarrollar su potencial y su capacidad de abstracción, sería a través de la implementación de modelos físicos materiales para demostrar los conceptos básicos que intervienen en las estructuras. Esta actividad complementa las explicaciones teóricas de los conceptos y la solución de ejercicios resueltos por procedimientos gráficos y analíticos.

"Entre las diversas estrategias de enseñanza aprendizaje que se aplican universalmente en el sistema educativo, aquella que hace uso de modelos físicos y mecánicos como recurso didáctico, reporta usualmente un alto nivel de eficiencia comparativamente con otros métodos."(TURATI, prólogo al libro de MORENO, C .et al. (2003).

Antecedentes del proyecto

Entre las diversas estrategias de enseñanza aprendizaje que se aplican universalmente en el sistema educativo, aquella que hace uso de modelos físicos y mecanismos como recurso didáctico, reporta usualmente un alto nivel de eficiencia comparativamente con otros métodos.

Con base en esta experiencia el Laboratorio de Modelos Estructurales ha desarrollado por más de diecisiete años numerosos prototipos de experimentación y demostración de los principios mecánicos de las estructuras.

A partir del año 2015 se desarrolla en el LME equipo didáctico en forma conjunta con el Departamento de Materiales de la División de CBI. Esta colaboración multidisciplinaria permite ampliar el alcance temático de la producción del Laboratorio.

El interés sobre el comportamiento de las estructuras sometidas a la acción sísmica no es un tema nuevo para este proyecto. De hecho se han realizado diversos prototipos anteriormente con ese propósito. El que nos ocupa en esta ocasión se enfoca particularmente en la posibilidad técnica de amortiguamiento de los efectos de los empujes horizontales mediante el uso de dispositivos de aislamiento de base.

Justificación

Los modelos realizados en el Laboratorio de Modelos Estructurales han sido tradicionalmente de carácter no destructible y para efectos de demostración de las deformaciones en las estructuras, ocasionadas por efectos de la carga aplicada en ellas. El Aparato SD 66 tiene esas características.

En zonas sísmicas las edificaciones se ven sujetas a deformaciones causadas por el empuje lateral en un evento sísmico. El concepto es incorporar mecanismos de amortiguamiento entre la superestructura y la cimentación; el aparato SD 66 muestra un par de alternativas con este tipo de sistemas y su eficiencia, comparativamente con los de cimentación tradicional donde los edificios están directamente ligados al suelo que los soporta.

Aplicación curricular: Este prototipo es aplicable a los cursos de Diseño, Cálculo Estructural y Sistemas Constructivos y Estructurales en la licenciatura de Arquitectura y de Elementos y Estructuras de Concreto en la licenciatura de Ingeniería Civil.

3.3 Objetivos y metas.

Objetivo General

Sobre una mesa oscilatoria unidireccional de velocidad y desplazamiento controlados se colocarán tres estructuras idénticas realizadas con material flexible para acusar sus deformaciones. Dos de ellas cuentan con dos tipos de aislamiento de base en tanto que la otra está sujeta directamente a la base de la mesa oscilatoria. La deformación de ésta última será notoriamente mayor a las otras cuando la mesa se pone en movimiento, con lo que quedará demostrada la eficacia del sistema de amortiguamiento recurriendo a dispositivos para aislamiento de base en los edificios.

Objetivos Específicos

1. Diseñar y desarrollar un aparato experimental consistente en una mesa de desplazamiento horizontal unidireccional que permita identificar el diferente comportamiento de estructuras similares con distintos sistemas de sujeción en su base de cimentación.
2. Facilitar el proceso de enseñanza aprendizaje de conceptos básicos de las unidades de enseñanza aprendizaje de estática, resistencia de materiales, análisis y diseño estructural.
3. Involucrar a los estudiantes y docentes a través de la elaboración y prueba de elementos y sistemas estructurales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las estructuras, para las Licenciaturas de Arquitectura e Ingeniería Civil de la UAM Azcapotzalco.
4. Difundir resultados. Participación en eventos relacionados con el tema estructural y didáctico para exposición de resultados y vinculación con proyectos de otras Instituciones de Enseñanza Superior.

Metas

- Diseño y fabricación de prototipos de experimentación no disponibles en el mercado que se signifiquen como un importante apoyo para la docencia en los temas estructurales. En este caso, un aparato para mostrar los beneficios del aislamiento de la superestructura con respecto de su base sustentante.
- Elaboración de material didáctico audiovisual complementario con la fundamentación teórica de los principios estructurales a demostrar.
- Guía descriptiva del prototipo y de su operación con ejercicios específicos de comprobación.

- Incorporación en el programa de atención a grupos del LME para las distintas asignaturas involucradas de Arquitectura e Ingeniería Civil.

3.4 Metodología de investigación

Metodología del LME para el desarrollo de modelos físicos didácticos para la enseñanza de las estructuras.

- El Laboratorio de Modelos Estructurales (LME) ha desarrollado una ruta metodológica de investigación que ha sido aplicada en la mayoría de los más de 60 aparatos experimentales que se han diseñado y manufacturado.
- Es por esta razón que en esta propuesta no se discuten diferentes rutas, ya que esa Metodología ha llevado a buen resultado cada uno de los aparatos que el grupo colegiado ha acometido.
- Necesidad Académica. El escrutinio del plan de estudios de la Licenciatura en Arquitectura, ofrece un panorama de temas en diversas materias cuya comprensión resulta difícil para los estudiantes y que a lo largo de 18 años se han ido ilustrando con aparatos experimentales que usan alumnos y profesores para demostrar fórmulas y explicaciones de pizarrón.
- Discusión colegiada y Bocetos conceptuales del especialista. Dichos temas son discutidos en el Seminario Permanente del LME para que miembros y asistentes ofrezcan ideas sobre requerimientos conceptuales para la materialización de soluciones, de los que se generan algunos bocetos preliminares. La consulta bibliohemerográfica (física y en línea) aporta ideas que se discuten al realizarse dichos bocetos.
- Definición de Comprensión de la calidad demostrativa del aparato. Esos bocetos sirven para definir lo que significa la calidad demostrativa de la ejemplificación del principio funcional que da origen al aparato.
- Análisis de la información disponible. La información generada en esa(s) sesión(es) es organizada y discutida por parte del Grupo en el Laboratorio de Modelos Estructurales para establecer estrategias de materialización para las pruebas iniciales de funcionamiento de los elementos críticos.
- Generación de Modelos Funcionales Iniciales. En esta primera fase de materialización se da preferencia a las pruebas de componentes que son críticos para la calidad demostrativa del principio que da origen al aparato. Dichos componentes son puestos a prueba y con esos resultados son presentados al pleno del Seminario para recibir retroalimentación. Esta parte del proceso es iterativa.
- Planos de Taller. Una vez consensada la posible solución a la Necesidad Académica se procede a ubicar componentes estándar de mercado que puedan facilitar la manufactura y el mantenimiento y, a realizar algunos planos de taller para aquellos componentes que son específicos por su configuración y/o requerimientos.
- Otras Aportaciones Conceptuales. Aún en modelo preliminar, los miembros del Seminario cuestionan la posibilidad de incorporar características adicionales (funcionales, constructivas, estéticas) que complementen los conceptos teóricos que se explican a los estudiantes, sobre el tema del aparato.
- Construcción de Prototipos Preliminares. Aunque se mencionan prototipos, comúnmente es la evolución de un mismo prototipo preliminar que se transforma en definitivo al conjuntarse componentes manufacturados ex profeso con componentes de mercado, con las correcciones requeridas.
- Realización de Pruebas Globales. Los miembros del Seminario realizan simulaciones de las

sesiones de clase en las que se utiliza el aparato. De estas pruebas surgen algunas propuestas de mejora que, de ser posible, son incorporadas de inmediato o se programan para el futuro.

- Correcciones Finales. Aquellos detalles que fueron determinados como incorporables de inmediato se habilitan en función de la disponibilidad de tiempo y recursos físicos y económicos.
- Construcción del Prototipo Final. En esta fase se manufactura el empaque y los aditamentos requeridos para la correcta operación del aparato, tanto por profesores como por los alumnos.
- Realización de Planos Definitivos. Para concluir el proceso se generan los archivos electrónicos que documentan las dimensiones del aparato.

3.5 Memoria de diseño.

LABORATORIO DE MODELOS ESTRUCTURALES

Programa de investigación P 047

Proyecto aprobado por CD NO. N-461 2018

Diseño, supervisión y evaluación de prototipos para la experimentación y demostración de los principios mecánicos de las estructuras.

Aparato SD 66

Estructuras con aislamiento de base

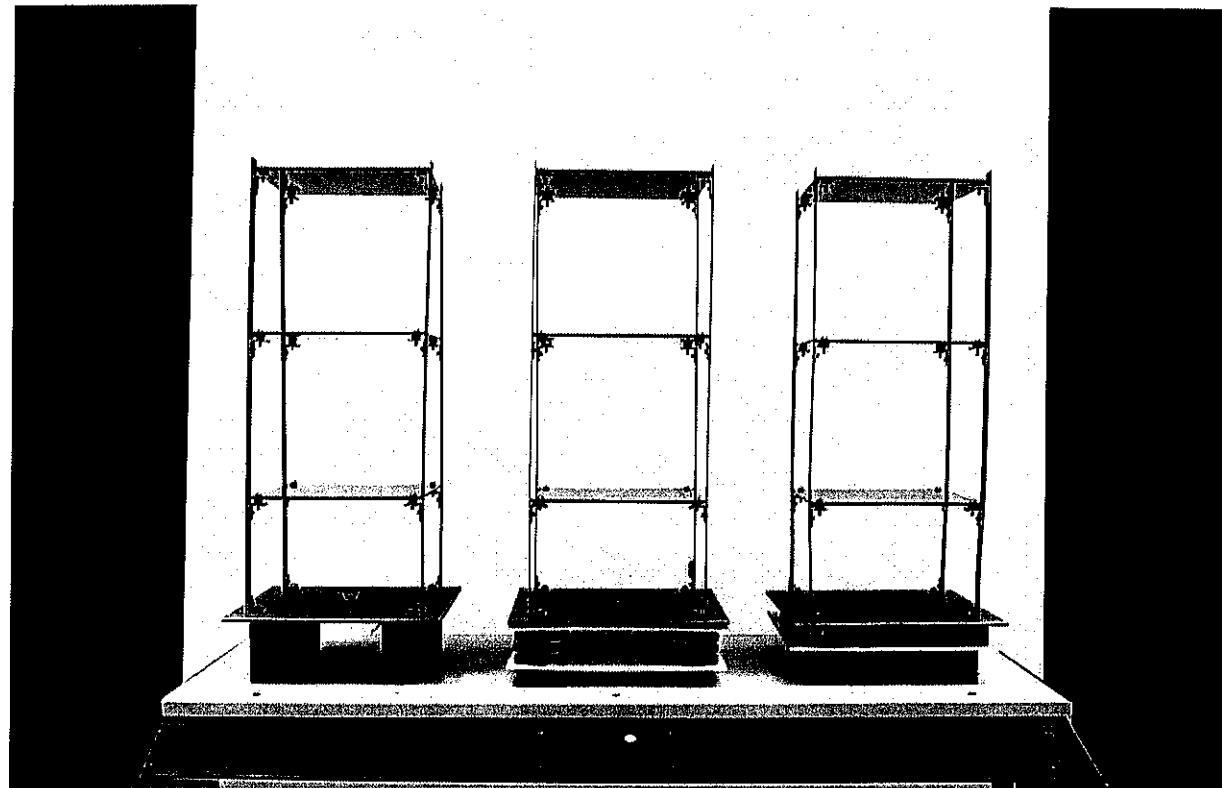


Figura 1. Aparato SD 66.
Estructuras con aislamiento de base.

3.5.1 Apoyo teórico

INTRODUCCIÓN

Los eventos sísmicos y la acción del viento suelen producir en las estructuras deformaciones de diverso rango dependiendo de la magnitud de las cargas horizontales y de las propiedades resistentes, geometría, dimensiones y condiciones generales del diseño de los edificios y sus componentes estructurales. Tales fuerzas pueden ocasionar daños de distinto grado en función del tipo de estructura que se trate, que pueden resultar en el deterioro, la inhabilitación del inmueble y aún su colapso.

Entre los factores que se consideran en el análisis de las deformaciones estructurales en el caso de un sismo, la sincronía que puede resultar entre la frecuencia de la vibración natural de la propia estructura y el período de oscilación del suelo en el que se desplanta, es considerada de la mayor importancia. Se le conoce como resonancia y tiene como consecuencia una amplificación del sistema oscilante del edificio que puede derivar en una deformación excesiva y eventualmente en falla total del sistema.

El período de oscilación de los edificios varía en función de su altura, y sus deformaciones dependen de la robustez de sus elementos constitutivos y de los dispositivos de disipación de energía con los que pueda contar.

Se puede hacer una clasificación de las estructuras dependiendo de si cuentan o no con algún sistema de protección sísmica. Cuando las estructuras no cuentan con sistemas de protección sísmica pueden diseñarse para que se mantengan elásticas o para que incurrieren en el intervalo inelástico.

Si las estructuras se mantienen elásticas, significa que no se dañan, pero son generalmente inviables económicamente. Las estructuras que entran en el intervalo inelástico, sufren daño que puede variar desde ligeros agrietamientos en los elementos estructurales (vigas, columnas y muros) hasta daño severo que implica pérdida de recubrimiento, pandeo de barras, etc. Este tipo de disipación de energía se conoce como histéresis y necesariamente implica algún nivel de daño. En el diseño sísmico se acepta que ante un sismo severo las estructuras puedan dañarse para lograr proyectos económicamente viables, pero que no colapsen.

Las estructuras tienen la capacidad de deformarse más allá del límite elástico sin que fallen en forma inmediata, esa capacidad depende del detallado de la estructura, a esa capacidad se le denomina ductilidad. En el Reglamento de construcciones de la Ciudad de México, se aceptan tres niveles de detallado de las estructuras de ductilidad baja, media y alta.

El otro tipo de estructuras, las que tienen dispositivos de protección sísmica, se diseñan mediante una filosofía de comportamiento diferente a la que se conoce como control de la respuesta sísmica.

CONTROL DE RESPUESTA SÍSMICA

La acción de los sismos en las estructuras ha creado la necesidad de protegerlas y proteger sus contenidos; por esto se han desarrollado dispositivos de control, que como su nombre lo dice, controlan la respuesta sísmica, en otras palabras, reducen el desplazamiento y/o aceleración que pudiesen afectar a las estructuras y también ayudan a mitigar el daño que estas pueden llegar a presentar.

La llegada de los dispositivos de control comenzó para la rehabilitación de estructuras dañadas, ya que muchas veces el costo de total de derrumbar por completo y volver a construir excedía el presupuesto del propietario, por lo tanto el uso de dispositivos que restablecieran la rigidez y resistencia de una estructura se convirtió en una opción muy atractiva.

Según la norma internacional ISO 3010, "Bases para el diseño de estructuras -Acciones sísmicas en las estructuras" (Traducido del inglés), existen tres tipos de control: control pasivo, control semi activo y control activo.

El control pasivo reduce la respuesta de los edificios a través del uso de dispositivos que no requieren ningún tipo de energía. El control semi activo reduce la respuesta mediante el cambio de las propiedades de rigidez y/o amortiguamiento de la estructura y requiere una cantidad pequeña de energía. Por último, el control activo, reduce la respuesta por medio de la manipulación de una fuerza generada que resiste o reduce las fuerzas inerciales que tendrá la estructura en un sismo. En la tabla 1 se pueden observar ejemplos de los tres tipos de control.

DISPOSITIVOS DE CONTROL DE RESPUESTA SÍSMICA

Control pasivo	Aislamiento sísmico	Mecanismos deslizantes o de giro	Apoyos de hule laminados
			Capas deslizantes
			Rodamiento de rodillos
	Elementos flexibles		Apoyos de hule laminados de alto amortiguamiento
			Apoyo de hule
	Disipación de energía	Históricos	Acero
			Plomo
		A base de Fluidos	Fricción
			Hidráulicos
			Viscosos
Efectos de masas activas		Visco elásticos	
		Tipo masa - resorte	
		Tipo Péndulo	
Control Semi activo	Control de amortiguamiento	Sistemas de amortiguamiento variable	Hidráulicos
	Control de la rigidez	Sistemas de rigidez variable	Contravientos
Control activo	Efectos de masas activas	Amortiguador de masa activa	
		Amortiguador híbrido de masas	
	Control de fuerzas	Tendones activos	

El aparato SD 66 se hizo para demostrar el comportamiento de estructuras con control pasivo del tipo aislamiento sísmico, que en este caso se coloca en la base de la estructura, por lo que se le denomina aislamiento de base. El aparato, muestra el comportamiento de aisladores flexibles y friccionantes.

El propósito de colocar la estructura sobre aisladores sísmicos es aumentar el periodo de oscilación de la edificación alejándolo del periodo de oscilación del suelo. Para ello es importante conocer tres parámetros respecto al periodo: el de oscilación del suelo, el de la estructura sin aislamiento y el de la estructura aislada. Es bien sabido que cuando el periodo de la estructura sin aislamiento es igual al del suelo, la estructura entra en resonancia. En el proceso de diseño se busca que el periodo de la estructura no coincida con el del suelo. Cuando se emplea aislamiento sísmico, los dispositivos se diseñan para tratar de que el periodo de la estructura aislada esté lo más alejado posible del suelo. Con ello se logra disminuir los desplazamientos relativos de entrepiso, disminuyendo así el daño.

Las características principales del uso del aislamiento sísmico son, el aumento del amortiguamiento estructural y el incremento del periodo de la estructura. En la figura 1 se muestra un espectro de diseño para suelo firme en el que se tienen dos gráficas, una para el amortiguamiento del 5% que es el que normalmente tienen las estructuras de concreto y otra con un amortiguamiento del 30% representativo de una estructura aislada. En este ejemplo se tiene que el periodo de la estructura sin aislamiento es de 0.5 segundos y el periodo de la estructura aislada es de 1.5 segundos (pasa del punto 1 al punto 2).

Al colocar la estructura sobre los aisladores, el periodo de la estructura se triplicó. La aceleración espectral normalizada permite una reducción del 60% por el incremento del periodo (moviéndose por la gráfica de 5% de amortiguamiento). El otro efecto benéfico es que el espectro de diseño se reduce al incrementar el amortiguamiento, por lo que pasa del punto 2 al punto 3. En este caso eso implica una reducción del 77% respecto a la ordenada original.

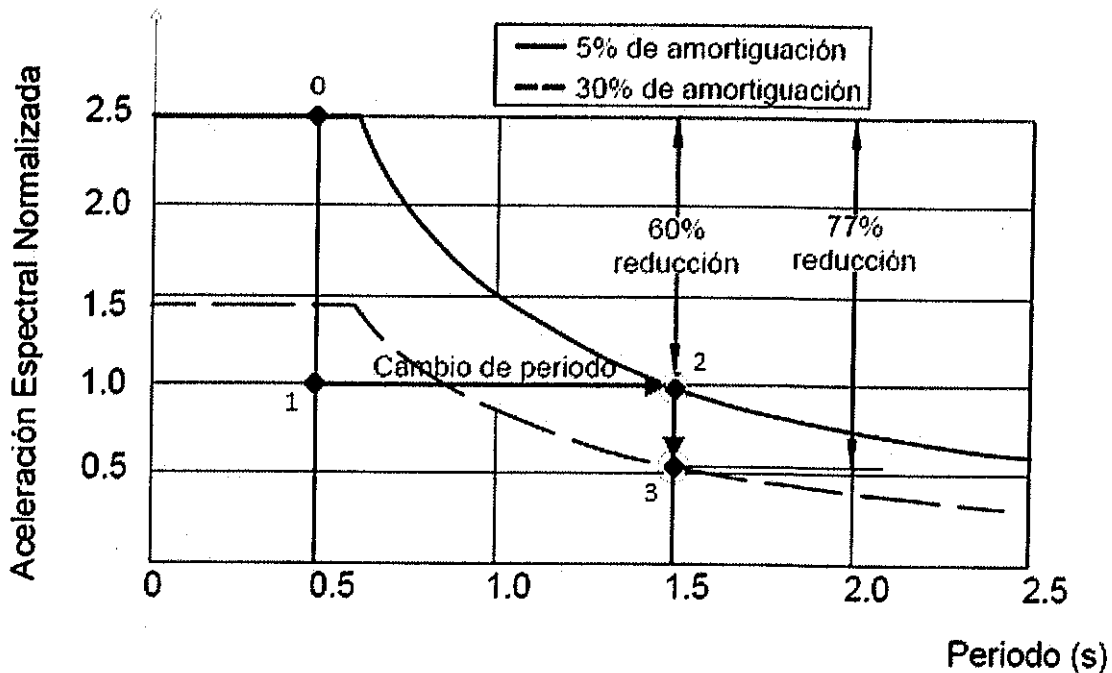


Figura 1 Efectos del uso del aislamiento en las aceleraciones espectrales (ANIPPAC, 2017).

Cabe mencionar que los mayores beneficios del uso del aislamiento se logran cuando se colocan en estructuras rígidas en zonas de terreno firme. Los efectos del aislamiento en estructuras flexibles (periodos largos) colocadas en terreno firme son menores, principalmente cuando el periodo de la estructura sobre base rígida ya no está en la meseta. Cuando las estructuras se

colocarán en zonas de terreno blando, en los que la meseta termina en periodos largos, el aislamiento debe usarse en combinación de sistemas de disipación sísmica.

DISPOSITIVOS PARA AISLAMIENTO DE BASE

Podemos mencionar de modo general dos tipos:

Apoyos elastoméricos de aislamiento compuesto por diversas capas de caucho alternadas con placas metálicas y con núcleo de plomo o sin él, dispositivo de apoyo sobre la cimentación que aumenta la disipación de energía.

Aislador friccionante (péndulo de fricción), consistente en dos valvas de placa de acero con geometría interior cóncava de casquete esférico que alojan un elemento deslizador interno de forma convexa que se acopla a la concavidad de la valvas y permite que se deslicen pendularmente en un evento de sismo. En este sistema se logra que la estructura resista elásticamente los empujes laterales sin daño estructural, puesto que se transmiten mínimamente al edificio las flexiones ocasionadas por el movimiento horizontal de la base.

En la figura 1 se muestran aisladores sísmicos elastoméricos con núcleo de plomo (figura 2A), sin núcleo de plomo (figura 2B) y friccionantes (figura 2C).

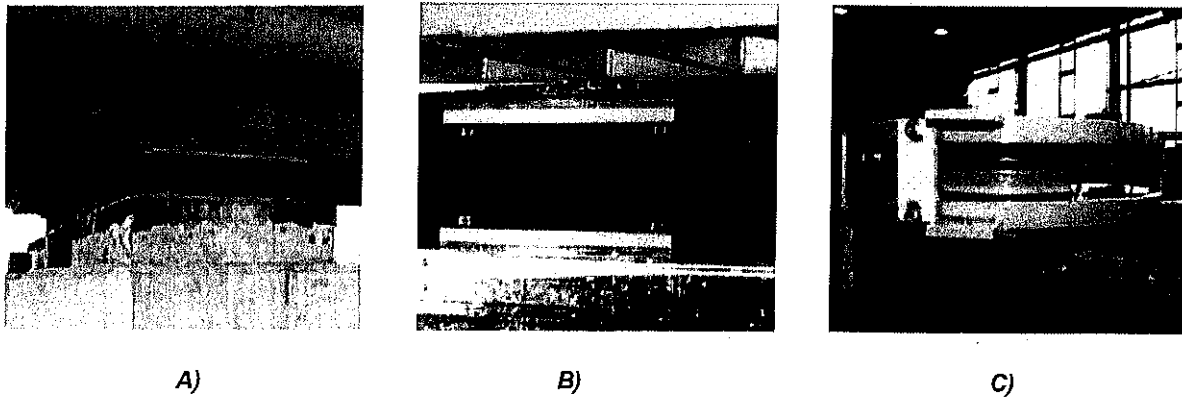


Figura 2 Aislador con centro de Plomo / Aislador sin núcleo Plomo / Deslizador de superficie curva

APARATO SD-66. PROTOTIPO DEMOSTRATIVO DE SISTEMAS ESTRUCTURALES CON AISLAMIENTO DE BASE

Con el criterio (cualitativo) de modelos no destructibles se han diseñado, entre otros, prototipos para la ejemplificación del comportamiento de las estructuras en eventos sísmicos que permiten simular movimientos horizontales del suelo y sus efectos en elementos y sistemas estructurales.

El caso que nos ocupa es el prototipo SD 66, consistente en una plataforma que funciona unidireccionalmente y que se enfoca principalmente al análisis y demostración del comportamiento de estructuras iguales con distinto sistema de desplante de cimentación ante la incidencia de empujes laterales en su base. Dos de ellas provistas de sistemas de aislamiento de base en comparación a otra fija al terreno sustentante.

En este aparato se demuestra la utilidad del aislamiento de base con dispositivos de diseño propio que representan el sistema de amortiguamiento en cimentación (atendiendo al principio operativo de los dispositivos comerciales antes referidos) que dota a la estructura de mayor estabilidad y evita deformaciones importantes en comparación con las estructuras típicas ancladas directamente al suelo.

El objetivo es demostrar la eficacia de los sistemas de amortiguamiento en los edificios para mantener la estabilidad de su estructura ante el empuje de fuerzas laterales ocasionadas por movimientos telúricos.

3.5.2 Memoria de construcción

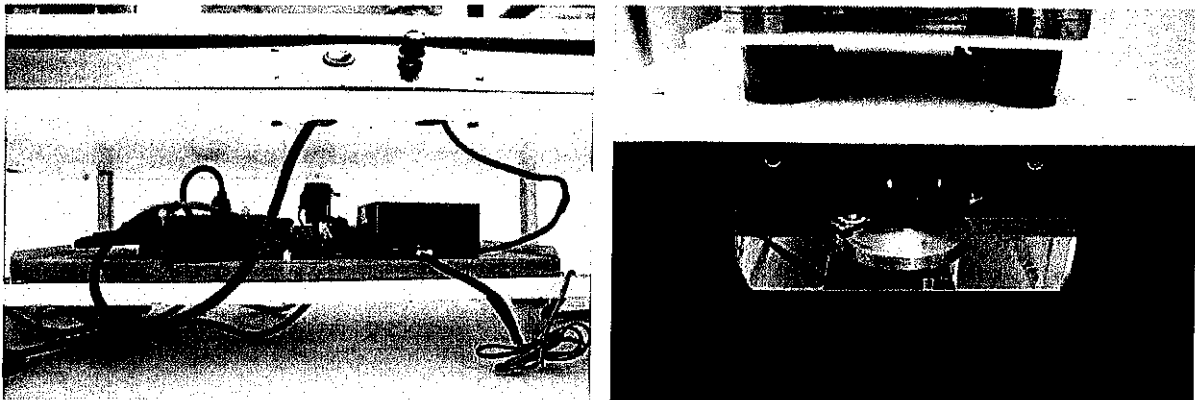
DESCRIPCIÓN DEL MODELO

El modelo, que muestra las distintas respuestas al empuje lateral en estructuras similares con distinto tipo de apoyo en su base, está integrado por varios elementos que lo caracterizan (ver figura 3):

Una base de estructura metálica con placas de MDF y melamina que contienen el mecanismo de desplazamiento horizontal compuesto por correderas y un sistema de control de amplitud de desplazamiento constituido por un módulo electrónico basado en un circuito Arduino Mini, un regulador de voltaje, un diodo de alta potencia, un potenciómetro giratorio, un interruptor de corriente y un motorreductor.

El Arduino Mini fue programado para administrar el nivel de corriente que se envía al motorreductor, a través de potenciómetro giratorio (cableado desde el gabinete del circuito electrónico de control hasta el panel frontal del aparato e intervenido con un interruptor de balancín), para controlar la velocidad a la que se mueve la mesa de deslizamiento horizontal unidireccional.

Con el objetivo de mostrar los diferentes efectos que provocan los sistemas de aislamiento de base sobre las estructuras de los edificios, se manufacturaron tres diferentes sistemas de fijación en la base montando tres estructuras idénticas de placa metálica y tres entrepaños de acrílico que simulan torres de tres pisos formadas por marcos (ver figura 4).



A)
B)
Figura 3 Detalles de los componentes del Aparato SD66. Mesa de desplazamiento unidireccional

La primera estructura (figura 4 A) va firmemente sujeta a la base del aparato en cuatro puntos, en tanto que las otras dos cuentan en sus respectivos apoyos con dispositivos que emulan sistemas comerciales de aislamiento de base.

La figura 4 B con discos de acrílico sobrepuestos separados por juegos de balines. Este mecanismo permite que la estructura se deforme con menor grado de deflexión que la fija y se relaciona con los dispositivos comerciales de apoyos elastoméricos de aislamiento sísmico compuesto por

diversas capas de caucho alternadas con placas metálicas y núcleo de plomo que aumenta la disipación de energía.

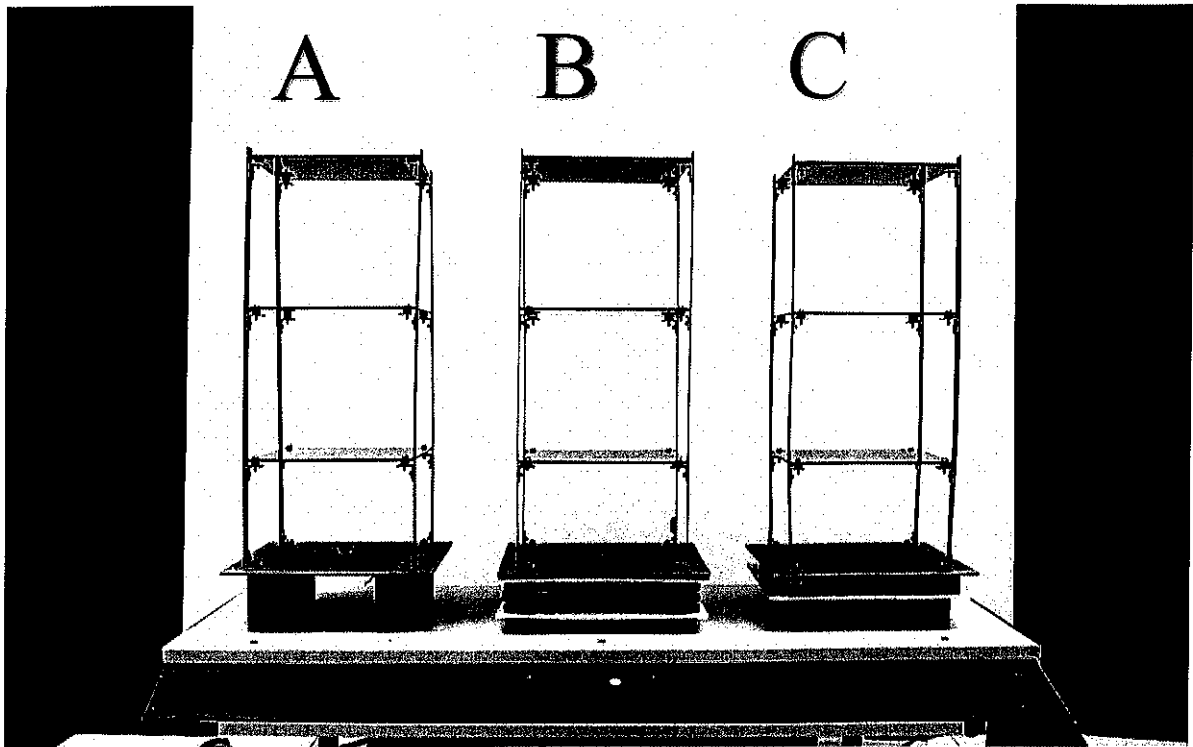


Figura 4 Aparato SD66. Estructuras iguales, A sin aislamiento, B y C con Aislamiento de Base

En la figura 5, se muestran detalles de los discos de acrílico que representan las placas metálicas del aislador (indeformables) y los balines que permiten el desplazamiento relativo entre dos capas de acrílico, que representan las deformaciones por cortante del caucho.

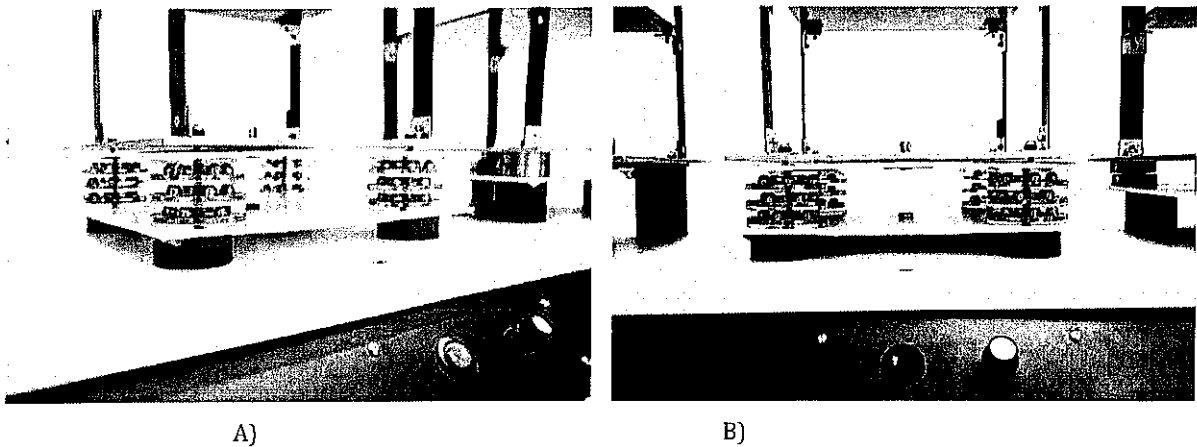


Figura 5 Aislamiento de Base "B". Discos de acrílico sobrepuestos separados por juegos de balines

En la figura 4C cuenta con un sistema de discos metálicos "cold rolled" maquinados con superficies cóncavas encontradas en cuyo centro se encuentran balines de acero que permiten un

deslizamiento pendular donde se prioriza la forma sobre el material. Este dispositivo se relaciona con el funcionamiento del aislador de péndulo de fricción.

Un detalle de la forma de las superficies, se muestra en la figura 6, en la figura 6 A, se muestra la parte inferior del aislador al que se le dejó una frontera metálica para evitar que los balines se salieran de su posición. En la figura 6 B, se aprecia el desplazamiento relativo entre la parte inferior y superior del aislador.

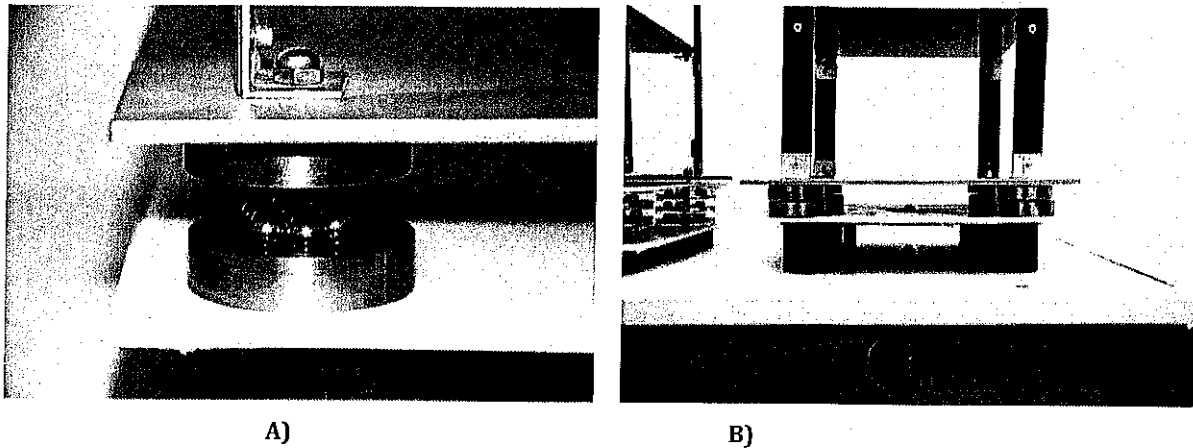


Figura 6 Aislamiento de Base "C". Sistema de discos metálicos cóncavos "Cold Rolled" y núcleo de balines

FUNCIONAMIENTO

Sobre la mesa oscilatoria unidireccional de velocidad y desplazamiento controlados se colocan tres estructuras idénticas realizadas con material flexible para acusar sus deformaciones. Dos de ellas cuentan con dos tipos de aislamiento de base en tanto que la otra está sujeta directamente a la base de la mesa oscilatoria.

Al accionar el aparato se observa la diferencia de deformaciones de cada estructura en la medida que se incrementan controladamente la velocidad y la amplitud de desplazamiento de la plataforma sobre la que descansan las estructuras. Para demostrar la diferencia de comportamientos, se emplearon vasos con agua en el segundo nivel de la estructura.

El desplazamiento relativo entre dos niveles de la estructura dividido entre la separación de las losas, se conoce como distorsión. Una manera de controlar el daño en elementos estructurales, no estructurales y contenidos, es limitar la distorsión de los edificios. En ese sentido, el aparato SD 66 utiliza la forma de la superficie del agua en los vasos para ejemplificar la distorsión.

El desplazamiento total de las estructuras aisladas puede ser mayor que el desplazamiento total de la estructura sobre base rígida, pero con distorsiones menores lo que implicaría menos daño.

Resulta evidente que la estructura 7A que se encuentra fija a la base se flexiona notoriamente más que las que cuentan con aislamiento de base, distorsión que se incrementa en forma directamente proporcional a la velocidad aplicada en razón de su altura.

La flexión de la probeta 7B apoyada en juegos de discos es menor que la de la estructura 7A y semejante a la flexión de la probeta 7C de discos metálicos cóncavos.

En ambos casos, la distorsión de las estructuras comparadas con la de base rígida es menor. Las diferencias que pueden existir entre el modelo de la estructura que representa el aislamiento de

placas de caucho con núcleo de plomo y el modelo que representa al aislador friccionante, se deben a la escala de los dispositivos.

En proyectos de edificios reales, se utiliza un criterio económico para decidir el tipo de aislador y generalmente se emplean los aisladores con placas de caucho cuando el desplazamiento relativo del disipador es pequeño o moderado y los aisladores friccionantes cuando el desplazamiento relativo del disipador es grande.

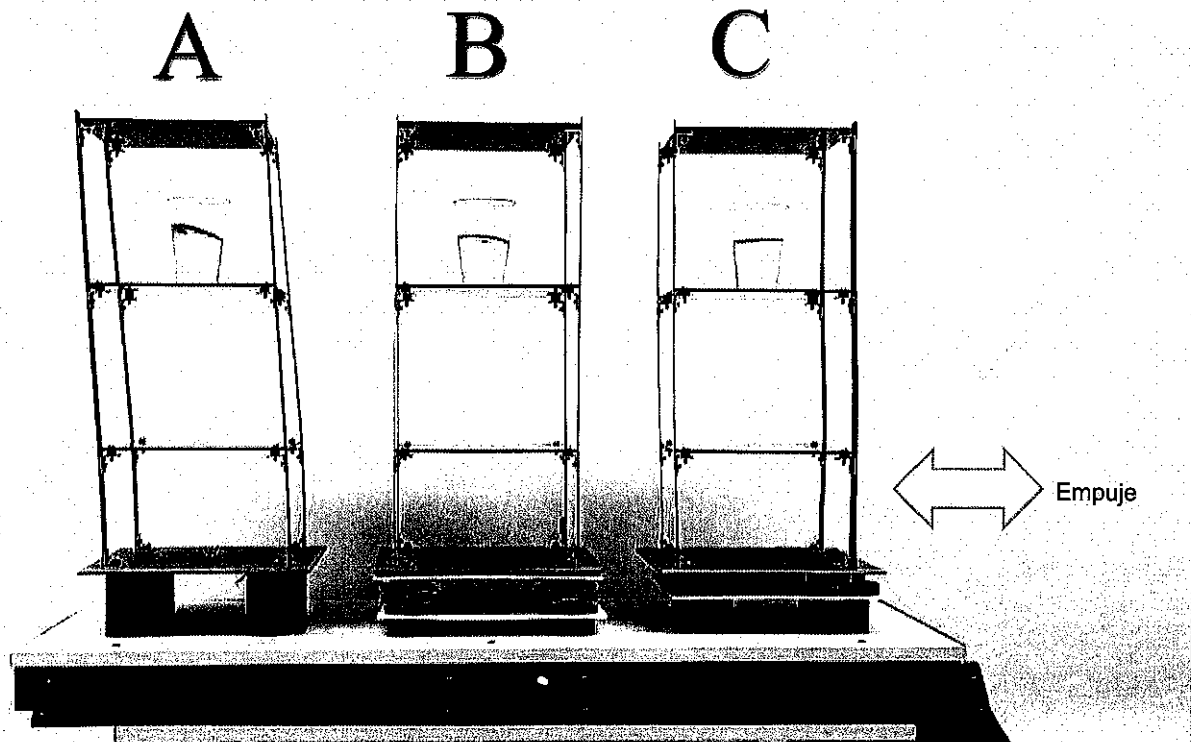


Figura 7 Comportamiento de las estructuras con el sistema en movimiento

La deformación de la estructura fija es notoriamente mayor a las otras cuando la mesa se pone en movimiento, con lo que queda demostrada la eficacia del sistema de amortiguamiento recurriendo a dispositivos para aislamiento de base en los edificios.

3.5.3 Memoria Descriptiva

Prototipo Demostrativo de Sistemas de Aislamiento de Base

Este Prototipo está compuesto por los 7 subsistemas siguientes:

1. Soporte Metálico Inferior
2. Subsistema Electrónico de Control de Velocidad y Motorreductor
3. Soporte Horizontal de Correderas
4. Subsistema de Control de Amplitud de Deslizamiento
5. Soportes
 - a. Soporte Fijo
 - b. Aislamiento de Balines
 - c. Aislamiento de Doble Deslizamiento
6. Torres
7. Panel encendido

Soporte Metálico Inferior

Está manufacturado de PTR cuadrado de $\frac{3}{4}$ " de 63 cm x 32 cm x 15 cm soldado y pintado con esmalte automotivo blanco. Lleva patas niveladoras de neopreno negro insertadas en los cuatro perfiles verticales de PTR por medio de espárragos galvanizados de acero de 3" x $\frac{1}{4}$ ". Lleva un travesaño inferior que va soldado a los verticales.

Sobre el travesaño inferior de este soporte, que se encuentra a 15 mm del borde inferior, se atornilló una placa de MDF con cubierta de melamina blanca de 46 cm x 22 cm x 15 mm sobre el que se atornilló el Sistema Electrónico de Control de Velocidad. En los extremos cortos del tramo de MDF se atornillaron a la estructura del PTR, fungiendo como límite y como elementos de unión, dos perfiles de aluminio en "T" de 32 cm de longitud y de 1" de ancho y de alto, de 1 mm de grosor.

Sistema Electrónico de Control de Velocidad y Motorreductor

Este sistema está constituido por un módulo electrónico basado en un circuito Arduino Mini, un regulador de voltaje, un diodo de alta potencia, un potenciómetro giratorio, un interruptor de corriente y un motorreductor de ventanilla de auto.

Este circuito está alojado en un gabinete fabricado en lámina de acrílico de 3 mm de 10.3 cm x 9.2 mm x 4.7 cm que fue fijado a la placa de MDF por medio de tornillos. Lleva varios barrenos inferiores para la salida de los cables de interconexión.

El Arduino Mini fue programado para administrar el nivel de corriente que se envía al motorreductor, a través de potenciómetro giratorio (cableado desde el gabinete del circuito electrónico de control hasta el panel frontal del aparato e intervenido con un interruptor de balancín), para controlar la velocidad a la que se mueve la mesa de deslizamiento horizontal.

Este sistema incluye una fuente de alimentación de 110VAC de entrada y 12VDC de salida que provee la energía que requiere el motorreductor y otra fuente de alimentación de 110 VAC de entrada y 5 VDC de salida que provee la energía que requiere el circuito electrónico.

Ambas fuentes de alimentación se conectan a la corriente por medio de un multicontacto comercial con interruptor. Este último se fija a la placa de MDF por medio de dos cintillos de nylon que la atraviesan en cuatro barrenos maquinados ex profeso. Este mismo método se usó para la fuente de alimentación del motorreductor.

La interconexión entre las fuentes de alimentación y el circuito electrónico fue realizada por dos conectores tipo "plug" y "jack" en diferentes versiones.

La conducción de todo el cableado externo fue realizada por medio de grapas de plástico clavadas a la placa inferior de MDF.

Soporte Horizontal de Correderas

Sobre los cuatro extremos superiores de la estructura de PTR se montó una base de MDF con cubierta de melamina blanca de 82 cm x 50 cm x 15 mm que sirve de soporte para dos ángulos de aluminio de 1/8" de grosor, con patín horizontal 1" y patín vertical de 2" de ancho y de 99 cm de longitud. Estos ángulos sirven de anclaje para el herraje fijo de dos correderas metálicas comerciales de balines de 60 cm de longitud y 2" de altura.

En la parte móvil de las correderas se atornilla un perfil en "C" de aluminio 1/8" de grosor y de 2" de altura, con patines de 17 mm.

El patín superior de este perfil es el soporte sobre el que se atornilla la Base de las Estructuras. Esta base de placa de MDF con melamina blanca mide 100 cm x 40.5 cm x 17 mm.

Sistema de Control de Amplitud de Deslizamiento

Al centro de uno de los extremos distales de la base inferior de MDF se atornilló un ángulo de aluminio de 3/16" de grosor con patín horizontal de 1" y patín vertical de 3" x 8 cm de longitud sobre el que se monta el motorreductor con la espiga de salida en posición vertical.

El motorreductor lleva un soporte de solera 3/16" de grosor de "cold rolled" formando un ángulo recto y un paralelepípedo de nylon atornillados al ángulo de aluminio mencionado en el párrafo anterior.

Sobre la espiga de salida mencionada, está montada una leva excéntrica con cinco barrenos en su canto horizontal. Sobre un extremo de ella está insertado un perno que lleva una palanca, ambos girando sobre bujes de bronce. El extremo libre de esa palanca va atornillado a uno de los extremos distales de la Base de las Estructuras.

Cada uno de esos cinco barrenos representa una distancia mayor entre la leva y el punto de amarre con la Base de la Estructuras, provocando una amplitud diferente en el ciclo de movimiento de esta última.

La palanca lleva un perno con resorte a compresión que le permite salir de uno de los cinco barrenos e insertarse en cualquiera de los otros al jalar el perno y deslizarlo hacia el lado que se requiera, soltando la presión del resorte para reinsertar.

Para cubrir este sistema se manufacturó una pirámide truncada de Trovicel rojo de 35 cm x 13 cm que se atornilla a la Placa de las Estructuras y que lleva una ventana en óvalo para poder actuar el perno con resorte.

Por el lado contrario se fabricó una en "U" de Trovicel rojo de 35 cm x 5 cm para cubrir el mecanismo de deslizamiento de las correderas.

Soportes

Con el objetivo de mostrar los diferentes efectos que tienen los sistemas de aislamiento de base sobre las estructuras de los edificios, se manufacturaron tres diferentes sistemas que se describen a continuación:

Soporte Fijo

Este sistema, que emula la forma tradicional de cimentación que se utiliza modernamente, se compone de cuatro tubos de PVC gris de 4.8 cm de diámetro x 7.1 cm de longitud atornillados a la Placa de las Estructuras con una distancia a ejes de 16 cm de distancia.

En su parte superior lleva una placa de acrílico rojo de 3 mm de grosor x 20 cm x 20 cm. A su centro geométrico lleva un barreno machueleado de $\frac{1}{4}$ " de diámetro. En él se insertó un tornillo de $\frac{1}{4}$ " de diámetro x $\frac{1}{2}$ " de longitud.

Este sistema se encuentra atornillado en el tercio izquierdo de la Placa de las Estructuras.

Aislamiento de Balines

Este segundo sistema, fue desarrollado inspirado en un sistema comercial que lleva un núcleo de plomo de alta pureza y un grupo intercalado de varios discos de acero y otros de neopreno de alta densidad.

Tratando de lograr el comportamiento de ese sistema se intentaron seis combinaciones de roldanas de acero con diferentes compuestos elastoméricos como el silicón y el poliuretano, en diferentes densidades, sin éxito.

Dado que el componente principal del sistema, el plomo de alta pureza, no estaba accesible, se intentaron otras maneras de lograr el deslizamiento de las capas adyacentes de material.

El más exitoso de los experimentos se logró con 4 discos de acrílico de 3 mm de grosor x 6 cm de diámetro. De esos discos, tres están compuestos por dos discos y el último disco, el superior es sencillo. Uno de los dos discos dobles, lleva cinco perforaciones de $\frac{3}{8}$ " en un radio de 4.5 cm y el otro, que sirve de base, no está perforado. En cada una de esas cinco perforaciones se colocó un balín de acero de $\frac{3}{16}$ " de diámetro.

De esta manera hay tres "entrepisos" de balines que sirven de soporte para el disco que está hasta arriba.

Al centro de todos los discos se encuentra un elemento de unión elástico (liga) que es el que permite, con la restricción asignada, el movimiento radial de los discos entre sí.

De estos ensambles, se colocaron cuatro en las esquinas de dos placas cuadradas de 25 cm x 25 cm de acrílico blanco, a una distancia de 18 cm por lado. Una arriba de los cuatro ensambles y una debajo de ellos.

El sistema se complementa con cuatro tubos de PVC gris de 4.8 cm de diámetro x 2 cm de longitud, que se encuentran debajo de la placa inferior de acrílico blanco, separados a 18 cm de distancia uno de otro y que van atornillados a la Placa de las Estructuras.

La placa superior de acrílico blanco lleva en su centro geométrico un barreno machueado de $\frac{1}{4}$ " por el que pasa un tornillo de ese mismo diámetro y de $\frac{1}{2}$ " de longitud.

Este sistema se encuentra atornillado en el tercio medio de la Placa de las Estructuras.

Aislamiento de Doble Deslizamiento

Este sistema se compone de cuatro tubos de PVC gris de 4.8 cm de diámetro x 4 cm de longitud atornillados a la Placa de las Estructuras con una distancia a ejes de 18 cm.

En su parte superior lleva una placa de acrílico rojo de 3 mm de grosor x 20 cm x 20 cm. A su centro geométrico lleva un barreno machueado de $\frac{1}{4}$ " de diámetro.

Sobre la placa de acrílico rojo, va superpuesta una placa de acrílico blanco de 3 mm de grosor x 25 cm x 25 cm con un barreno, en su centro geométrico, de $\frac{1}{4}$ ". En él se insertó un tornillo Allen de acero inoxidable de $\frac{1}{4}$ " de diámetro x $\frac{1}{2}$ " de longitud.

Sobre la placa de acrílico van cuatro discos de "cold rolled" de 4.4 cm de diámetro x 1 cm de altura. En su centro se maquinó una superficie cóncava de 3.6 cm de diámetro y con 2 mm de profundidad, al centro. Estos discos se encuentran fijos al acrílico en un cuadrado de 18 cm por lado.

En cada concavidad se colocan 7 balines de acero de $\frac{5}{16}$ " de diámetro que van sueltos, sin ninguna restricción.

Este sistema se encuentra atornillado en el tercio derecho de la Placa de las Estructuras.

Torres

Sobre cada uno de los tres sistemas descritos en las secciones anteriores se colocan sendas torres que simulan la estructura de los edificios a prueba en este prototipo.

Dos de las Torres son idénticas y la tercera difiere en su base de las otras dos sólo por los discos de cold rolled que van atornillados por debajo de ella.

La construcción está realizada con una base de placa de aluminio de $\frac{3}{16}$ " de grosor x 25 cm x 25 cm. Esta placa lleva un barreno de $\frac{1}{4}$ " en su centro geométrico.

En un cuadrado de 18 cm por lado de esa placa de aluminio, concéntrico a su lados, se realizaron sendos barrenos de $\frac{1}{8}$ " para atornillar unos ángulos de aluminio de $\frac{1}{16}$ " de grosor x 2.2 cm de ancho, con patines de 17 mm, en cuyo centro, tanto vertical como horizontal se realizaron barrenos de $\frac{1}{8}$ " de diámetro para pasar un tornillo de ese mismo diámetro x $\frac{5}{16}$ " de longitud y un remache también de ese diámetro.

En cada uno de esos cuatro ángulos se remacharon placas de acero templado de 22 mm de ancho por 50 cm de longitud.

A 13 cm de la base se remacharon ángulos de aluminio similares para soportar una placa de acrílico rojo de 3 mm de grosor x 20 cm x 20 cm.

A 18 cm de esa primera placa se atornillaron ángulos de aluminio similares a los dos juegos mencionados para soportar otra placa de acrílico rojo similar a la primera y a otros 18 cm, se repitió la placa de acrílico rojo para totalizar tres entrepisos en cada una de las estructuras.

Los acrílicos rojos llevan barrenos de 1/8" de diámetro x 18 cm x 18 cm para permitir el paso de tornillos de ese diámetro x 5/16" de longitud.

A diferencia de los ángulos atornillados a la placa de aluminio, los superiores llevan machueado el barreno para permitir atornillar el tornillo de 5/16" de longitud.

Entre las placas de acrílico rojo y los ángulos de aluminio se insertaron dos aro-sellos de neopreno negro de 1/8" de diámetro interior y de 3/8" de diámetro exterior, en cada uno de los tornillos.

Estos aro-sellos permiten graduar el nivel de presión que se ejerce entre las placas de acrílico rojo y los ángulos de aluminio.

La torre que es diferente de las otras dos lleva cuatro discos de "cold rolled" de 4.4 cm de diámetro x 1 cm de altura. En el centro de cada disco se maquinó una superficie cóncava de 3.6 cm de diámetro con una profundidad de 2 mm. Estos discos se encuentran fijos a la parte inferior de la placa de aluminio en un cuadrado de 18 cm por lado.

Los discos de esta torre descansan sobre los 7 balines que se colocan sobre sus homólogos que están invertidos sobre la base de acrílico blanca de 25 cm x 25 cm de esta Torre.

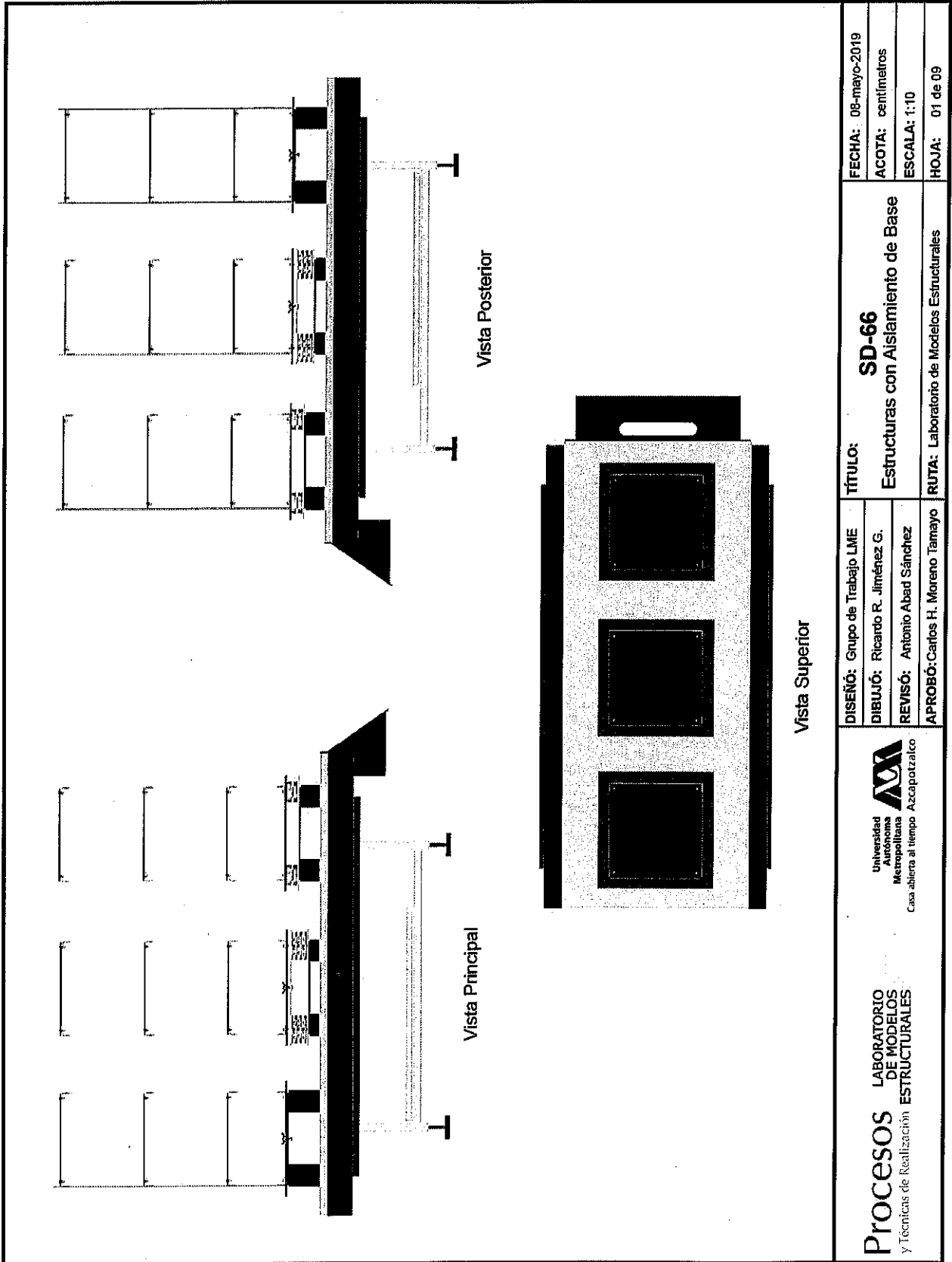
El Panel de Encendido


Está compuesto de tres elementos: una placa de Trovicel; un interruptor de balancín y un potenciómetro giratorio con su perilla.

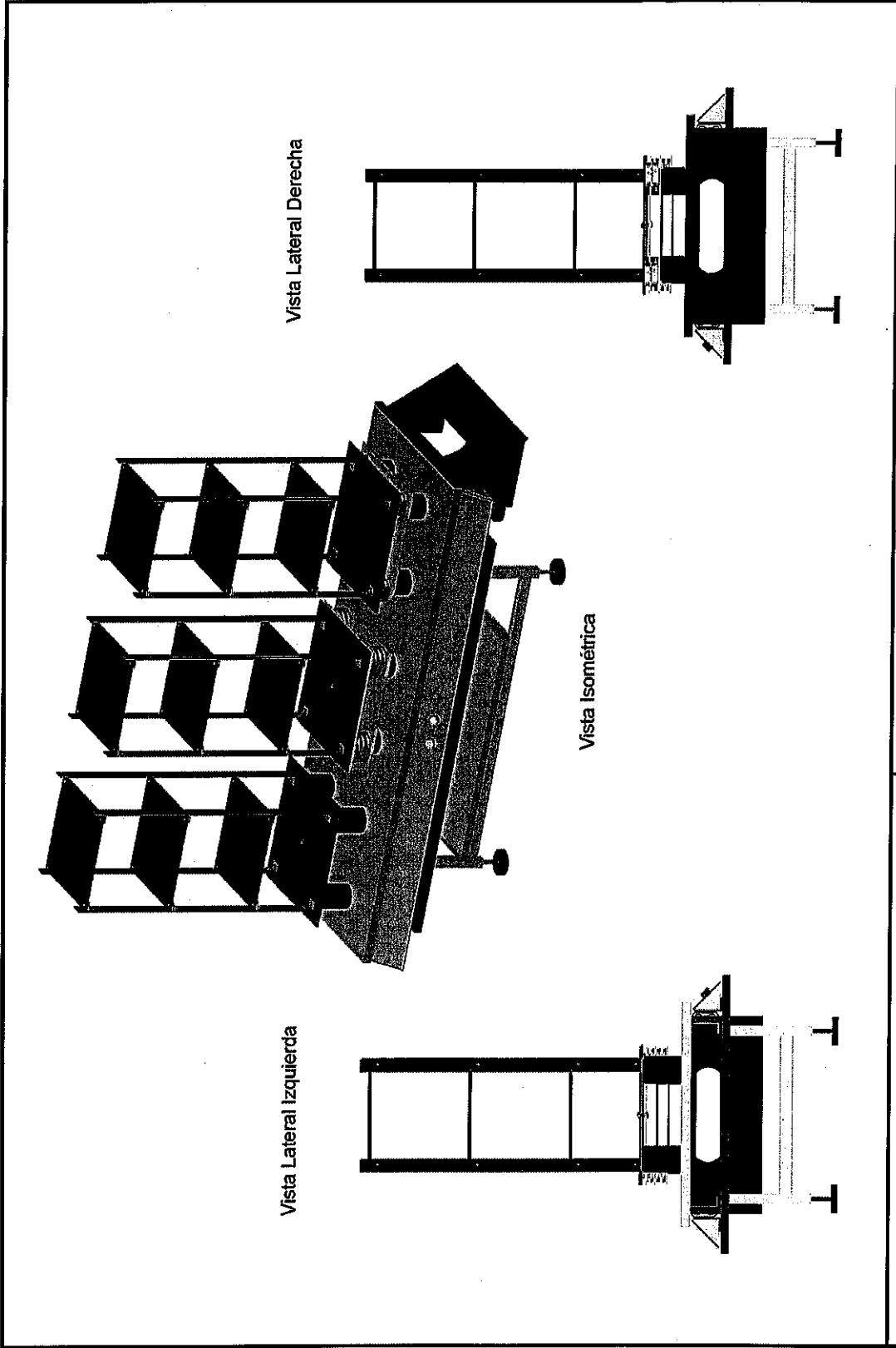
La placa de Trovicel rojo es de 3 mm de grosor por 7 cm de ancho x 90 cm de longitud y se encuentra colocada en una diagonal a 45 grados por debajo y al frente de la Placa de las Estructuras.

A 5 cm del centro geométrico longitudinal del Trovicel se encuentran equidistantes dos barrenos, uno de 2 cm y el otro de 3/8". En el primero se inserta el interruptor de balancín rojo con led indicador y en el segundo se inserta el potenciómetro giratorio que lleva una perilla negra de 1.9 cm de diámetro y con chapetón de aluminio brillante.

3.5.4 Planos constructivos 3D



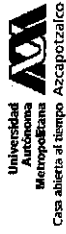
Procesos Y Técnicas de Realización LABORATORIO DE MODELOS ESTRUCTURALES		DISEÑO: Grupo de Trabajo LME DIBUJO: Ricardo R. Jiménez G. REVISÓ: Antonio Abad Sánchez APROBÓ: Carlos H. Moreno Tamayo		TÍTULO: SD-66 Estructuras con Aislamiento de Base		FECHA: 08-mayo-2019 ACOTA: centímetros ESCALA: 1:10 HOJA: 01 de 09
		RUTA: Laboratorio de Modelos Estructurales				



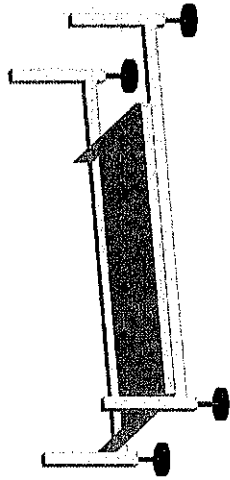
Vista Lateral Derecha

Vista Isométrica

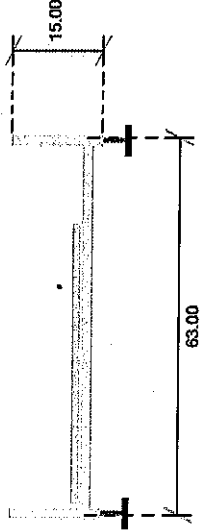
Vista Lateral Izquierda

Procesos LABORATORIO DE MODELOS ESTRUCTURALES y Técnicas de Realización		 Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco Casa abierta al tiempo		DISEÑO: Grupo de Trabajo LME DIBUJO: Ricardo R. Jiménez G. REVISÓ: Antonio Abad Sánchez APROBÓ: Carlos H. Moreno Tamayo	TÍTULO: SD-66 Estructuras con Aislamiento de Base	FECHA: 08-mayo-2019 ACOTA: centímetros ESCALA: 1:10 HOJA: 02 de 09
--	--	--	--	--	--	---

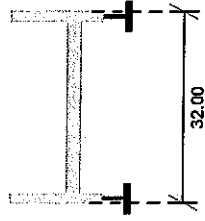
Vista Isométrica



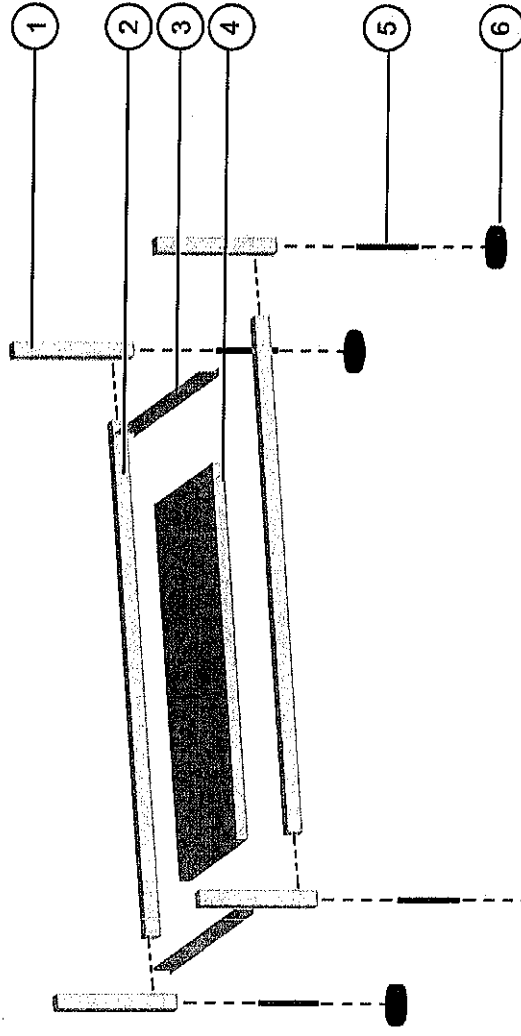
Vista Frontal



Vista Lateral



Explosión



NOTA: Ver detalles de materiales en la Memoria descriptiva anexa del prototipo

N°	Nombre de la pieza	Cant
1	Perfil vertical cuadrado de PTR	4
2	Perfil horizontal cuadrado de PTR	2
3	Travesaño metálico	2
4	Placa de MDF cubierta de melamina	1
5	Esparragos galvanizados de acero	4
6	Patas niveladoras de neopreno	4

Procesos
LABORATORIO DE MODELOS ESTRUCTURALES
y Técnicas de Realización

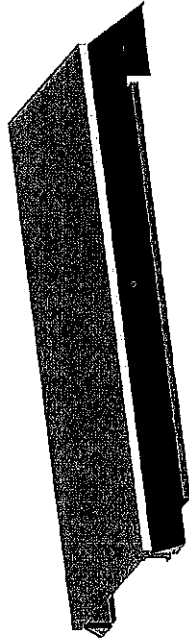
Universidad Autónoma Metropolitana
Crea saberes al tiempo Acaportzakko

DISEÑO: Grupo de Trabajo LME
DIBUJÓ: Ricardo R. Jiménez G.
REVISÓ: Antonio Abad Sánchez
APROBÓ: Carlos H. Moreno Tamayo

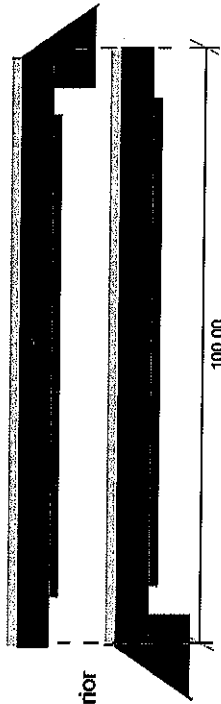
TÍTULO:
SD-66
Estructuras con Aislamiento de Base
Soporte Metálico Inferior
RUTA: Laboratorio de Modelos Estructurales

FECHA: 08-mayo-2019
ACOTA: centímetros
ESCALA: 1:10
HOJA: 03 de 09

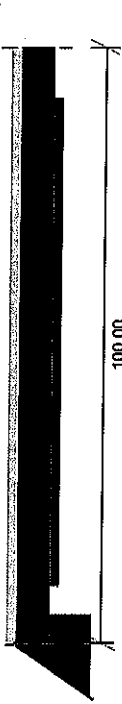
Vista Isométrica



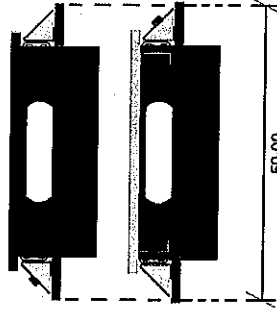
Vista Frontal



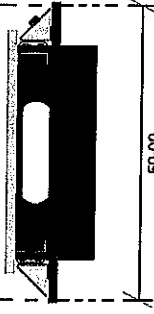
Vista Posterior



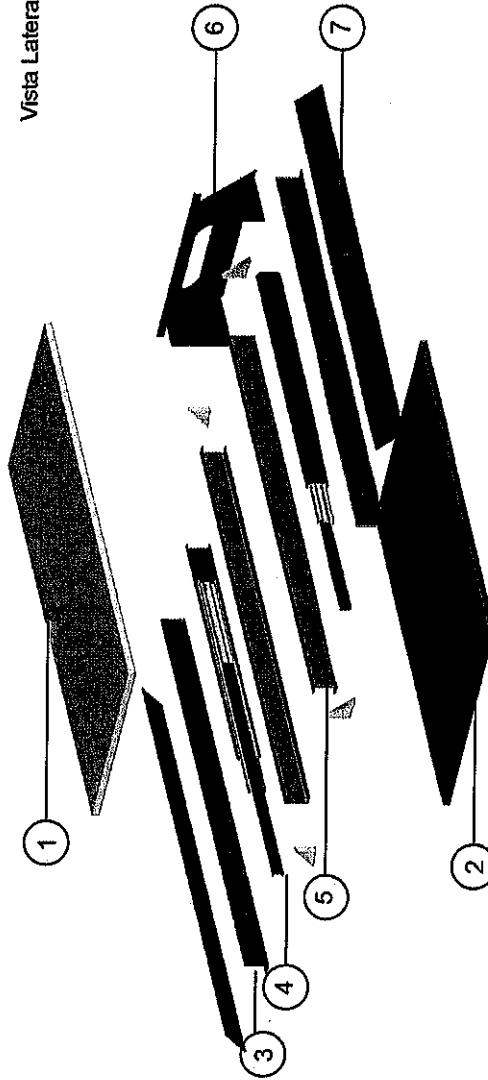
Vista Lateral Derecha



Vista Lateral Izquierda



Explote



N°	Nombre de la pieza	Cant
1	Base Estructuras 100 x 40.5 x 1.7	1
2	Base 82 x 50 x 1.5	1
3	Angulos de aluminio	2
4	Correderas metálicas de balines	2
5	Perfiles C de aluminio	2
6	Cubierta de trovical	1
7	Panel de encendido y placas trovical	2

NOTA: Ver detalles de materiales en la Memoria descriptiva anexa del prototipo

Procesos
LABORATORIO
DE MODELOS
ESTRUCTURALES
y Técnicas de Realización

Universidad
Autónoma
Metropolitana
Crea abierta al tiempo Acapulco

DISEÑO: Grupo de Trabajo LME

DIBUJÓ: Ricardo R. Jiménez G.

REVISÓ: Antonio Abad Sánchez

APROBÓ: Caifos H. Moreno Tamayo

TÍTULO:

SD-66
Estructuras con Aislamiento de Base
Soporte Horizontal de Correderas

RUTA: Laboratorio de Modelos Estructurales

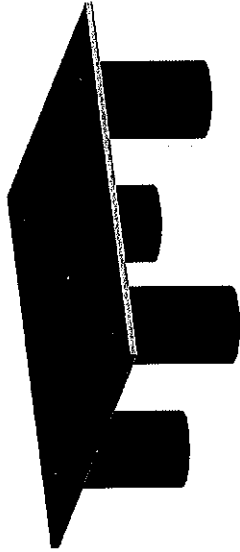
FECHA: 08-mayo-2019

ACOTA: centímetros

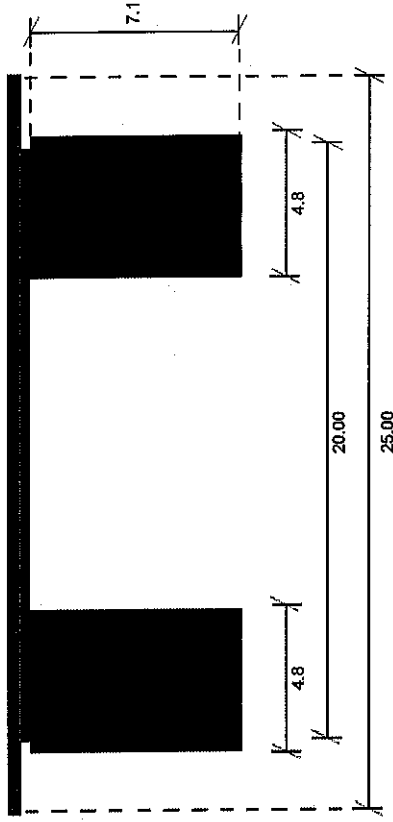
ESCALA: 1:10

HOJA: 04 de 09

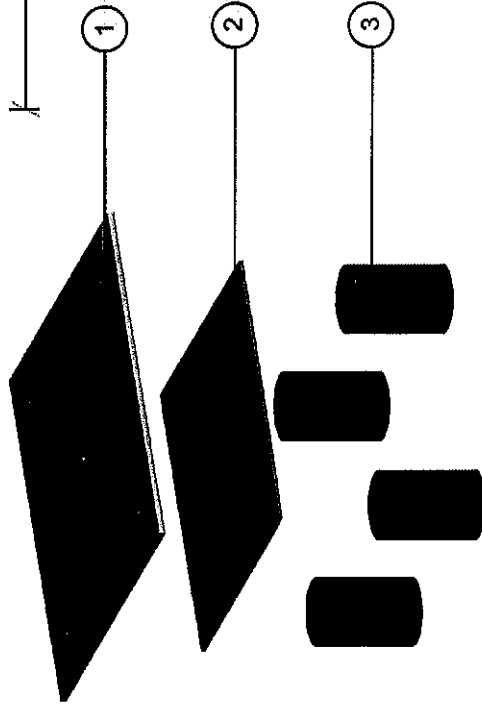
Vista Isométrica



Vista en alzado



Explote



Nº	Nombre de la pieza	Cant
1	Placa metálica 25 x 25	1
2	Placa de acrílico rojo 20 x 20	1
3	Tubo de PVC gris	4

Procesos
LABORATORIO
DE MODELOS
ESTRUCTURALES
y Técnicas de Realización

Universidad
Metropolitana
Crea abierta al tiempo Acaprotzalco

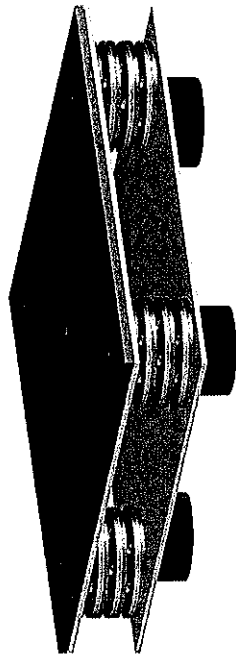


DISEÑO: Grupo de Trabajo LME
DIBUJO: Ricardo R. Jiménez G.
REVISÓ: Antonio Abad Sánchez
APROBÓ: Carlos H. Moreno Tamayo

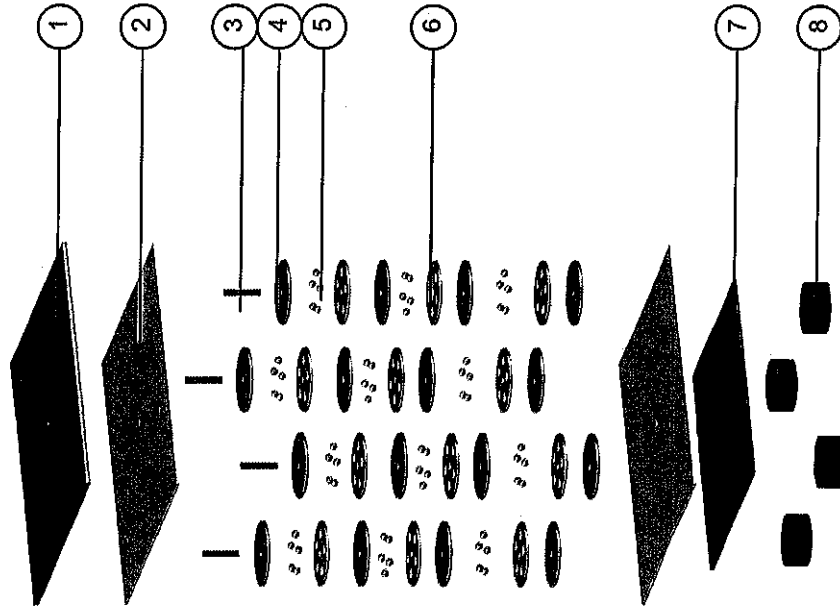
TÍTULO:
SD-66
Estructuras con Aislamiento de Base
Soporte Fijo
RUTA: Laboratorio de Modelos Estructurales

FECHA: 08-mayo-2019
ACOTA: centímetros
ESCALA: 1:50
HOJA: 05 de 09

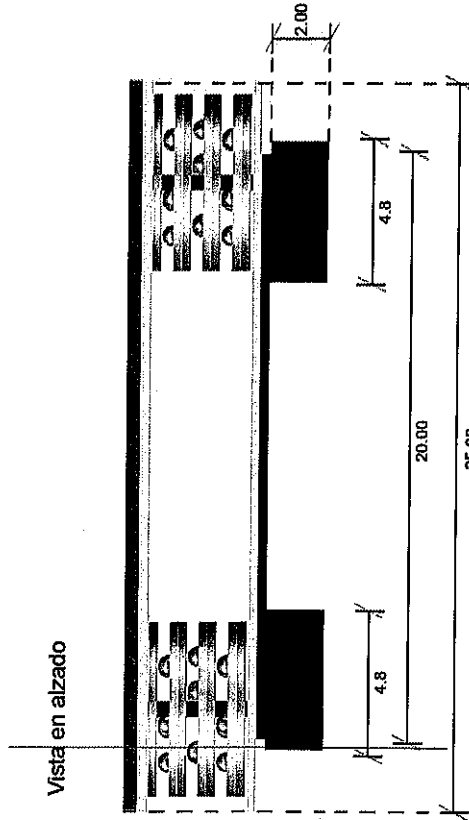
Vista Isométrica



Explote



Vista en alzado



1	Placa metálica de 25 x 25	(1)	3	Elemento de unión elástico	(4)	5	Balines de acero 3/16"	(60)	7	Placa de acrílico rojo 20 x 20	(1)
2	Placa de acrílico blanco de 25 x 25	(1)	4	Discos de acrílico sin perforar	(16)	6	Discos de acrílico perforados	(12)	8	Tubos de PVC gris	(4)

Procesos LABORATORIO DE MODELOS ESTRUCTURALES
y Técnicas de Realización

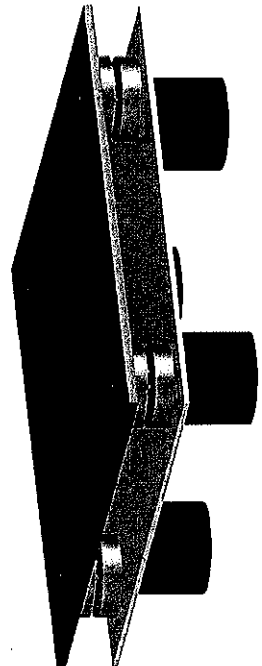
Universidad Autónoma Metropolitana
Casa abierta al tiempo. Aceptotzalco

DISEÑO: Grupo de Trabajo LIME
DIBUJÓ: Ricardo R. Jiménez G.
REVISÓ: Antonio Abad Sánchez
APROBÓ: Carlos H. Moreno Tamayo

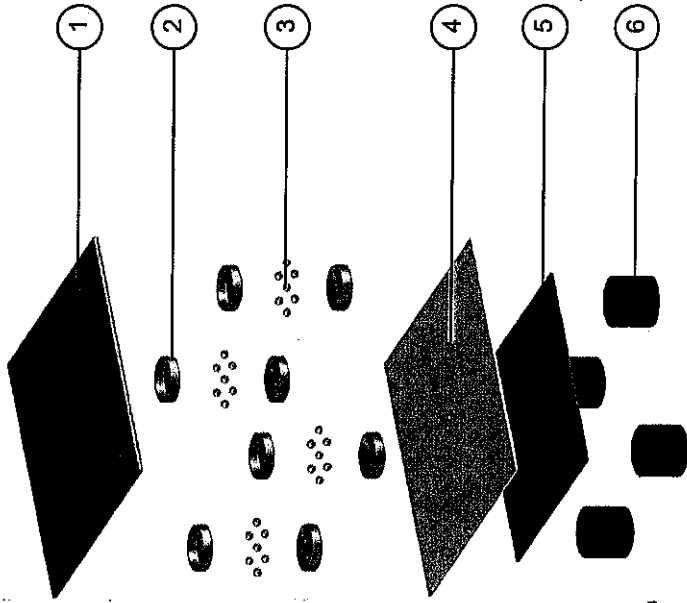
TÍTULO: **SD-66**
Estructuras con Aislamiento de Base
Aislamiento de Balines

FECHA: 08-mayo-2019
ACOTA: centímetros
ESCALA: 1:50
HOJA: 06 de 09

Vista Isométrica

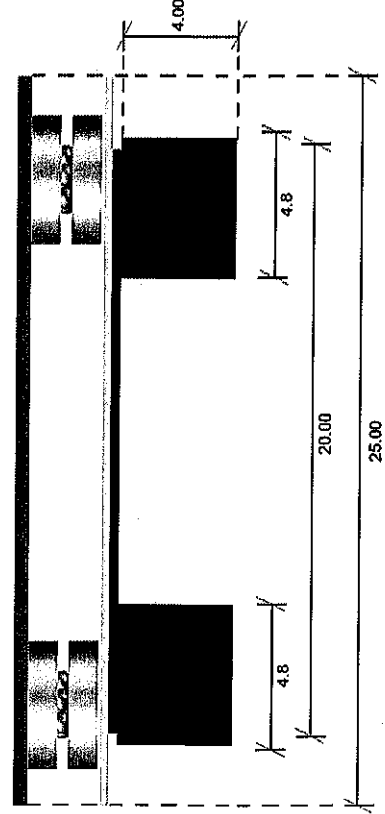


Explote



Nº	Nombre de la pieza	Cant
1	Placa metálica 25 x 25	1
2	Discos Cold Rolled cóncavos	4
3	Balines de 5/16"	28
4	Placa de acrílico blanco 25 x 25	1
5	Placa de acrílico rojo 20 x 20	1
6	Tubos de PVC gris	4

Vista en alzado



Procesos
y Técnicas de Realización
LABORATORIO DE MODELOS ESTRUCTURALES

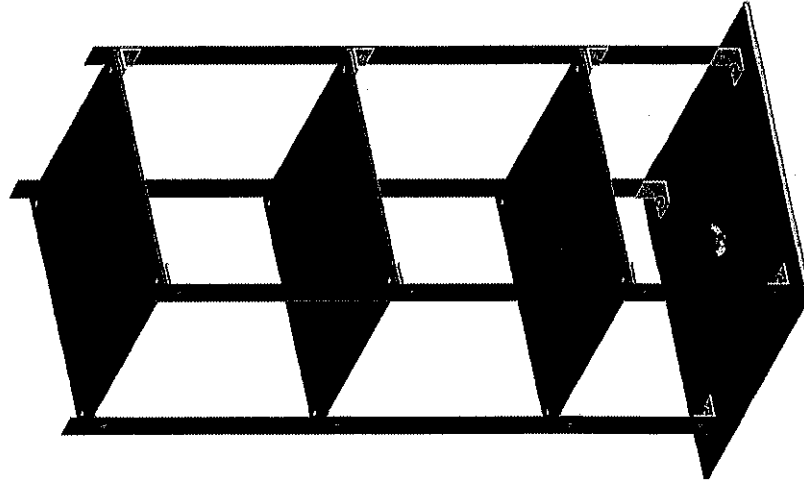


DISEÑO: Grupo de Trabajo LME
DIBUJÓ: Ricardo R. Jiménez G.
REVISÓ: Antonio Abad Sánchez
APROBÓ: Carlos H. Moreno Tamayo

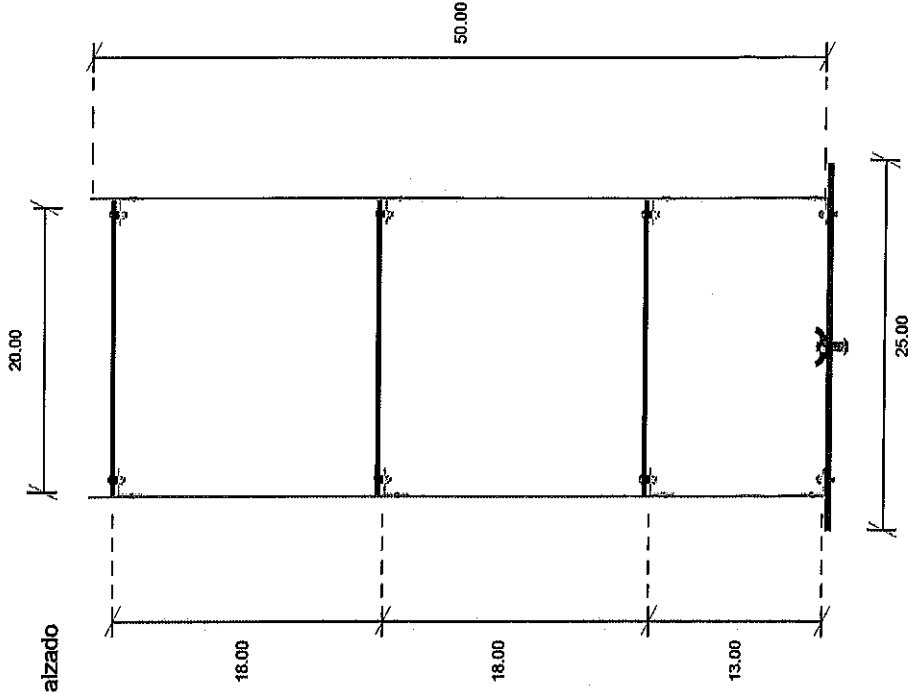
TÍTULO:
SD-66
Estructuras con Aislamiento de Base
Aislamiento de Doble Deslizamiento

RUTA: Laboratorio de Modelos Estructurales
FECHA: 08-mayo-2019
ACOTA: centímetros
ESCALA: 1:50
HOJA: 07 de 09

Vista Isométrica



Vista en alzado



Procesos
LABORATORIO
DE MODELOS
ESTRUCTURALES
y Técnicas de Realización

Universidad
Autónoma
Metropolitana
Ciudad de México
Crea abierta al tiempo. Azcapotzalco

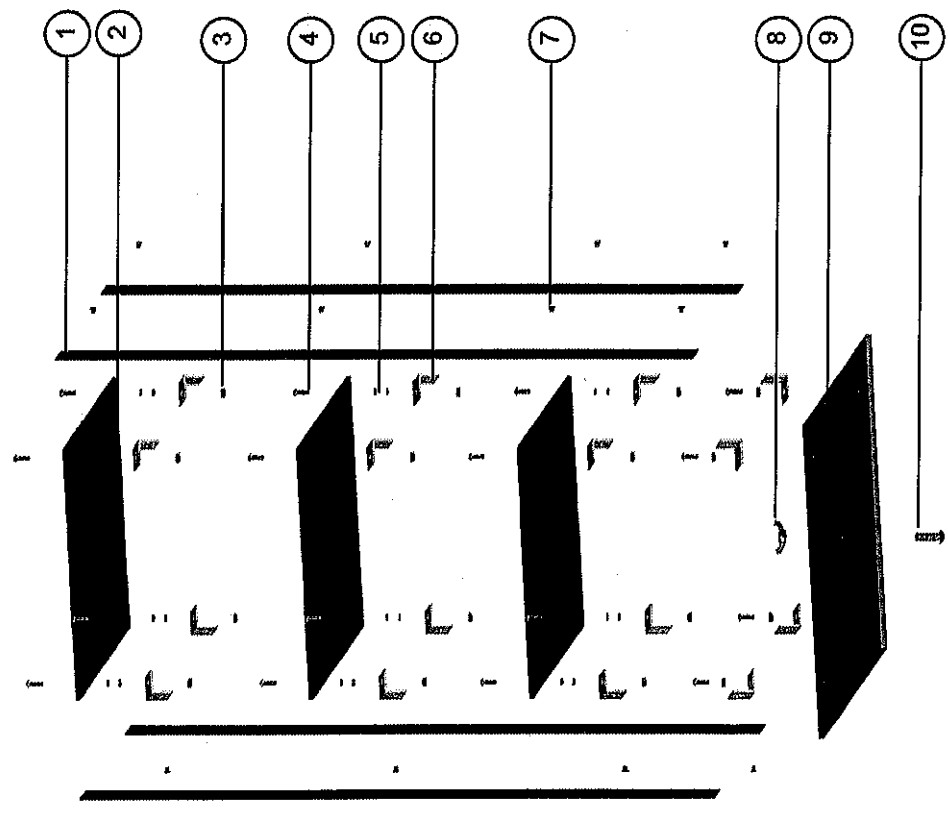


DISEÑO: Grupo de Trabajo LME
DIBUJÓ: Ricardo R. Jiménez G.
REVISÓ: Antonio Abad Sánchez
APROBÓ: Carlos H. Moreno Tamayo

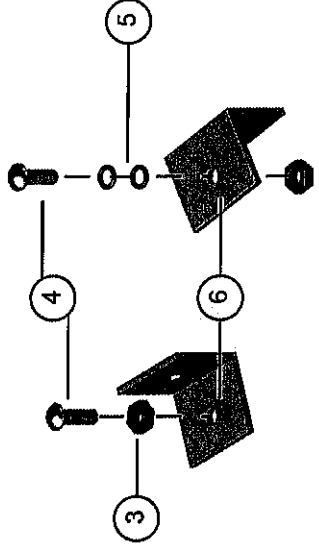
TÍTULO:
SD-66
Estructuras con Aislamiento de Base
Torres

RUTA: Laboratorio de Modelos Estructurales

FECHA: 08-mayo-2019
ACOTA: centímetros
ESCALA: 1:25
HOJA: 08 de 09



Detalles de los tipos de unión



Nº	Nombre de la pieza	Cant	X3
1	Piezas de acero templado	4	12
2	Placas de acrílico rojo 20 x 20	3	9
3	Tuercas	16	48
4	Tomillos 5/16"	16	48
5	Acosillos de neopreno negro 1/8"	24	72
6	Ángulos de aluminio	16	48
7	Remaches	16	48
8	Tuercas mariposa 1/4"	1	(x2)
9	Placa metálica 25 x 25	1	3
10	Tomillo de anclaje	1	(x2)

NOTA: Ver detalles de medidas y materiales en la Memoria descriptiva anexa del prototipo

3.5.5 Memoria fotográfica



Aparato SD-66 Estructuras con aislamiento de base

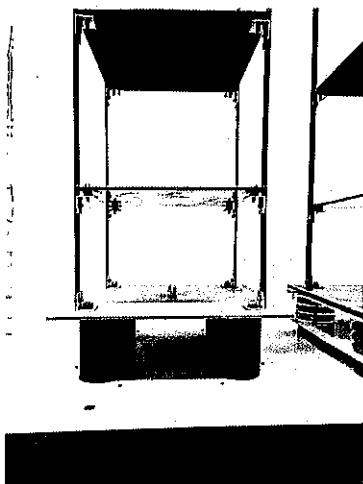


Imagen 1) Base normal de una estructura

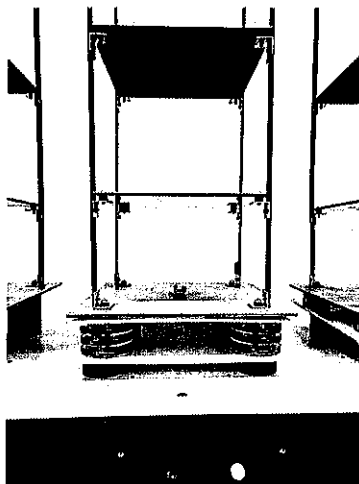


Imagen 2) Base con discos de neopreno

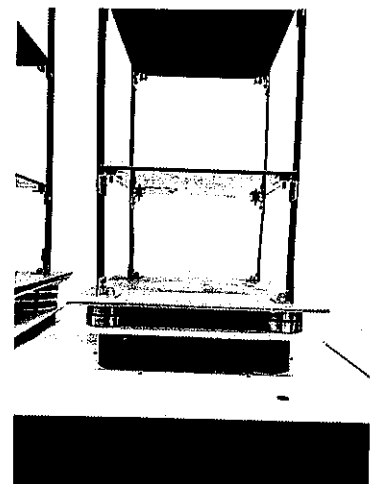


Imagen 3) Base con discos metálicos cóncavos

4. Relación y descripción de actividades y resultados de cada uno de los participantes.

Interacción entre los integrantes del grupo de trabajo para lograr los objetivos del proyecto.

- El grupo de trabajo se integra con distintas especialidades: Arquitectura, Diseño Industrial e Ingeniería Civil, de modo que la interacción es multidisciplinaria.
- **Dr. Eduardo Arellano Méndez CBI.** - Investigador del Departamento de Materiales de CBI y Coordinador de la línea temática de Diseño Estructural, de quien ha sido fundamental el apoyo teórico y la propuesta conceptual. También ha participado en la difusión del proyecto.
- **M. D. Jesús Antonio Hernández Cadena.**- Quien se encargó del proceso de diseño en general del prototipo, así como su funcionamiento, los elementos que lo componen y las especificaciones de cada uno. Proyecto ejecutivo.
- **M. en C. Antonio Abad Sánchez.**- Cuya responsabilidad se ha centrado en la contribución de diseño industrial para la planeación y desarrollo de los elementos que conforman el aparato, partes complementarias y elaboración del prototipo.
- **Carlos H. Moreno Tamayo.**- Organización, dirección y control del proyecto. Gestión académico administrativa, organización, programación, conducción y supervisión del grupo de trabajo. Gestión de recursos y adquisiciones, reportes de avance del desarrollo del proyecto. Como responsable del proyecto, también se ha encargado del acopio de información, difusión y vinculación con otros grupos e Instituciones interesados en el tema. Adicionalmente ha atendido el contacto con proveedores, la contratación de servicios y adquisición de equipo y accesorios necesarios.
- **Ricardo Raúl Jiménez García.**- Ayudante "A" del Laboratorio de Modelos Estructurales, quien ha elaborado la documentación necesaria para el procedimiento de registro y conclusión, así como la colaboración en la presentación para la difusión del proyecto.

La coordinación en la planeación y articulación de actividades se ha realizado en reuniones periódicas en el Seminario Permanente del Laboratorio de Modelos Estructurales promediando una frecuencia de dos sesiones por mes.

5. Relación con la docencia, la preservación y la difusión de la cultura del Proyecto de Investigación concluido.

Difundir los resultados. Participación en eventos relacionados con el tema estructural y didáctico para la exposición de resultados y vinculación con proyectos de otras Instituciones de Enseñanza Superior.

En el año 2018 se participó en el XXI Congreso de Ingeniería Estructural, celebrado en la ciudad de Campeche, Campeche del 14 al 17 de noviembre, con la ponencia "Demostración con modelos físicos de los efectos de las fuerzas horizontales en estructuras con aislamiento de base", congreso organizado por la Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural (SMIE) con la participación de Arquitectos e Ingenieros estructuristas.

Se participó también en el proceso de re-acreditación de la licenciatura en Arquitectura por parte de la Acreditadora Nacional de Programas de Arquitectura y Disciplinas del Espacio Habitable A.C. (ANPADEH) del 24 al 27 de septiembre del año 2018, donde se expusieron los aparatos elaborados

en el Laboratorio de Modelos Estructurales y algunas infografías explicando el proceso de los mismos.

También se contó con la participación en la exposición de CyAD Investiga 2018 que se llevó a cabo durante el mes de julio de 2018 en las vitrinas de los salones del edificio L, la cual tiene como intención el exponer los proyectos que se están realizando en los distintos laboratorios y grupos de investigación de la universidad.

A principios del trimestre 18-P se llevó a cabo el Primer Coloquio Educativo para el Diseño en las instalaciones de los auditorios del edificio W, donde se presentó la ponencia "Enfoques cualitativo y cuantitativo en modelos estructurales a escala reducida para la enseñanza de las estructuras" en el cual se expusieron además de los prototipos elaborados en el Laboratorio de Modelos Estructurales, los avances del aparato SD-66.

6. Aportaciones al campo de conocimiento

La incorporación del Aparato SD 66 a las sesiones de prácticas de las UEAs correspondientes, hará posible su calendarización habitual y sistemática atendiendo a las necesidades particulares de cada programa, demostrando así el funcionamiento de Estructuras con aislamiento de base, las cuales pueden ser incorporadas a los diseños de los alumnos de arquitectura para poder hacer edificios más estables respecto de los movimientos telúricos y en general de la incidencia de fuerzas laterales.

El aparato SD-66 ha logrado captar la atención de alumnos de Ingeniería Civil, quienes se acercan al Laboratorio a recabar información relacionada con los disipadores sísmicos y el funcionamiento de tales en una estructura.

7. Coherencia entre metas, objetivos y resultados finales

La metodología adoptada implica que los proyectos de investigación se desarrollen en tiempos relativamente breves cuyos resultados, en la mayoría de los casos se identifican sin problema con los objetivos y metas planteados, especialmente porque los materiales, dispositivos de operación y mecanismos implementados por el equipo de diseño industrial son sometidos al análisis del grupo de trabajo del Laboratorio que en sesiones colegiadas revisa y somete a prueba los modelos preliminares (funcionales) antes de aprobar en definitiva su fabricación y operación. Con ello se garantiza la respuesta a las necesidades planteadas en el análisis curricular correspondiente.

8. Trascendencia social

El programa del Laboratorio de Modelos Estructurales está dirigido a la atención de ciertos aspectos de la problemática docente en el campo de referencia, enriqueciendo y facilitando los procesos educativos. Son los alumnos y profesores de nuestra institución, en primera instancia, los beneficiarios del programa, condición que no es limitativa ya que la difusión de resultados ha llevado a captar el interés de otras instituciones, logrando en el transcurso de los años numerosas participaciones en eventos académicos y profesionales de relevancia, tales como congresos nacionales e internacionales así como la suscripción de convenios específicos en los cuales se ha logrado desarrollar prototipos para otras Universidades.

9. Conclusiones

- La posibilidad de visualizar dinámicamente el trabajo de las estructuras ante la incidencia de fuerzas horizontales es una experiencia enriquecedora para la comprensión de las particularidades del desempeño estructural de los edificios.
- Teniendo en consideración que el diseño estructural será siempre un argumento del proyecto arquitectónico, es fundamental en la formación de arquitectos e ingenieros dotar de medios didácticos que permitan crear conciencia de la importancia de proveer a las edificaciones de elementos de diseño capaces de dar respuesta a las sollicitaciones de carga a las que quedarán expuestas, particularmente en zonas de alta sismicidad.
- En el modelo SD66 quedan ejemplificados los efectos sufridos por las estructuras durante un sismo así como distintos recursos para su amortiguamiento y disipación cubriendo las expectativas académicas para propósitos didácticos y comparativos. Debe tenerse en cuenta sin embargo que los movimientos sísmicos son mucho más complejos y se dan en múltiples direcciones. Para acercarse a una visualización más completa del fenómeno, el Laboratorio de Modelos Estructurales desarrolla actualmente el modelo SD 64 que cuenta con mecanismos que producen desplazamientos bidireccionales donde el comportamiento de las estructuras de simulación podrá observarse de forma integral.
- Por tanto, es evidente que la utilización de alguno de los métodos de aislamiento de base no implica que no puedan instrumentarse otros recursos de amortiguamiento en el resto de la estructura, por lo que será apropiado referirse a la utilización de sistemas de amortiguamiento y disipación en el diseño de las edificaciones.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bru O. D., Ivorra S., Baeza J., (2013), "Innovación en la docencia de cálculo de estructuras mediante prácticas de laboratorio", Memorias de las III Jornadas Internacionales de Enseñanza de la Ingeniería Estructural de Innovación Educativa, Valencia, España. pp.
2. González C. O. M. (1966), "CENIC, programa para la elaboración de ayudas audiovisuales para la enseñanza del concreto", IMCYC-Instituto de Ingeniería UNAM.
3. "Normas técnicas complementarias para el diseño y construcción de estructuras de concreto., (2004). Gaceta Oficial del Distrito Federal, décima cuarta época, Tomo I, No. 103-Bis, México, 6 de octubre de 2004.
4. Roberts, N. P., (1989), "Understanding structural mechanics", High Tech Scientific.
5. Turati V. A., Prólogo al libro de Moreno, C. et Al. (2003), "Laboratorio de Modelos Estructurales", Procesos y Técnicas de Realización, UAM A, México, pp. 199
6. ISO 3010: 2017 "Bases for design of structures" (2017), International Organization for Standardization.
7. "Manual de diseño de estructuras prefabricadas y presforzadas" (2017), Asociación Nacional del Presfuerzo y la Prefabricación AC.
8. Moreno C. (2003), "Laboratorio de Modelos Estructurales, Un Proyecto didáctico para las licenciaturas de arquitectura, Ingeniería civil y diseño industrial", Ed. Dpto. de Procesos y Técnicas de Realización, CyAD, UAM Azc. México, D.F. p. 7.
9. <http://estructurando.net/2014/10/14/aisladores-y-disipadores-sismicos/>
10. <http://www.tecnoav.cl/4-aisladores-sismicos-y-disipadores-sismicos/info@tecnoav.cl>
11. <https://es.slideshare.net/vancefernandezhuaman/aisladoresX>