

**H. Consejo Divisional
División de 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" numerales 2.2, 2.3 y 2.4, 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, considerando suficientemente sustentada la solicitud de Registro de Grupo de Investigación, así como de Registro de Programa de Investigación y las solicitudes de Registro de los Proyectos de Investigación, propone el siguiente:

DICTAMEN

Aprobar el registro del Grupo de Investigación denominado "**Laboratorio de Estructuras Ligeras**", cuyo Responsable es la Mtra. María Teresa Bernal Arciniega, la aprobación del registro del Programa de Investigación denominado "**Sistemas de estructuras ligeras**", cuyo Responsable es la Mtra. María Teresa Bernal Arciniega, así como los registros de los Proyectos de Investigación, adscritos a este programa, **1. "Diseño de Cubiertas Ligeras. Caso de Estudio: Carpa Modular Multiusos para la UAM"**, cuyo responsable es la Mtra. María Teresa Bernal Arciniega y que finaliza en el trimestre 20-I. **2. "Optimización de materiales con base en la sustentabilidad e impacto ambiental en cubiertas reticulares de doble curvatura de bambú para zonas templadas. Caso de Estudio: Gridshell con Bambú"**, cuyo responsable es la Mtra. Yolanda Neri Aceves, el cual finaliza en el trimestre 20-I. **3. "Modelos estructurales destructibles"**, cuyo responsable es la Mtra. Susana García Lory, el cual finaliza en el trimestre 20-I. **4. "Análisis de una tensoestructura ante las acciones accidentales de sismo y viento en la Ciudad de México"**, cuyo responsable es la Mtra. María Teresa Bernal Arciniega, el cual finaliza en el trimestre 20-I, que presenta el Departamento de Procesos y Técnicas de Realización.

Atentamente
Casa abierta al tiempo


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

Mtro. Ernesto Noriega Estrada

Dr. Jorge Gabriel Ortiz Leroux

Mtra. María del Rocío Ordaz Berra


Dra. Blanca Estela López Pérez


Mtro. Juan Carlos Pedraza Vidal

Alumno Eleazar Enrique Chaparro Romo


Mtro. Salvador Ulises Islas Barajas
Coordinador de la Comisión

06 de diciembre, 2017.

PT/JEFATURA/CYAD/122/2017.

Dr. Marco V. Ferruzca Navarro
Presidente H. Consejo Divisional
Ciencias y Artes para el Diseño
P r e s e n t e.

Por este medio, solicito a usted tenga a bien presentar al H. Consejo Divisional de Ciencias y Artes para el Diseño que usted preside, el registro del Grupo de Investigación: **Laboratorio de Estructuras Ligeras** del cual será responsable la Mtra. María Teresa Bernal Arciniega.

Sin más por el momento, reciba usted un cordial saludo.

Atentamente
Casa abierta al tiempo



Mtro. Ernesto Noriega Estrada
Jefe del Departamento de Procesos y Técnicas de Realización

Sria,Academ,CyAD, 15 DEC 17 10:14

Av. San Pablo 180, Col. Reynosa Tamaulipas, Delegación Azcapotzalco, 02200 Cd. de México
Tel. 5318 9000

Casa abierta al tiempo Azcapotzalco

06 de diciembre, 2017.

PT/JEFATURA/CYAD/153/2017

Dr. Marco V. Ferruzca Navarro
Presidente del H. Consejo Divisional
Ciencias y Artes para el Diseño
P r e s e n t e.

Por este medio, solicito a usted tenga a bien presentar al H. Consejo Divisional de Ciencias y Artes para el Diseño que usted preside, el registro del **Programa de Investigación** denominado: "**Sistemas Estructurales de Cubiertas Ligeras**", teniendo como responsable a la **Mtra. María Teresa Bernal Arciniega** y los cuatro proyectos que se describen a continuación quedando dentro del Grupo de Investigación: *Laboratorio de Estructuras Ligeras*, en concordancia con los Lineamientos para la Investigación Divisionales.

Proyectos de Investigación:

1. **Diseño de Cubiertas Ligeras, caso de estudio: Carpa modular multiusos para la UAM.**
Responsable: Mtra. María Teresa Bernal Arciniega.
2. **Optimización de materiales con base en la sustentabilidad e impacto ambiental en cubiertas reticulares de doble curvatura de bambú para zonas templadas. Caso de estudio: Gridshell con Bambú.**
Responsable: Mtra. Yolanda Neri Aceves.
3. **Modelos Estructurales destructibles.**
Responsable: Mtra. Susana García Lory.
4. **Análisis de una tensoestructura ante las acciones accidentales de sismo y viento en la Ciudad de México.**
Responsable: Mtra. María Teres Bernal Arciniega.

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente,
Casa abierta al tiempo



Mtro. Ernesto Noriega Estrada
Jefe del Departamento de Procesos y Técnicas de Realización

Sria,Academ,CyAD, 15 DEC 17 10:14

REGISTRO DE GRUPO DE INVESTIGACIÓN.

NOMBRE: "LABORATORIO DE ESTRUCTURAS LIGERAS"

1. DE LA ORGANIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.2 De las Formas Institucionales de Organización

1.2.2 De los Grupos de Investigación.

Un Grupo de investigación es una organización, en la que convergen investigadores y cuyo propósito principal es contribuir en la definición de un objeto de estudio, ampliar el conocimiento de una temática determinada y encontrar pares mediante el desarrollo de Proyectos de investigación acordes a los objetivos del departamento en cuestión.

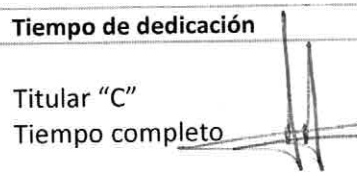
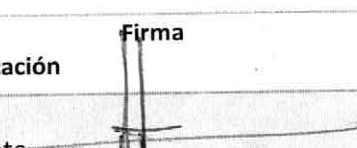

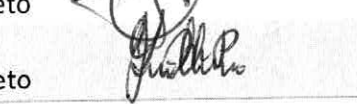

"Un grupo estará formado al menos por dos académicos de tiempo completo y contratación por tiempo indeterminado de un mismo departamento para conformar su núcleo básico. Uno de ellos fungirá como responsable del grupo. Existiendo la posibilidad de integrar al mismo grupo, como participante a académicos de otros Departamentos e instituciones para desarrollar proyectos de investigación."¹

Conformación del grupo de investigación:

Responsable:





Nombre	No. Eco.	Tiempo de dedicación
Mtra. María Teresa Bernal Arciniega	19404	Titular "C" Tiempo completo

Núcleo Básico:

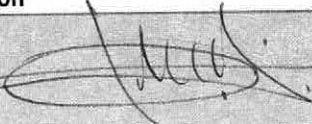

Nombre	No. Eco.	Categoría y Tiempo de dedicación	Firma
Mtra. María Teresa Bernal Arciniega	19404	Titular "C" Tiempo completo	
Dr. Luis Alfonso Peniche Camacho	6972	Titular "C" Tiempo completo	
Arq. Lauro Francisco León Castillo	1315	Titular "C" Tiempo completo	
Mtra. Susana García Lory	31738	Asociado "A" Tiempo completo	
DI Guillermo de Jesús Martínez Pérez	27839	Asociado "A" Tiempo completo	

1. Lineamientos para la Investigación de la División de Ciencias y Artes para el Diseño Registro y Seguimiento de las Áreas, Grupos, Programas y Proyectos. XLI Consejo Divisional Aprobados en la sesión 508 ordinaria Del XLI Consejo Divisional Celebrada los días 31 de marzo y 01 de abril del 2016

Otros Integrantes:

Nombre	No. Eco.	Categoría Tiempo de dedicación	Firma
Mtra. Yolanda Neri Aceves	26562	Asociado "D" Medio tiempo	
DI. Aarón Illescas Serrano	27317	Titular "D" Técnico académico	
Mtra. Isaura Elisa López Viveros	33684	Asociado temporal Tiempo completo	
DI. Braulio Rodrigo Cárdenas Cansino	39538	Ayudante "B" Medio tiempo	

Colaboradores:

Nombre	No. Eco.	Categoría Tiempo de dedicación	Firma
Mtro. Juan Carlos Pedraza Vidal	18590	Titular "C" Tiempo completo	
Mtro. Pedro Jesús Villanueva Ramírez	17499	Titular "C" Tiempo completo	

2. DEL REGISTRO.

Dentro de las funciones sustantivas de la Universidad se encuentra la investigación, la cual busca la transmisión, generación y preservación del conocimiento, en este contexto la investigación debe ser una fuente de producción e intercambio de experiencias.

Con base en el Reglamento Orgánico, el Área de Investigación (Grupo de Investigación) se define como **“una organización dentro de los departamentos que se ocupa fundamentalmente, o cuyo propósito es ocuparse del desarrollo de proyectos de investigación en una especialidad o en especialidades afines”**.²

Entre los objetivos y metas de la investigación para el periodo 2014-2017 se encuentra el fortalecer las áreas y grupos de investigación, las cuales son la forma de Organización de investigación Prioritaria para la División.

2. Lineamientos para la Investigación de la División de Ciencias y Artes para el Diseño Registro y Seguimiento de las Áreas, Grupos, Programas y Proyectos. XLI Consejo Divisional Aprobados en la sesión 508 ordinaria Del XLI Consejo Divisional Celebrada los días 31 de marzo y 01 de abril del 2016.

“En ese sentido, la situación de los académicos que no están incorporados formalmente a Áreas o Grupos es un aspecto que tiene diferentes implicaciones en cada división (en Ciencias Básicas e Ingeniería un 48% de los profesores no se encuentran adscritos a alguna Área, proporción que llega a 50% en Ciencias Sociales y Humanidades y a 68% en Ciencias y Artes para el Diseño), sin embargo, es deseable potenciar la investigación colegiada en todos los departamentos.³

Este grupo de investigación nace a razón de la necesidad de crear un espacio dedicado al estudio, investigación, análisis, experimentación y desarrollo de las estructuras ligeras, que permita la interacción multidisciplinar de los miembros del grupo para poder contribuir a mejorar los fundamentos y la práctica de las estructuras ligeras en el ámbito nacional, así como fomentar el desarrollo de las funciones sustantivas de la Universidad.

2.2 REGISTRO DE GRUPO DE INVESTIGACIÓN.

NOMBRE: “LABORATORIO DE ESTRUCTURAS LIGERAS”

2.2.1 Objeto de estudio y objetivos generales y específicos.

El desarrollo de estructuras ligeras fomenta la investigación, desarrollo y manejo de las técnicas para la construcción de modelos estructurales experimentales en México, a través del uso de las tecnologías de la información y la comunicación con el apoyo de software especializado para el diseño de dichas estructuras. ✓

OBJETO DE ESTUDIO

El objeto de estudio del grupo de investigación “**Laboratorio de Estructuras Ligeras**” son las estructuras ligeras, sistemas estructurales, sistemas de unión y elaboración de modelos de estudio con el análisis y aplicación de materiales ligeros en México. ✓

OBJETIVOS GENERALES

La investigación, desarrollo y manejo de técnicas para la construcción de modelos estructurales experimentales en el campo de las estructuras ligeras. ✓

3. Plan de Desarrollo Institucional de la Unidad Azcapotzalco de la Universidad Autónoma Metropolitana 2014-2024 Aprobado por mayoría simple por el Consejo Académico en la Sesión 388, celebrada los días 24 de junio y 2 de julio de 2014.

OBJETIVOS ESPECIFICOS ✓

- a) Realizar investigación aplicada a la creación, manejo y desarrollo tecnológico para la generación de productos en el campo de las estructuras ligeras acordes al nuestro medio nacional.
- b) Desarrollar investigación en sistemas constructivos para generar nuevas perspectivas de solución como apoyo a la formación académica.
- c) Aplicar y demostrar los principios de resistencia de materiales.
- d) Promover la experimentación de alternativas estructurales a través de la elaboración de modelos de estudio.
- e) Establecer convenios con instituciones públicas y privadas, cuyo campo de investigación tenga vinculación directa con proyectos en el campo de las estructuras ligeras.
- f) Generación de productos que contribuyan a la formación integral de los alumnos.
- g) Formación de un grupo de investigación multidisciplinar que integre las diversas especialidades de diseño necesarias para la investigación y desarrollo de los diversos proyectos.
- h) Participación y difusión de los productos de investigación en instituciones públicas y privadas.

2.2.2. El nombre, los objetivos del grupo y campo de conocimiento que desarrollará deberán estar acordes a los objetivos del departamento que lo registre. ✓

El grupo de Investigación con nombre “**Laboratorio de Estructuras Ligeras**”, cuyo objetivo general es la investigación, desarrollo y construcción de modelos estructurales experimentales en el campo de las estructuras ligeras, mismo que se vincula directamente con los objetivos del Departamento de Procesos y Técnicas de Realización, los cuales fueron establecidos en el año de 1974 son: *“Investigar, crear y manejar técnicas apropiadas para nuestro medio nacional para hacer factible la expresión y realización material de los productos diseñados”*.⁴

El campo de conocimiento de este grupo es el análisis e investigación de las estructuras ligeras.

4. Jefatura Departamental. (2010). **Qué es Procesos**. Marzo 16, 2017, de Procesos y Técnicas de Realización Sitio web: http://procesos.azc.uam.mx/proc_que_es.html

2.2.3 Al momento del registro, el Grupo deberá presentar al menos un Programa de Investigación conformado por dos o más Proyectos de Investigación.

Nombre del programa: "Sistemas de estructuras ligeras" ✓

Proyectos:

1.- Título del proyecto:

Diseño de Cubiertas Ligeras ✓

Caso de Estudio:

Carpa Modular Multiusos para la UAM

Responsable: Mtra. María Teresa Bernal Arciniega

2.- Título del proyecto: ✓

Optimización de materiales con base en la sustentabilidad e impacto ambiental en cubiertas reticulares de doble curvatura de bambú para zonas templadas.

Caso de estudio: Gridshell con Bambú.

Responsable: Mtra. Yolanda Neri Aceves

3.- Título del proyecto: ✓

Modelos estructurales destructibles

Responsable: Mtra. Susana García Lory

4.- Título del proyecto: ✓

Análisis de una tensoestructura ante las acciones accidentales de sismo y viento en la Ciudad de México

Responsable: Mtra. María Teresa Bernal Arciniega

2.2.4 Un programa de actividades académicas de discusión colectiva y sistemática que deberá generar entre los miembros del Grupo los intercambios de conocimiento y experiencias resultado de los proyectos de investigación.

PROGRAMA DE ACTIVIDADES 2018											
LABORATORIO DE ESTRUCTURAS LIGERAS											
Trimestre	18-I				18-P			18-O			
Mes	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
Días	2 al 31	1 al 28	1 al 31	2 al 30	2 al 31	1 al 29	2 al 31	3 al 28	1 al 31	5 al 30	3 al 14
Asesoría de alumnos											
Trabajo Proyectos de investigación											
Reuniones de trabajo colectivo	sem. 1	sem. 4	sem. 9	sem. 11 B	03-may	sem. 5	sem. 9	13 sep.	sem. 4	sem. 8	sem. 11
Documentación de avances	sem. 1	sem. 4	sem. 9	sem. 11 B	03-may	sem. 5	sem. 9	13 sep.			
Cursos de actualización			1 al 31					3 al 28			
Participación en eventos											
Organización de eventos											
Apoyo al proyecto servicio social											

Imagen 2. Programa de actividades 2018, Laboratorio de Estructuras Ligeras

PROGRAMA DE ACTIVIDADES 2019 - 2020												
LABORATORIO DE ESTRUCTURAS LIGERAS												
Trimestre	19-I				19-P			19-O				20-I
Mes	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENERO
Días	2 al 31	1 al 28	1 al 29	1 al 30	1 al 31	3 al 28	1 al 31	2 al 30	1 al 31	4 al 29	2 al 13	15
Asesoría de alumnos												
Trabajo Proyectos de investigación												
Reuniones de trabajo colectivo	sem. 1	sem. 4	sem. 9	sem. 11	02-may	sem. 5	sem. 9	13 sep.	sem. 4	sem. 8	sem. 11	sem. 1
Documentación de avances	sem. 1	sem. 4	sem. 9	sem. 11	02-may	sem. 5	sem. 9	13 sep.				sem. 1
Cursos de actualización												
Participación en eventos												
Organización de eventos												
Apoyo al proyecto servicio social												

Imagen 3. Programa de actividades 2019-2020. Laboratorio de Estructuras Ligeras

Dentro del grupo de investigación “Laboratorio de Estructuras Ligeras”, se propone la realización de juntas de trabajo colectivo cada tres semanas, el horario y el día dependerá de las actividades académicas de cada uno de los miembros, estas reuniones estarán enfocadas para la discusión e intercambio de los avances realizados sobre los proyectos de investigación, mostrando los resultados de las revisiones a los modelos experimentales realizados por los participantes en el proyecto y en su caso por los diversos prestadores de servicio social, resultando en una documentación mensual de avances.

De igual forma se pretende la calendarización interna para llevar a cabo prácticas de laboratorio con los alumnos de licenciatura, en las que podrán realizar modelos experimentales impulsando su participación en los diversos concursos estudiantiles nacionales e internacionales, tomando como referencia la participación de algunos alumnos en el Segundo y Tercer Simposio Latinoamericano de Tensoestructuras, llevado a cabo en Mayo de 2005 y Octubre del 2008 respectivamente, donde los alumnos participantes obtuvieron en ambos simposios el segundo lugar y menciones honoríficas por los proyectos realizados.

Dentro de las reuniones de trabajo colaborativo programadas por el Grupo de Investigación, se programará la organización logística de eventos al interior y exterior de la Universidad, así como la difusión de los productos de investigación los cuales se realizaran a través del desarrollo de congresos, ponencias e infografías en eventos especializados.

Con la muestra y realización de proyectos de investigación se llevaran a cabo los trámites pertinentes para la incorporación como integrantes de la Red Latinoamericana de Tenso Estructuras, logrando una vinculación con las diferentes instituciones tanto públicas como privadas pertenecientes a la Tensored, lo que nos permitirá una relación continua con los investigadores y los profesionistas en el área para el intercambio de información, promoción y desarrollo de nuestra área de estudio.

2.2.5 Un plan de desarrollo del Grupo a dos años que defina metas para su cumplimiento, avalado por la Jefatura del Departamento. Este plan se evaluará anualmente. Se recomienda que el Grupo en su propuesta de plan de desarrollo considere lo establecido en los Criterios para la Creación, Modificación y Supresión de Áreas de Investigación de la UAM del 30 de enero de 2013

TRIMESTRE	PLAN DE DESARROLLO	META
18-I	Vinculación Investigación-Docencia	Asesoría a alumnos en el Laboratorio de Cubiertas Ligeras sobre el sistema funcional de las estructuras ligeras.
	Registro de Proyectos de Investigación	Aprobación ante el H. Consejo Divisional de 3 proyectos de investigación.
	Reuniones de trabajo Colectivo	Programación de reuniones de trabajo, 2 veces por mes, para presentar los avances sobre los proyectos de investigación correspondientes.
	Apoyo al programa de Servicio Social	Presentación de Registro de proyectos ante el H. Consejo Divisional de los proyectos contemplados para servicio social.
18-P	Participación en Congresos	Participación en el Congreso Internacional Material Didáctico Innovador organizado por la UAM-Xochimilco. Octubre 2017.México Ciudad de México. Presentando el proyecto Modelos destructibles como material didáctico innovador. *Participación en el Congreso Internacional: SEWC 2017:6TH Architects & Structural Engineers World Congress, Cancún 2017
	Ciclo de Conferencias	Organización de Ciclo de Conferencias con ponentes externos especializados en temas de estructuras ligeras
	Proyectos de Investigación	Desarrollo de Marcos Teóricos de proyectos de Investigación, con base en la aplicación de una investigación conceptual y experimental.
	Reuniones de trabajo Colectivo	Programación de reuniones de trabajo, 2 veces por mes, para presentar los avances sobre los proyectos de investigación correspondientes.
	Apoyo al programa de Servicio Social	Elaboración de Plan de trabajo de los alumnos de Servicio Social, que incluya: -Proyecto de investigación asignado, alcances, tiempo de realización.
	Realización de Prácticas de Laboratorio en apoyo a las UEAS de Sistemas Constructivos y Estructurales, Construcción I y II, así como las UEAS de Diseño Arquitectónico.	Fomentar en los alumnos el interés por la aplicación de las estructuras ligeras en el desarrollo de sus proyectos de Diseño Arquitectónico, así como brindar apoyo a la línea de sistemas constructivos y estructurales.

18-O	Reuniones de trabajo Colectivo	Programación de reuniones de trabajo, 2 veces por mes, para presentar los avances sobre los proyectos de investigación correspondientes.
	Proyectos de Investigación	Presentación de Marcos Teóricos de proyectos de Investigación, con base en la aplicación de una investigación conceptual y experimental
	Apoyo al programa de Servicio Social	Reporte de alumnos de Servicio Social, presentando alcances por proyecto.
	Cursos de Actualización	Programación del Curso Revit, aplicado a los proyectos de investigación para poder realizar la etapa de desarrollo de modelos de cubiertas ligeras.
19-I	Participación en Congresos	Participación en el Congreso The 11th World Bamboo Congress Xalapa, Veracruz México, August 14 to 2018, presentando el proyecto Cubierta Sustentable de doble curvatura. GridShell
	Cursos de Actualización	Software RFEM y RSTAM para cálculo de estructuras ligeras.
	Reuniones de trabajo Colectivo	Programación de reuniones de trabajo, 2 veces por mes, para presentar los avances sobre los proyectos de investigación correspondientes.
	Proyectos de Investigación	Presentación de avances de investigación experimental de proyectos de Investigación, así como la inclusión del servicio social y sus avances.
19-P	Reuniones de trabajo Colectivo	Programación de reuniones de trabajo, 2 veces por mes, para presentar los avances sobre los proyectos de investigación correspondientes
	Apoyo al programa de Servicio Social	Invitación a los alumnos de diversas licenciaturas de Diseño e Ingeniería para integrarse al grupo de trabajo de los proyectos de investigación, ya que los requerimientos de conocimiento en los proyectos de investigación son más especializados y requieren del apoyo en servicio social de alumnos de diseño industrial e ingeniería.
	Proyectos de Investigación	Presentación de avances de investigación formativa de proyectos de Investigación, así como la inclusión del servicio social y sus avances.
	Realización de Prácticas de Laboratorio en apoyo a las UEAS de Sistemas Constructivos y Estructurales, Construcción I y II, así como las UEAS de Diseño Arquitectónico	Evaluación y replanteamiento de prácticas de laboratorio.
	Participación en Congresos	Participación en el Congreso Internacional Material Didáctico Innovador organizado por la UAM-

		Xochimilco. Octubre 2017.México Ciudad de México.
19-O	Reuniones de trabajo Colectivo	Programación de reuniones de trabajo, 2 veces por mes, para presentar los avances sobre los proyectos de investigación correspondientes.
	Elaboración de Manual de Prácticas de Laboratorio en apoyo a las UEAS de Sistemas Constructivos y Estructurales, Construcción I y II, así como las UEAS de Diseño Arquitectónico	Publicación de Manual de Prácticas de Laboratorio
	Proyectos de Investigación	Término de proyectos de Investigación registrados, así como la presentación de los trabajos realizados por los alumnos de servicio social. Presentación ante el H. Consejo Divisional de la terminación de Proyectos de Investigación.
	Registro Proyectos de Investigación	Presentación de Registro de proyectos ante el H. Consejo Divisional.
20-I	Reuniones de trabajo Colectivo	Programación de reuniones de trabajo, 2 veces por mes, para presentar los avances sobre los proyectos de investigación correspondientes
	Apoyo al programa de Servicio Social	Presentación de Registro de proyectos ante el H. Consejo Divisional de los proyectos contemplados para servicio social.
	Seminario permanente	Presentación ante el H. Consejo Divisional del Seminario Permanente de los integrantes del laboratorio de Cubiertas Ligeras con la participación de especialistas.
	Proyectos de Investigación	Presentación de Marcos Teóricos de proyectos de Investigación, con base en la aplicación de una investigación conceptual y experimental

4 de diciembre de 2017

Mtro. Ernesto Noriega Estrada

Jefe del Departamento de Procesos
y Técnicas de Realización.

PRESENTE.

Por medio de la presente le envié un cordial saludo, a su vez, me permito solicitar a usted, sea tan amable de realizar las gestiones necesarias ante el H. Consejo Divisional de Ciencias y Artes para el Diseño, ingresando la solicitud de registro del Grupo de Investigación "**LABORATORIO DE ESTRUCTURAS LIGERAS**". Para ello, anexo a la presente el documento de solicitud correspondiente.

Sin otro particular, quedo a sus ordenes para las observaciones que juzgue convenientes.

Atentamente

"Casa abierta al tiempo"



Mtra. María Teresa Bernal Arciniega

No. Eco. 19404

Profesora del Departamento de Procesos
y Técnicas de Realización.

4 de diciembre de 2017

Mtro. Ernesto Noriega Estrada

Jefe del Departamento de Procesos
y Técnicas de Realización.

PRESENTE.

Por medio de la presente me permito solicitar a usted, tenga a bien gestionar ante el H. Consejo Divisional de Ciencias y Artes para el Diseño el registro del Programa de Investigación: **“Sistemas Estructurales de Cubiertas Ligeras”** y cuatro proyectos en concordancia con lo establecido en los lineamientos para la investigación de la División de Ciencias y Artes para el Diseño vigentes.

Proyectos de investigación:

- 1. Diseño de Cubiertas Ligeras, Caso de Estudio: Carpa Modular Multiusos para la UAM**
Responsable: Mtra. María Teresa Bernal Arciniega.
- 2. Optimización de materiales con base en la sustentabilidad e impacto ambiental en cubiertas reticulares de doble curvatura de bambú para zonas templadas.**
Caso de estudio: Gridshell con Bambú.
Responsable: Mtra. Yolanda Neri Aceves.
- 3. Título del proyecto: Modelos estructurales destructibles**
Responsable: Mtra. Susana García Lory.
- 4. Análisis de una tensoestructura ante las acciones accidentales de sismo y viento en la Ciudad de México.**
Responsable: Mtra. María Teresa Bernal Arciniega

Así mismo, anexo a la presente el documento y el formato de la solicitud de registro en correspondencia a lo establecido en los lineamientos para la investigación de la División de Ciencias y Artes para el Diseño vigentes.

Sin otro particular, quedo a sus ordenes para las observaciones que juzgue convenientes.

Atentamente

“Casa abierta al tiempo”

Mtra. María Teresa Bernal Arciniega

No. Eco. 19404

Profesora del Departamento de Procesos
y Técnicas de Realización.

RECOMENDACIÓN RAZONADA, REFERENTE A LA COHERENCIA DE LOS OBJETIVOS DEL PROGRAMA CON LOS DEL DEPARTAMENTO Y LA DIVISIÓN.

PROGRAMA: SISTEMAS ESTRUCTURALES DE CUBIERTAS LIGERAS

Los objetivos de la División, tienen su fundamento en la ley Orgánica de la UAM que reconoce la organización y el desarrollo de actividades de investigación humanística y científica, en atención a los problemas nacionales y en relación con las condiciones históricas. También se establece que la División de Ciencias y Artes para el Diseño es considerada como una área de conocimiento. Esta área determina que; “el Diseño es un proceso orgánico, creativo e interdisciplinario que se genera a partir de requerimientos bio-psico- sociales de un usuario individual y/o artificial, en un tiempo determinado; que debe tomar en cuenta las épocas precedentes y con una visión al futuro aportar soluciones para coadyuvar al desarrollo integral del hombre”¹. La estructura del conocimiento del diseño se da con las diferentes sub-áreas dentro de las que se encuentran los Procesos y las Técnicas de Realización en Arquitectura, Diseño de la Comunicación Gráfica y Diseño industrial.

De los objetivos departamentales. “desde su fundación, el Departamento, tiene como objetivo ser un espacio en donde se realicen las tres acciones sustantivas de la Universidad. Dichas acciones son: Docencia, investigación y Difusión de la cultura. Estas nacen con el objetivo de investigar, conocer y manejar las técnicas adecuadas a nuestro medio nacional para de esta manera hacer factible la expresión y realización material de los productos diseñados.”²

La coherencia entre el programa y los objetivos departamentales y divisionales se gesta en el **desarrollo de investigación**, experimentación, desarrollo y **manejo de técnicas** constructivas, sistemas de unión, modelos experimentales y materiales en el campo de estructuras ligeras en **México**. El objeto de estudio es la forma geométrica como sustento estructural y parte fundamental del espacio arquitectónico que habita el **hombre**, y las múltiples ventajas debidas a su ligereza, rapidez constructiva, economía, menor cantidad de material y por lo tanto mejor comportamiento ante un sismo.

El nombre del Programa como “Sistemas Estructurales de Cubiertas Ligeras” da espacio a infinidad de investigaciones en el campo de la ingeniería, la arquitectura y el diseño Industrial porque el campo de las estructuras es muy amplio y también poco explorado en nuestro país.

Atentamente



Mtro. Ernesto Noriega Estrada
Jefe de Departamento de Procesos y Técnicas de Realización

¹...Y 25 años después... CYAD AZCAPOTZALCO, 1999, División de Ciencias y Artes para el Diseño, Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco, ISBN 970654397-X. Páginas 25 y 26

²Ídem. Página 137

FORMATO PARA REGISTRO DE PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN

Nombre del programa: **Sistemas Estructurales de Cubiertas Ligeras**

Responsable del programa

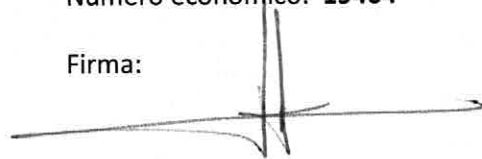
Nombre: **Mtra. María Teresa Bernal Arciniega**

Número económico: **19404**

Categoría y nivel: **Titular "C"**

Firma:

Tipo de contratación: **Tiempo completo**



Departamento al que pertenece: **Procesos y Técnicas de Realización**

Área o Grupo de Investigación: **Laboratorio de Estructuras Ligeras**

Proyectos que conforman al programa

1.- Título del proyecto:

Diseño de Cubiertas Ligeras

Caso de Estudio:

Carpa Modular Multiusos para la UAM

Responsable: Mtra. María Teresa Bernal Arciniega

2.- Título del proyecto:

Optimización de materiales con base en la sustentabilidad e impacto ambiental en cubiertas reticulares de doble curvatura de bambú para zonas templadas.

Caso de estudio: Gridshell con Bambú.

Responsable: Mtra. Yolanda Neri Aceves

3.- Título del proyecto:

Modelos estructurales destructibles

Responsable: Mtra. Susana García Lory

4.- Título del proyecto:

Análisis de una tensoestructura ante las acciones accidentales de sismo y viento en la Ciudad de México

Responsable: Mtra. María Teresa Bernal Arciniega

Participantes:

Nombre: **Mtra. Susana García Lory**

Adscripción: **Asociado "A" Tiempo Completo**

Número económico: **31738**

Firma: 

Nombre: **DI Guillermo de Jesús Martínez Pérez**

Adscripción: **Asociado "D" Tiempo Completo**

Número económico: **27839**

Firma: 

Nombre: **Dr. Luis Alfonso Peniche Camacho**

Adscripción: **Titular "C" Tiempo Completo**

Número económico: **6972**

Firma: 

Nombre: **Mtra. Yolanda Neri Aceves**

Categoría y nivel: **Asociado "D"**

Número económico: **26562**

Firma: 

Nombre: **DI. Aaron Illescas Serrano**

Categoría y nivel: **Técnico Académico Titular "D"**

Número económico: **27317**

Firma: 

Nombre: **Arq. Lauro Francisco León Castillo**

Categoría y nivel: **Titular "C"**

Número económico: **1315**

Firma: 

Nombre: **Mtra. Isaura Elisa López Vivero**

Categoría y nivel: **Asociado Temporal**

Número económico: **33684**

Firma: 

Nombre: **DI. Braulio Rodrigo Cárdenas Cansino**

Categoría y nivel: **Ayudante "B"**

Número económico: **39538**

Firma: 

Otros integrantes:

Nombre: **Mtro. Juan Carlos Pedraza Vidal**

Categoría y nivel: **Titular "C"**

Número económico: **18590**

Firma: 

Objetivo general

Realizar investigación, análisis, experimentación, desarrollo y manejo de técnicas para la construcción de modelos estructurales experimentales en el campo de las estructuras ligeras, sistemas de unión y la elaboración de modelos de estudio con el análisis y aplicación de materiales ligeros en México.

Objetivos del Área o Grupo de Investigación

OBJETIVOS GENERALES

La investigación, desarrollo y manejo de técnicas para la construcción de modelos estructurales experimentales en el campo de las estructuras ligeras.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- a) Realizar investigación aplicada a la creación, manejo y desarrollo tecnológico para la generación de productos en el campo de las estructuras ligeras acordes al nuestro medio nacional.
- b) Desarrollar investigación en sistemas constructivos para generar nuevas perspectivas de solución como apoyo a la formación académica.
- c) Aplicar y demostrar los principios de resistencia de materiales.
- d) Promover la experimentación de alternativas estructurales a través de la elaboración de modelos de estudio.
- e) Establecer convenios con instituciones públicas y privadas, cuyo campo de investigación tenga vinculación directa con proyectos en el campo de las estructuras ligeras.
- f) Generación de productos que contribuyan a la formación integral de los alumnos.
- g) Formación de un grupo de investigación multidisciplinar que integre las diversas especialidades de diseño necesarias para la investigación y desarrollo de los diversos proyectos.
- h) Participación y difusión de los productos de investigación en instituciones públicas y privadas.

Definición, temática y sustentación del programa

El programa de Sistemas Estructurales de Cubiertas Ligeras es el conjunto de estrategias a desarrollar, el cual nos permitirá el empleo de materiales de construcción a través de diversos sistemas estructurales para la generación de cubiertas ligeras, con el objetivo de demostrar los principios de resistencia de materiales, con base en la experimentación de alternativas estructurales.

El análisis de los procesos constructivos de cubiertas ligeras, permitirá involucrar de manera conjunta a los alumnos y docentes a la concepción, elaboración y proceso de realización de estructuras ligeras en edificaciones arquitectónicas.

Objetivos a mediano y largo plazo

Objetivos a mediano plazo.

- Buscar productos de investigación publicados en revistas arbitradas.
- Elaboración de modelos en el laboratorio.
- Participación en diversos Congresos Internacionales en el campo de estudio de las estructuras.
- Apoyo al programa de servicio social de la División de Ciencias y Artes para el Diseño.
- Generar documentos de divulgación en el campo de las estructuras ligeras.
- Contribuir al desarrollo de material innovador.

Objetivos a largo plazo:

- Desarrollo de proyectos enfocados a resolver problemáticas en el país.
- Llevar a cabo el estudio aeroelástico de los diversos casos de estudio, pertinentes para analizar y observar el comportamiento de las estructuras.
- Establecer una comparativa conceptual entre los prototipos elaborados y la realidad de su definición conceptual.
- Evaluación de la factibilidad económica y funcionalidad para el desarrollo de los proyectos de investigación.
- Análisis y evaluación de la eficiencia y del comportamiento mecánico de este tipo de estructuras.
- Optimización de los sistemas constructivos de los modelos.

Justificación del programa

El grupo de investigación se ha diversificado en las diferentes áreas de diseño lo cual permitirá su correcto desempeño para la elaboración de proyecto, tanto en la etapa de análisis, diseño y construcción de prototipos, tomando en consideración las ventajas ofrecidas por los materiales proponiendo y alcanzando su ligereza, resistencia y facilidad para habilitarlos para la construcción, además de otras propiedades que permiten su utilización, producción masiva y transportación.

Como análisis preliminar realizaremos y estudiaremos los diversos sistemas estructurales ligeros y sus características como una alternativa de solución a espacios arquitectónicos donde se busca que la forma sea a la vez función estructural, valiéndonos de los últimos avances tecnológicos para adecuar y optimizar sus programas, ofreciendo opciones que signifiquen una solución a diversos problemas planteados en esta área en términos de habitabilidad, economía y sustentabilidad.

Con lo anterior se contribuye a incentivar el desarrollo de tecnologías, materiales, técnicas y sistemas constructivos que posicionen a los sistemas estructurales ligeros, como parte de una solución sustantiva de espacios arquitectónicos, así como a mejorar las condiciones para su elaboración reduciendo sus costos de producción y conservando los estándares de diseño modular, calidad y servicio.

En México es muy poca la investigación que se realiza en el campo de las estructuras ligeras, y sin embargo es una alternativa viable de solución a problemas específicos en nuestro país, por ejemplo, el optimizar los sistemas constructivos y estructurales con el uso de diversos materiales (la madera, la piedra, el metal, el ladrillo, el concreto, el acero, etc) e integrar a los diferentes especialistas que intervienen en el diseño y producción de la vivienda y espacios arquitectónicos, desde lo relacionado a interés social, escasos recursos, residencial, infraestructura, u otros usos específicos.

Vinculación con los objetivos del Programa con los del Área o Grupo de Investigación

Se vincula principalmente con el análisis, el desarrollo y la construcción de modelos estructurales experimentales, fomentando la investigación, el manejo de las tecnologías para el diseño, el análisis, la evaluación, la aplicación de materiales ligeros y la comunicación idónea de los productos de trabajo.

Proyectos de Investigación que conformen el Programa

1.- Título del proyecto:

Diseño de Cubiertas Ligeras

Caso de Estudio:

Carpa Modular Multiusos para la UAM

2.- Título del proyecto:

Optimización de materiales con base en la sustentabilidad e impacto ambiental en cubiertas reticulares de doble curvatura de bambú para zonas templadas.

Caso de estudio: Gridshell con Bambú.

3.- Título del proyecto:

Modelos estructurales destructibles

4.- Título del proyecto:

Análisis aeroelástico de una tensoestructura en el túnel de viento de la UAM-A.

Recursos materiales, económicos y humanos

A nivel de los recursos materiales, se cuenta con El Laboratorio de Cubiertas Ligeras, cuenta con estaciones de trabajo, impresoras a color, plotter, equipos, herramientas e insumos básicos para el desarrollo de los modelos o prototipos de experimentación.

A nivel de los recursos económicos, el financiamiento para la elaboración de prototipos y modelos ha sido considerado con el Departamento de Procesos y Técnicas de Realización para el ejercicio 2018.

Los recursos humanos están indicados en el rubro "Responsable del programa" y "Participantes", de igual forma se solicitará apoyo de alumnos por parte del Servicio Social de la División de Ciencias y Artes para el Diseño.

Vinculación con las funciones sustantivas de la Universidad y la extensión Universitaria

Se propone la calendarización para la realización de prácticas con los alumnos de la licenciatura en arquitectura y Diseño Industrial, para la realización de modelos experimentales para la solución de problemas en específico, impulsando su participación en los diversos concursos estudiantiles nacionales e internacionales, desarrollando una labor de acercamiento con otras instituciones de educación superior y organismos descentralizados tanto en el país como en el extranjero.

Se buscará la difusión de los diversos productos de investigación los cuales se realizarán a través del desarrollo de congresos, ponencias e infografías en eventos especializados.

Se llevaran a cabo los trámites pertinentes para la incorporación con diferentes instituciones tanto públicas como privadas, permitiendo una relación continua con los investigadores y profesionistas en nuestra área de trabajo.

2.4 Registro de proyecto de investigación

2.4.1 Recomendación razonada del responsable del grupo.

Recomendación Razonada

Título del Proyecto: Diseño de Cubierta Ligera

Caso: Carpa Modular Multiusos para la UAM

En las unidades de la Universidad Autónoma Metropolitana, se desarrollan actividades tanto educativas como integrales de la comunidad, mismas que se llevan a cabo en espacios abiertos al interior de cada unidad., por lo que para garantizar el desarrollo de estas actividades, se establecen cubrir condiciones óptimas de habitabilidad, usabilidad y seguridad., dentro de los requerimientos que se establecen para llevar a cabo estas actividades, en la unidad Azcapotzalco., se encuentra la necesidad de rentar Carpas Modulares Multiusos, mismas que implican un gasto permanente durante todo el año para la Universidad, esta situación en ocasiones limita el desarrollo de un mayor número de eventos, por lo que el Laboratorio de Cubiertas Ligeras propone el diseño de una Carpa Modular Multiusos para la UAM Azcapotzalco a un bajo costo, y que tengan la cualidad de montar y desmontar en sitio, a partir del desarrollo de modelos digitales y físicos en los cuales se visualice el comportamiento antisísmico de la carpa modular. Consideramos que es importante que dicho modelo de Carpa Modular Multiusos pertenezca a la UAM, reduciendo el gasto económico que esto implica para la universidad, esta carpa será desarrollada a partir de la investigación y conocimiento generados en el campo de las estructuras ligeras, con base en las características de los principios de las cubiertas ligeras, considerando y evaluando la resistencia y duración de los materiales a emplear para el desarrollo de este modelo. Es importante resaltar, que el desarrollo de estructuras ligeras fomenta la investigación en el área de los sistemas constructivos, para generar nuevas perspectivas de solución. El Laboratorio de Cubiertas Ligeras busca satisfacer y desarrollar demandas educativas e integrales de la Universidad.

Atentamente

“Casa abierta al tiempo”



Mtra. María Teresa Bernal Arciniega

Responsable del Grupo de investigación Estructuras Ligeras.

FORMATO PARA REGISTRO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Fecha de inicio 15 de enero de 2018 Fecha de conclusión 15 de enero del 2020

Título del proyecto: Diseño de Cubiertas Ligeras. Caso de Estudio: Carpa Modular Multiusos para la UAM.

Departamento al que pertenece: **Procesos y Técnicas de Realización**

Área o Grupo en el que se inscribe: **Sistemas Estructurales de Cubiertas Ligeras**

Programa de Investigación, N° de registro y cómo enriquece a éste

Sistemas Estructurales de Cubiertas Ligeras, en proceso de registro.

Sobre todo se vincula con el objeto de estudio y con los objetivos generales del grupo y del programa de investigación realizando investigación, desarrollo y manejo de técnicas para la construcción de modelos estructurales experimentales en el campo de las estructuras, promoviendo de esta manera el Diseño arquitectónico y análisis estructural de una cubierta, así como el desarrollo de modelos físicos a escala y la realización de pruebas de laboratorio a los modelos.

Proyectos que conforman al programa

1.- Título del proyecto:

Diseño de Cubiertas Ligeras

Caso de Estudio:

Carpa Modular Multiusos para la UAM

Responsable: Mtra. María Teresa Bernal Arciniega

2.- Título del proyecto:

Optimización de materiales con base en la sustentabilidad e impacto ambiental en cubiertas reticulares de doble curvatura de bambú para zonas templadas.

Caso de estudio: Gridshell con Bambú.

Responsable: Mtra. Yolanda Neri Aceves

3.- Título del proyecto:

Modelos estructurales destructibles

Responsable: Mtra. Susana García Lory

4.- Título del proyecto:

Análisis de una tensoestructura ante las acciones accidentales de sismo y viento en la Ciudad de México

Responsable: Mtra. María Teresa Bernal Arciniega

Tipo de Investigación: **Investigación experimental y para el desarrollo**

Responsable

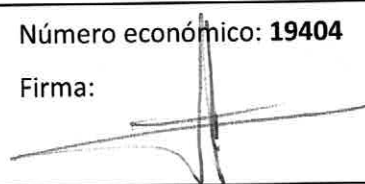
Nombre: **Mtra. María Teresa Bernal Arciniega**

Número económico: **19404**

Categoría y nivel: **Titular "C"**

Firma:

Tipo de contratación: **Tiempo Completo**



Participantes

Nombre: **Mtra. Isaura López Vivero**

Adscripción: **Titular temporal**

Tipo de participación: **Otro integrante**

Nombre: **Mtro. Ernesto Noriega Estrada**

Categoría y nivel: **Titular C**

Tipo de participación: **Otro integrante**

Nombre: **Arq. Lauro Francisco León Castillo**

Categoría y nivel: **Titular "C"**

Nombre: **DI. Braulio Rodrigo Cárdenas Cansino**

Categoría y nivel: **Ayudante**

Número económico: **33684**

Firma: 

Número económico: **22064**

Firma: 

Número económico: **1315**

Firma: 

Número económico: **39538**

Firma: 

Antecedentes del proyecto

El trabajo de investigación por presentar es un esfuerzo multidisciplinar que conjunta las habilidades, experiencias y voluntades de un conjunto de diseñadores, todos ellos destacados docentes-investigadores de nuestra Universidad.

La conjunción de conocimientos de las licenciaturas en Arquitectura y de diseño Industrial es indispensable para lograr los objetivos que nos hemos marcado desde un inicio.

Las enormes ventajas que ofrecen las estructuras ligeras por su propio peso, grandes claros sin apoyos intermedios, rapidez en su montaje, costo y buen comportamiento estructural ante un sismo, son una opción para el desarrollo de proyectos arquitectónicos hoy en día.

Sustentación del Tema

La UAM busca satisfacer y desarrollar las demandas tanto educativas como integrales de la comunidad.

Para lo cual se llevan a cabo diferentes eventos realizados en las aéreas libres de las principales plazas de la universidad, (plaza roja, plaza COSEI).

Esta clase de eventos demandan el alquiler de sistemas modulares (carpas), lo cual es un costo adicional al presupuesto de la universidad ya que la renta de estos equipos es elevada.

Objetivos del Proyecto de Investigación, generales y específicos

Objetivos generales.

- Apoyar las funciones de la Universidad Autónoma Metropolitana en el interior mismo de las unidades y fuera de ellas.
- Estudio y análisis de las estructuras ligeras a través de principios físicos y formas geométricas.
- Diseño y construcción de un prototipo de cubierta ligera modular que sea de fácil transporte y montaje.
- Evaluar la eficiencia estructural y económica de la cubierta.

Objetivos específicos.

- Análisis de las diversas estructuras ligeras por medio de principios naturales.
- Diseño geométrico de las estructuras elegidas por computadora.
- Utilización de software para el análisis y diseño estructural.
- Diseño de sistemas de unión que solucionen la forma de la cubierta.
- Desarrollar un prototipo de cubierta modular integral que pueda ser resistente, ligera, recuperable y fácilmente transportable.
- Construcción de modelos físicos experimentales para el análisis de la forma y comportamiento estructural.

Metas

El objetivo es construir una cubierta multiusos para el desarrollo de diversas actividades, que sea fácil de armar, guardar, transportar, con materiales resistentes a bajo costo.

Se pretende que al final de la investigación, podamos contar con una estructura tipo "prototipo" terminada que cumpla con los objetivos previstos en esta investigación.

Difundir los resultados a través de publicaciones y páginas de internet con el objetivo de presentar los resultados a la institución.

Métodos de investigación

Observación de campo lo cual permitirá la recopilación de información para la evaluación de las condiciones y variantes que dan origen al problema.

Realización de ejercicios en la construcción de modelos físicos a escala con diferentes materiales, con la finalidad de someterlos a condiciones de simulación y poder refutar o avalar las posibles hipótesis.

Los experimentos con modelos físicos que se deban construir y llevar a los diferentes laboratorios, serán analizados por tiempos de ejecución, disposición de los laboratorios y de prueba, así como por costos y factibilidad constructiva.

Comunicación de resultados.

Plan de trabajo

Actividades	Fecha	Trimestre
Acopio de Información	08/enero/2018	18-I
Estudio de Casos Análogos	12/febrero/2018	18-I
Propuestas conceptuales	05/marzo/2018	18-I
Trazos geométricos por computadora	14/mayo/2018	18-P
Modelado estructural	04/junio/2018	18-P
Diseño y análisis estructural (conexiones y anclajes)	02/julio/2018	18-P
Desarrollo de modelo a escala (prototipo 1)	28/septiembre/2018	18-O
Desarrollo de modelo a escala (prototipo 2)	16/octubre/2018	18-O
Desarrollo de modelo a escala (prototipo 3)	08/noviembre/2018	18-O
Propuestas de sistemas constructivos	12/diciembre/2018	18-O
Desarrollo del prototipo escala 1:1	05/enero/2019	19-I
Colocación y análisis de prototipo	14/febrero/2019	19-I
Evaluación económica	04/marzo/2019	19-I
Desarrollo del manual de construcción	02/abril/2019	19-I
Conclusión de resultados	28/enero/2020	20-I
Apoyo al programa de servicio social	Todo el tiempo	

Recursos académicos, materiales, económicos y humanos

Materiales:

Fondos solicitados al laboratorio de cubiertas ligeras.

Lona de PVC con membrana interior.

Perfiles de acero, aluminio y barras de acrílico; para la realización de modelos a escala.

Lycra para modelos a escala.

Perfiles de acero para escala real

Económicos:

El financiamiento para la elaboración de prototipos será solicitado Fondos solicitados al Grupo de Investigación "Laboratorio de Estructuras Ligeras" \$24,000.00 para la compra de bambú para pruebas mecánicas.

Recursos Humanos:

Descrito en participantes, así como apoyo de los miembros del grupo de investigación, y alumnos de servicio social en las diferentes etapas del proyecto.

Organismo solicitante: Universidad Autónoma Metropolitana**Productos de Investigación**

- 1.- Prototipos a escala.
- 2.- Prototipo escala 1 a 1.
- 3.- Memoria proceso del diseño del proyecto arquitectónico.
- 4.- Memoria y proceso del diseño y análisis estructural.
- 5.- Manual del proceso de diseño y constructivo.

Fuentes bibliográficas, hemerográficas y electrónicas

- Bertolin Gil, D. (2017) Soldadura con electrodos revestidos de estructuras de acero carbono inoxidable y otros materiales. México, Editorial: Alfaomega/Marcombo
- Engel, H. Sistemas de Estructuras. Editorial Gustavo Gili. 2ª edición. España. 2000.
- Lewis W.J., (2003) "Tension structures, form and behavior" Thomas Telford, ISBN 0-17277-32-36-6
- Santomauro, R. TENSILE STRUCTURES FROM URUGUAY. Editor. Arq. Eduardo Folle- Chavannes. Impreso Montevideo, Septiembre 2008
- Noriega, E. METODOLOGIAS PARA EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ATRAVES DEL TRAZO CON GEOMETRIA DESCRIPTIVA Y MODELOS FISICOS EXPERIMENTALES. Programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura de la UNAM, Mayo 2007
- Olivera M.P. y Brasil R., (2003). "Design and analysis of tensión structures using general purpose finite element program", Textile composite and Inflatable Structures, Oñate y Kroplin (Eds.), CIMNE, Barcelona.
- Pérez Alama, V. (2004). Materiales y procedimientos de construcción. México, Editorial Trillas.

Modalidades de difusión

Artículos de divulgación.
Material didáctico.
Prototipos
Modelo 1:1
Exposición

2.4 Registro de proyecto de investigación

2.4.1 Recomendación razonada del responsable del grupo.

Recomendación Razonada

Título del Proyecto: Optimización de materiales con base en la sustentabilidad e impacto ambiental en cubiertas reticulares de doble curvatura de bambú para zonas templadas

Caso: Gridshell con Bambú

El laboratorio de Cubiertas Ligeras busca explorar nuevos materiales de construcción como el bambú, evaluando la factibilidad económica y funcionalidad estructural, observando las facilidades o complicaciones que éste tendría haciendo uso de tecnologías de prefabricación y materiales biodegradables. Este proyecto de Investigación contempla explorar temas de sustentabilidad e impacto ambiental en la generación de espacios de grandes claros, considerando que la propuesta se realizará en climas de zonas templadas.

Es importante mencionar que con el desarrollo de este proyecto, se pretende estudiar en este sistema de cubierta ligera , la eficiencia del comportamiento mecánico de formas curvas geométricamente complejas, esta condición representa una oportunidad de diseño diferente para los alumnos , representa trabajar con materiales sustentables, formas geométricas, estructuras de curvas puras, constructivamente plantea limitantes estructurales.

Para poder entender este sistema por parte de los alumnos, se elaboraran modelos tridimensionales con base en la sustentabilidad e impacto ambiental., es importante mencionar que este sistema se planteara en diversos proyectos., como lo es la vivienda emergente, albergues, espacios deportivos.

Uno de los objetivos de este proyecto es la generación de productos que contribuyan a la formación integral de los alumnos así como promover la experimentación de alternativas estructurales a través de la elaboración de modelos de estudio.

Atentamente

“Casa abierta al tiempo”



Mtra. María Teresa Bernal Arciniega

Responsable del Grupo de investigación Estructuras Ligeras.



Casa abierta al tiempo

Universidad Autónoma Metropolitana

Azcapotzalco



Ciencias y Artes para el Diseño

FORMATO PARA REGISTRO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Fecha de inicio 15 de enero de 2018

Fecha de conclusión 15 de enero de 2020

Título del proyecto: **Optimización de materiales con base en la sustentabilidad e impacto ambiental en cubiertas reticulares de doble curvatura de bambú para zonas templadas.**

Caso de estudio: Gridshell con Bambú.

Departamento al que pertenece: **Procesos y Técnicas de Realización**

Área o Grupo en el que se inscribe: **Laboratorio de Estructuras Ligeras**

Programa de Investigación, N° de registro y cómo enriquece a éste

Sistemas Estructurales de Cubiertas Ligeras, en proceso de registro.

Sobre todo, se vincula con el objeto de estudio y con los objetivos generales del grupo y del programa de investigación realizando investigación, desarrollo y manejo de técnicas para la construcción de modelos estructurales experimentales en el campo de las estructuras, promoviendo de esta manera el Diseño arquitectónico y análisis estructural de una cubierta tipo Gridshell con bambú, así como el desarrollo de modelos físicos a escala y la realización de pruebas de laboratorio a los modelos.

Proyectos que conforman al programa

1.- Título del proyecto:

Diseño de Cubiertas Ligeras

Caso de Estudio:

Carpa Modular Multiusos para la UAM

Responsable: Mtra. María Teresa Bernal Arciniega

2.- Título del proyecto:

Optimización de materiales con base en la sustentabilidad e impacto ambiental en cubiertas reticulares de doble curvatura de bambú para zonas templadas.

Caso de estudio: Gridshell con Bambú.

Responsable: Mtra. Yolanda Neri Aceves

3.- Título del proyecto:

Modelos estructurales destructibles

Responsable: Mtra. Susana García Lory

4.- Título del proyecto:

Análisis de una tensoestructura ante las acciones accidentales de sismo y viento en la Ciudad de México

Responsable: Mtra. María Teresa Bernal Arciniega

Tipo de Investigación: **Investigación experimental**

Responsable

Nombre: **Mtra. Yolanda Neri Aceves**

Número económico: **26562**

Categoría y nivel: **Asociado "D"**

Firma:



Tipo de contratación: **Medio tiempo**

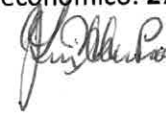
Participantes

Nombre: **DI Guillermo de Jesús Martínez Pérez**

Número económico: **27839**

Adscripción: **Asociado "D" Tiempo Completo**

Firma:



Tipo de participación: **Núcleo Básico**

Nombre: **DI. Aarón Illescas Serrano**

Número económico: **27317**

Categoría y nivel: **Técnico Académico Titular "D"**

Firma:



Tipo de participación: **Otros integrantes**

Nombre: **Dr. Luis Alfonso Peniche Camacho**

Número económico: **6972**

Categoría y nivel: **Titular "D"**

Firma:



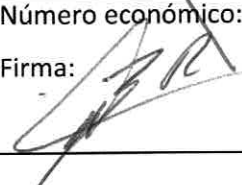
Tipo de participación: **Otros integrantes**

Nombre: **DI. Braulio Rodrigo Cárdenas Cansino**

Número económico: **39538**

Categoría y nivel: **Ayudante**

Firma:



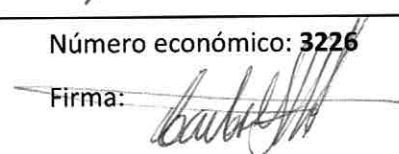
Tipo de participación: **Otros integrantes**

Nombre: **Mtro. Carlos García Malo Flores**

Número económico: **3226**

Categoría y nivel: **Titular "C"**

Firma:



Tipo de participación: **Colaboradores**

Antecedentes del proyecto

Concepto de cascaron reticular o grid Shell: se entenderá por grid Shell al sistema desarrollado geoméricamente por una curvatura gaussiana positiva generada por dos curvas, en la cual una sirve de generatriz y la otra como eje en la cual la generatriz se trasladara, para generar la forma. Es importante mencionar que las curvaturas pueden ser: arco de circunferencia, parábolas, elipses, catenarias, etc.

El primer ejemplo de gridshell se tuvo en el Multihalle de Mannheim diseñado por Frei Otto y terminado en 1975. En Italia se han realizado alrededor de ocho gridshell y la particularidad de la estructura de Selinunte está en que por primera vez se ha empleado madera de pino con nuevos sistemas de nodo.

En México generalmente trabajan por flexión utilizando materiales como el concreto, acero, madera de pino, se debe experimentar otros materiales que puedan trabajar por forma a esfuerzos axiales y que además de ser eficiente sean sustentables.

Sustentación del Tema

Nuestra propuesta de investigación pretende estudiar las cubiertas de malla reticular, evaluando la eficiencia del comportamiento mecánico, así como la factibilidad económica y funcionalidad estructural para un claro sin apoyos intermedios considerando como material de construcción el bambú.

Utilizaremos el bambú para ver su desempeño en la construcción observando las complicaciones o facilidades que éste tendría haciendo uso de tecnologías de prefabricación y materiales biodegradables.

Objetivos del Proyecto de Investigación, generales y específicos

Objetivos generales.

- Evaluar la eficiencia de los cascarones reticulares por forma.
- Evaluar la eficiencia del bambú, que claro nos permite librar este material.
- Evaluar la eficiencia económica del bambú.

Objetivos específicos.

- Evaluar mediante análisis estructural la eficiencia de las distintas curvas existentes, circunferencia, catenaria y parábola, cual es la más óptima para desarrollar este tipo de sistema.
- Desarrollar las conexiones para el bambú, se buscará desarrollar la más óptima y como sería la transmisión de cargas el subsuelo, esto significa el desarrollo de una cimentación o algún tipo de anclaje para que esta estructura se puede desmontar y llevar a otro lado.
- Evaluar la eficiencia económica mediante la comparación de una estructura de misma forma, una de bambú y otra de acero, para así observar cual es la más conveniente.
- Evaluar su desempeño en la construcción mediante la comparación de una estructura de acero y la de bambú, cuales son los tiempos en los que se ejecutarían ambas.

Metas

Para poder evaluar y comparar se desarrollará un pabellón para exposiciones temporales para la unidad de la UAM Azcapotzalco. Se desarrollará un proyecto arquitectónico el cual solo implica la cubierta. Generación de modelo 3D. Realización de maquetas de estudio. Realización de prototipo. Publicaciones de los resultados.

Métodos de investigación

Diseño arquitectónico de cubierta Gridshell (forma). Evaluación de la forma con distintas curvas. Modelado estructural. Diseño y análisis estructural (conexiones y anclajes). Pruebas mecánicas del bambú. Desarrollo de la cubierta a escala prueba. Desarrollo de modelo. Apoyo al programa de servicio social.

Plan de trabajo

Actividades	Fecha	Trimestre
Obtención del bambú	Marzo 2018	18-I
Diseño arquitectónico de cubierta Gridshell (forma)	abril 2018	18-I
Evaluación de la forma con distintas curvas	mayo 2018	18-P
Modelado estructural	Junio 2018	18-P
Diseño y análisis estructural (conexiones y anclajes)	Julio 2018	18-P
Desarrollo de anclajes	Agosto 2018	18-P
Desarrollo de la cubierta a escala prueba 1	Octubre 2018	18-O
Desarrollo de la cubierta a escala prueba 2	Febrero 2019	19-I
Desarrollo de la cubierta a escala prueba 3	Junio 2019	19-P
Pruebas mecánicas al bambú	Junio 2019	
Desarrollo de modelo escala 1:1	Junio 2020	20-P
Conclusión de resultados	Junio 2020	
Apoyo al programa de servicio social	Todo el tiempo	

Recursos académicos, materiales, económicos y humanos

Materiales:

40 piezas de bambú oldhamii de 3" de diámetro.

Diversos tipos de sierras para corte.

Sacabocados de diversas pulgadas para realizar las conexiones.

Pernos de diversas dimensiones.

Económicos:

El financiamiento para la elaboración de prototipos será solicitado Fondos solicitados al Grupo de Investigación

"Laboratorio de Estructuras Ligeras" \$24,000.00 para la compra de bambú para pruebas mecánicas.

Recursos Humanos:

Descrito en participantes, así como apoyo de los miembros del grupo de investigación, y alumnos de servicio social en las diferentes etapas del proyecto.

Organismo solicitante: Universidad Autónoma Metropolitana

Productos de Investigación

- 1.- Prototipos a escala.
- 2.- Prototipo escala 1 a 1.
- 3.- Memoria proceso del diseño del proyecto arquitectónico.
- 4.- Memoria y proceso del diseño y análisis estructural.
- 5.- Manual del proceso de diseño y constructivo.

Fuentes bibliográficas, hemerográficas y electrónicas

- 1.- Sigrid Adriaenssens, Philippe Block, Diededrik Veenendaal, Chris Williams, ShellStructures for Architecture: FormFinding an Optimization, Routledge, NY 2014.
- 2.- Koos F. (2016), Optimization Form and Grid Gridshell, abril 13, 2016, de University of Technology. Sitio web: <https://www.tue.nl/en/university/departments/built-environment/research/research-programs/structural-design/education/final-thesis/projects/isd/optimization-form-and-grid-gridshell/>
- 3.- Cabrinha M. Kudless A., Shook D. (2012), SG 2012 GRIDSHELL, marzo 14, 2016, de MATSYS. Sitio web: <http://matsysdesign.com/2012/04/13/sg2012-gridshell/>
- 4.- MANNHEIM MULTIHALLE (2016), Evolution of German Shells, marzo 2014, de Princeton, University. Sitio web: <http://shells.princeton.edu/Mann1.html>

Modalidades de difusión

- Artículos de divulgación.
- Material didáctico.
- Prototipos
- Modelo 1:1
- Exposición.

2.4 Registro de proyecto de investigación

2.4.1 Recomendación razonada del responsable del grupo.

Recomendación Razonada

Título del Proyecto:

Caso: Modelos Destructibles

La Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco adecuo sus programas de estudio en la Licenciatura de Arquitectura, durante este proceso se llevó a cabo un análisis en las líneas de Sistemas Constructivos y Estructurales, así como en la de Estructuras. Esto implicó la reducción de contenidos temáticos, y por consecuencia el impacto de la falta de conocimientos por parte del alumno, situación que abre la posibilidad del desarrollo de proyectos de investigación que fortalezcan esta falta de conocimientos básicos en el comportamiento de las estructuras.

El Proyecto de Investigación Modelos Destructibles permite diseñar apoyos didácticos que le permitan al alumno a través de una experiencia lúdica, analizar y comprender el comportamiento de diversas estructuras, ante eventos naturales como los sismos, el comportamiento y las deformaciones de sus elementos estructurales ante estos eventos, incluyendo modelos matemáticos correspondientes a estos comportamientos en las estructuras, así como la propuesta de materiales de construcción en el desarrollo de los modelos de cubiertas ligeras propuestos.

Se realizarán modelos físicos a escala con materiales diversos, con la finalidad de someterlos a condiciones de carga y poder observar y comprobar hipótesis mediante métodos matemáticos.

El Laboratorio de Cubiertas Ligeras busca fortalecer y complementar a través de la experimentación la adecuación a los programas de estudio en las líneas de Sistemas Constructivos y Estructuras, aplicando y demostrando principios de resistencia de materiales ligeros en México.

Atentamente

“Casa abierta al tiempo”



Mtra. María Teresa Bernal Arciniega

Responsable del Grupo de investigación Estructuras Ligeras.



Casa abierta al tiempo

Universidad Autónoma Metropolitana

Azcapotzalco



Ciencias y Artes para el Diseño

FORMATO PARA REGISTRO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Fecha de inicio **15 de enero de 2018** Fecha de conclusión **15 de enero de 2020**

Título del proyecto: **Modelos estructurales destructibles**

Departamento al que pertenece: **Procesos y Técnicas de Realización**

Área o Grupo en el que se inscribe: **Laboratorio de Estructuras Ligeras**

Programa de Investigación, N° de registro y cómo enriquece a éste
Sistemas Estructurales de Cubiertas Ligeras, en proceso de registro.

Este proyecto tiene vinculación con el objeto de estudio y con los objetivos generales del grupo y del programa de investigación, a través de desarrollar investigación en sistemas constructivos para generar nuevas perspectivas de solución como apoyo en la formación académica, demostrando principios de resistencia de materiales, a través del manejo de técnicas para el manejo de técnicas para la construcción de modelos estructurales experimentales en el campo de las estructuras, promoviendo el conocimiento y la práctica de los sistemas estructurales mediante un análisis estructural, así como el desarrollo de modelos físicos a escala con diversos materiales y la realización de pruebas de laboratorio a los modelos.

Proyectos que conforman al programa

1.- Título del proyecto:

Diseño de Cubiertas Ligeras

Caso de Estudio:

Carpa Modular Multiusos para la UAM

Responsable: Mtra. María Teresa Bernal Arciniega

2.- Título del proyecto:

Optimización de materiales con base en la sustentabilidad e impacto ambiental en cubiertas reticulares de doble curvatura de bambú para zonas templadas.

Caso de estudio: Gridshell con Bambú.

Responsable: Mtra. Yolanda Neri Aceves

3.- Título del proyecto:

Modelos estructurales destructibles

Responsable: Mtra. Susana García Lory

4.- Título del proyecto:

Análisis de una tensoestructura ante las acciones accidentales de sismo y viento en la Ciudad de México

Responsable: Mtra. María Teresa Bernal Arciniega

Tipo de Investigación: **Investigación experimental aplicada**

Responsable

Nombre: **Mtra. Susana García Lory**

Categoría y nivel: **Asociado "A"**

Tipo de contratación: **Tiempo Completo**

Número económico: **31738**

Firma:



Participantes

Nombre: **Mtra. María Teresa Bernal Arciniega**

Adscripción: **Titular "C"**

Número económica: **19404**

Firma:



Antecedentes del proyecto

En el presente existe en las universidades una tendencia reduccionista de tiempo, que conlleva a reducir los contenidos temáticos y por lo tanto el conocimiento del alumno, quien queda desprovisto de la comprensión mínima indispensable para la correcta conceptualización del funcionamiento tanto de los elementos estructurales por separado, como de la estructura en su conjunto. Es aquí donde surge la necesidad en la licenciatura en Arquitectura de diseñar apoyos didácticos que le permitan al alumno una experiencia lúdica, donde se complemente el cálculo estructural con la observación e interacción directa.

Sustentación del Tema

La asignatura de estructuras es considerada por los alumnos de arquitectura como compleja, ya que para su estudio incorpora dos de las ciencias básicas; la física y las matemáticas, en la primera se requiere del desarrollo de habilidades de abstracción y solución de problemas, plantear y comprobar hipótesis, en la segunda, se requiere de la solución de operaciones lógicas, aritméticas, de algebra, trigonometría, calculo diferencial e integral que el alumno en muchos casos no ha entendido aún.

En la actualidad las teorías de aprendizaje, particularmente en las cognitivas, están jerarquizados el aprendizaje significativo y el aprendizaje por descubrimiento.

Objetivos del Proyecto de Investigación, generales y específicos

Objetivos generales.

- Vinculación de profesores y alumnos con el laboratorio d estructuras ligeras.
- Que el alumno sea capaz de entender el comportamiento de diversas estructuras y cargas, por medio de la exploración, creando así un puente entre el contenido y el aprendizaje por medio del descubrimiento, que le ayude a analizar y resolver problemas por medio de la investigación, elevando así su curiosidad y sus estructuras cognitivas fundamentales para su formación.

Objetivos específicos.

1. Identificar a simple vista los elementos de carga y los elementos de refuerzo que se diferenciaran con colores.
2. Al cargar la estructura, observar el comportamiento de esta y las deformaciones de sus elementos estructurales y de refuerzo.

3. Se podrá jugar con las cargas y los elementos de carga y de refuerzo para mejorar el comportamiento de la estructura llevándola a un equilibrio estable.
4. La estructura podrá ser cargada hasta llevarla a la falla para observar cuanto resiste, como falla y como se afectan dichos elementos estructurales.
5. Comprobar lo observado con el modelo matemático respectivo.
6. Prueba de modelos en mesa vibratoria para observar comportamiento antisísmico.

Metas

Proponer novedosas estrategias de enseñanza-aprendizaje que le ayuden al alumno a entender primero, el comportamiento de las estructuras apoyados en fundamentos teóricos y posteriormente se comprueben a través de métodos matemáticos y viceversa.

Métodos de investigación

El método de investigación científica propuesta es el experimental:

Experimentación planificada

1. Los modelos que se realizarán estarán previamente propuestos por los responsables y participantes del proyecto de Investigación, en función de las necesidades de las UEAs de las líneas curriculares: de estructuras y sistemas constructivos y estructurales.
2. Se realizarán las prácticas en función de los modelos propuestos.
3. En este proceso, será necesario construir varios modelos físicos a escala con diferentes materiales, con la finalidad de someterlos a condiciones de cargas y poder refutar o avalar las posibles hipótesis.
4. Posteriormente se corroboraran las hipótesis mediante métodos matemáticos.

Plan de trabajo

Actividades	Fecha	Trimestre
Elaboración de encuesta sobre los modelos en base a las necesidades de los planes y programas de estudio de las líneas curriculares de estructuras y sistemas constructivos y estructurales.	enero/2018	18-I
Análisis e interpretación de datos. Identificación de modelos.	Mayo/2018	18-P
Elección y elaboración de 1 práctica por UEA en función de los modelos propuestos. (8 prácticas).	junio/2018	18-P
Revisión y evaluación por parte de los docentes de las prácticas.	junio/2018	18-P
Prueba piloto de las prácticas, con docentes y alumnos.	Septiembre/2018	18-O
Documentación de resultados.	enero/2019	19-I
Apoyo al programa de servicio social divisional.	enero/2020	20/I

Recursos académicos, materiales, económicos y humanos

Materiales:

Papel batería

Cartón gris

Madera balsa

Pasta

Perfiles de aluminio a escala

Adhesivos

Instrumentos de corte

Tablas de corte

Instrumentos de precisión

Ligas.

Bastidores de madera.

Económicos:

El financiamiento para la elaboración de prototipos será solicitado al Grupo de Investigación "Laboratorio de Estructuras Ligeras" \$8,000.00 para compra de materiales y equipo.

Humanos:

Descrito en participantes, así como apoyo de los miembros del grupo de investigación, y alumnos de servicio social en las diferentes etapas del proyecto.

Organismo solicitante: **Interno**

Productos de Investigación

1. 8 Prácticas de laboratorio.
2. Elaboración de modelos estructurales a escala.
3. Elaboración de reportes parciales y final.

Fuentes bibliográficas, hemerográficas y electrónicas

- Bruner, J. (1987) La importancia de la educación. Buenos Aires, Paidós, (Primera edición en inglés, 1970) Cap. 4; "Algunos elementos acerca del descubrimiento".
- Coll, C. (1990). Significado y sentido en el aprendizaje escolar. Reflexiones en torno al concepto de aprendizaje significativo. Barcelona. Editorial Paidós Educador.
- Engel, O. (1970). Sistemas Estructurales. España. Editorial Blume.
- Engel, H. & Gerd, H. (2001). Sistemas de Estructuras. Barcelona. Editorial Gustavo Gili.
- García Malo, C. (2008). Propuesta de Laboratorio de Modelos Estructurales para la mediación de los conceptos básicos de la asignatura de estructuras de madera y acero de la licenciatura en arquitectura en la Universidad La Salle. Tesis de Maestría. México. Universidad La Salle.
- Jiménez, F. (1989). V Modelos Didácticos para la Innovación Educativa. (1ª ed.) Barcelona. Editorial Promociones y Publicaciones Universitarias S.A.
- Meli, R. (2001). Diseño Estructural. (2ª ed.). México. Editorial Limusa.
- Morales, V.M. (1999) Análisis sísmico de modelos a escala haciendo uso de métodos aproximados, un programa de computo y una mesa vibradora. Tesis de Maestría. México. Universidad La Salle.
- Moreno, C.H. (2003). Laboratorio de Modelos Estructurales: Un proyecto didáctico para las licenciaturas en Arquitectura, Ingeniería Civil y Diseño Industrial. México. Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco
- Pérez Alama, V. (2008) Diseño y cálculo de estructuras de concreto. México, Editorial Trillas.
- Pérez Alama, V. (2004). Materiales y procedimientos de construcción. México, Editorial Trillas.
- Pérez Alama, V. (2008). El concreto armado en las estructuras: teoría elástica. México, Editorial Trillas.
- Bertolin Gil, D. (2017) Soldadura con electrodos revestidos de estructuras de acero carbono inoxidable y otros materiales. México, Editorial: Alfaomega/Marcombo.

Modalidades de difusión

1. Artículos de divulgación.
2. Material didáctico.
3. Prototipos
4. Participación en eventos especializados
5. Manual de prácticas de laboratorio.

2.4 Registro de proyecto de investigación

2.4.1 Recomendación razonada del responsable del grupo.

Recomendación Razonada


Título del Proyecto: Análisis de una tensoestructura ante las acciones accidentales de sismo y viento en la Ciudad de México

Una de las funciones sustantivas de la universidad se encuentra en la investigación, la cual busca a través de este proyecto, el análisis de las tensoestructuras ante las acciones accidentales de sismo y viento en la Ciudad De México, generando productos que contribuyan a la formación integral de los alumnos, así como la formación de un grupo de investigación multidisciplinar que integre las diversas especialidades de diseño necesarias para la investigación y desarrollo de los proyectos con base en el manejo de técnicas para la construcción de modelos estructurales experimentales, estos modelos ayudaran a la propuesta de materiales de construcción ligeros, considerando aspectos de sismo y viento en la Ciudad de México, situación que promoverá nuevos diseños arquitectónicos y estructurales acordes a condiciones climáticas adversas, fundamentados en el reglamento de construcción, buscando generar el comportamiento y conocimiento básico de las tensoestructuras ante sismo y viento.

Así como el desarrollo así como la promoción de diversas alternativas estructurales con base a la elaboración de modelos de estudio, que nos permitan establecer convenios con instituciones públicas y privadas , cuyo campo de investigación tenga vinculación directa con proyectos en el campo de las estructuras ligeras.

Atentamente

"Casa abierta al tiempo"



Mtra. María Teresa Bernal Arciniega

Responsable del Grupo de investigación Estructuras Ligeras.

FORMATO PARA REGISTRO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Fecha de inicio: 15 ENERO 2018 Fecha de conclusión: 15 ENERO 2020

Título del proyecto: "Análisis de una tensoestructura ante las acciones accidentales de sismo y viento en la Ciudad de México"

Departamento al que pertenece: **Procesos y Técnicas de Realización**Área o Grupo en el que se inscribe: **Laboratorio de Estructuras Ligeras**Programa de Investigación: **Sistemas Estructurales de Cubiertas Ligeras.**

Programa de Investigación, N° de registro y cómo enriquece a éste
Sistemas Estructurales de Cubiertas Ligeras, en proceso de registro.

El campo de las simulaciones físicas para el análisis de acciones accidentales muchas veces se encuentra limitado al campo de la ingeniería, sin embargo la participación de la Arquitectura es fundamental formal y estructuralmente hablando, hoy en día los diseños arquitectónicos son más osados y obedecen a condiciones climáticas más adversas, por ello la incursión de las diferentes propuestas estructurales en las edificaciones altas van desde la construcción compuesta, hasta el uso de estructuras ligeras en sus diferentes espacios. Con los recientes eventos en nuestro país, en el mundo y específicamente en la Ciudad de México, es demandante llevar un estudio minucioso sobre dichas estructuras, en este caso las consideradas ligeras, que por su magnitud se encuentran ya participando en las construcciones altas y sometidas a las acciones accidentales que se manifiestan con mayor frecuencia e intensidad en la zona metropolitana (sismo y viento) aunado a ello hay que enfatizar que en el RCDF, no se les considera como debiera, su cálculo y concepción aunque no es intuitivo todavía no es normado como podría serlo, la presente investigación busca generar el conocimiento básico del comportamiento de las tensoestructuras ante el sismo y viento para futuras intervenciones en las edificaciones altas en la Ciudad de México.

Proyectos que conforman al programa

1.- Título del proyecto:

Diseño de Cubiertas Ligeras

Caso de Estudio:

Carpa Modular Multiusos para la UAM**Responsable: Mtra. María Teresa Bernal Arciniega**

2.- Título del proyecto:

Optimización de materiales con base en la sustentabilidad e impacto ambiental en cubiertas reticulares de doble curvatura de bambú para zonas templadas.**Caso de estudio: Gridshell con Bambú.****Responsable: Mtra. Yolanda Neri Aceves**

3.- Título del proyecto:

Modelos estructurales destructibles**Responsable: Mtra. Susana García Lory**

4.- Título del proyecto:

Análisis de una tensoestructura ante las acciones accidentales de sismo y viento en la Ciudad de México**Responsable: Mtra. María Teresa Bernal Arciniega**

Tipo de Investigación: **Investigación experimental y aplicada.**

Responsable

Nombre: **Mtra. María Teresa Bernal Arciniega**

Número económico: **19404**

Categoría y nivel: **Titular C**

Firma:

Tipo de contratación: **Tiempo Completo**



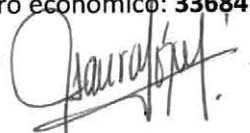
Participantes

Nombre: **Mtra. Isaura López Vivero**

Número económico: **33684**

Adscripción: **Titular Temporal**

Firma:



Tipo de participación: **Otro integrante**

Nombre: **Mtro. Ernesto Noriega Estrada**

Número económico: **22064**

Categoría y nivel: **Titular C**

Firma:



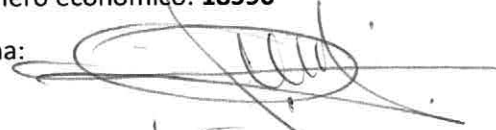
Tipo de participación: **Colaborador**

Nombre: **Mtro. Juan Carlos Pedraza Vidal**

Número económico: **18590**

Categoría y nivel: **Titular C**

Firma:



Tipo de participación: **Colaborador**

Nombre: **Mtro. Francisco Javier Gutierrez R.**

Número económico: **16054**

Categoría y nivel: **Titular C**

Firma:



Antecedentes del proyecto

El planteamiento inicial de la investigación responde al uso repetido de tenso estructuras en edificios altos, no sólo en la Ciudad de México, sino a lo largo del mundo, sabemos que se usaron como construcciones emblemáticas en varios juegos Olímpicos, muestra de gran creatividad de diversos arquitectos como Kenzo Tange en 1964, Félix Candela en México en 1968, Günther Behnisch y Frei Otto en 1972, Santiago Calatrava en 2004, entre otros.

Una costumbre en la práctica profesional es diseñar este tipo de estructuras únicamente tomando en cuenta su peso propio, tal y como se hace en Arquitectura, cuidando únicamente las recomendaciones del fabricante para el material empleado, que por lo general es importado y cuyas propiedades estructurales son avaladas por las empresas vendedoras en sus fichas técnicas. En pocas ocasiones, se realiza un cálculo estático de las cargas de viento, pero no se considera al sismo con una gran magnitud y mucho menos un análisis dinámico para ambas acciones accidentales.

Y que su uso se ha incrementado por su libre diseño, ligereza y recuperación de material, convirtiéndose en una alternativa permanente para múltiples construcciones, y aunque las tensoestructuras no son consideradas en muchos casos como riesgosas al momento de producirse movimientos sísmicos o de viento, el proliferante uso de las mismas para eventos de cada vez mayor magnitud, ha hecho que el dimensionamiento, se incremente y con ello, el cambio en el análisis ante las acciones accidentales a las que pueden estar sometidos en diferentes ámbitos.

Sustentación del Tema

Con el presente trabajo se pretende llevar a cabo un estudio de las deformaciones, ocasionadas por los empujes horizontales que generan las acciones accidentales como el sismo y el viento sobre las tensoestructuras, con un enfoque arquitectónico utilizando los recursos del laboratorio de Estructuras Ligeras, laboratorio de Arquitectura Bioclimática y el laboratorio de Materiales para la mejor comprensión del tema.

Objetivos del Proyecto de Investigación, generales y específicos

Objetivo General: Analizar el comportamiento de una tensoestructura en el túnel de viento, laboratorio de estructuras ligeras y laboratorio de materiales de la UAM-A, para comprender los esfuerzos a los que es sometida y prevenir posibles causas de sobreesfuerzo y colapso por efecto de las acciones accidentales como sismo y viento.

Objetivos Específicos:

1. Identificar las condiciones de trabajo a las que se somete una tensoestructura al estar sobre la influencia de las acciones de sismo y viento en la Ciudad de México.
2. Diferenciar el comportamiento de una tensoestructura por ubicación geográfica en las diferentes zonas sísmicas en la Ciudad de México.
3. Proponer una metodología de trabajo para simular en una tensoestructura la presencia de acciones accidentales de sismo y viento características de la Ciudad de México.

Metas

1. Establecer una relación de trabajo multidisciplinar, así como protocolización de pruebas entre los diferentes laboratorios que intervienen en la investigación.
2. Sentar las bases para llevar a cabo análisis de las acciones accidentales en las tensoestructuras a fin de obtener resultados válidos susceptibles de discutirse y publicarse en órganos afines al tema.
3. Obtener un documento con la propuesta innovadora de la consideración de las tensoestructuras como susceptibles de considerarse en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal en las acciones de sismo y viento.

Métodos de investigación

1. Observación de campo y documental lo cual permitirá la compilación, disertación y análisis de información para la evaluación de las condiciones y variantes que dan origen al problema.
2. Propuesta y realización de ejercicios en la construcción de modelos físicos a escala con diferentes materiales, con la finalidad de someterlos a condiciones de simulación y poder refutar o avalar las posibles hipótesis.
3. Los experimentos con modelos físicos que se deban construir y llevar a los diferentes laboratorios, serán analizados por tiempos de ejecución, disposición de los laboratorios y de prueba, así como por costos y factibilidad constructiva.
4. Comunicación de resultados.

Plan de trabajo

Actividades	Fecha	Trimestre
Generación de estado del arte	enero/2018	18-I
Estudio de Casos Análogos	mayo/2018	18-I
Propuestas conceptuales	junio/2018	18-I
Diseño y trazos geométricos básicos y por computadora	julio/2018	18-P
Modelado estructural	septiembre/2018	18-P
Diseño y análisis estructural (conexiones y anclajes)	septiembre/2018	18-P
Desarrollo de modelo a escala (prototipo 1)	octubre/2018	18-O
Desarrollo de modelo a escala (prototipo 2)	noviembre/2018	18-O
Desarrollo de modelo a escala (prototipo 3)	enero/2019	19-I
Propuestas de sistemas constructivos	febrero/2019	19-I
Desarrollo del prototipo escala 1:1	marzo/2019	19-I
Colocación y análisis de prototipo	mayo/2019	19-P
Evaluación económica	junio/2019	19-P
Desarrollo del manual de construcción	julio/2019	19-P
Conclusión de resultados	septiembre/2019	20-I
Apoyo al programa de servicio social	2018-2020	

Recursos académicos, materiales, económicos y humanos

Materiales:

Fondos solicitados al laboratorio de cubiertas ligeras.

Lona de PVC con membrana interior.

Perfiles de acero, aluminio y barras de acrílico; para la realización de modelos a escala.

Lycra para modelos a escala.

Perfiles de acero para escala real

Económicos:

El financiamiento para la elaboración de prototipos será solicitado Fondos solicitados al Grupo de Investigación "Laboratorio de Estructuras Ligeras"

Recursos Humanos:

Descrito en participantes, así como apoyo de los miembros del grupo de investigación, y alumnos de servicio social en las diferentes etapas del proyecto.

Organismo solicitante

Productos de Investigación

- 1.- Prototipos a escala.
- 2.- Prototipo escala 1 a 1.
- 3.- Memoria proceso del diseño del proyecto arquitectónico.
- 4.- Memoria y proceso del diseño y análisis estructural.
- 5.- Manual del proceso de diseño y constructivo.

Fuentes bibliográficas, hemerográficas y electrónicas

1. Huntington C.G.(2003) "The Tensioned Fabric Roof", ASCE Press, ISBN 078-44-0428-3.
2. Buchholdt H.A. (1999). "An introduction to cable roof structures", Thomas Telford.
3. Krishna P., (1978) "Cable Suspended Roofs" Mc Graw Hill ISBN 0-07-033504-5
4. Brogthon P. y Ndumbaro P., (1994) "The analysis of cable and Catenary Structures. Thomas Telford, ISBN 0-7277-2008-2
5. Lewis W.J., (2003) "Tension structures, form and behavior" Thomas Telford, ISBN 0-17277-32-36-6
6. Burton J. y Gosling P., (2004) "Wind loading pressure coefficients on a conic shaped fabric roof, Experimental an Computational methods." IASS 2004, Shell Spatial Structures from Model to realization, Montpellier, Francia.
7. Bames M., "Form and stress modeling of wide span tension structures", The University of Beth.
8. Olivera M.P. y Brasil R., (2003). "Design and analysis of tensión structures using general purpose finite element program", Textile composite and Inflatable Structures, Oñate y Kroplin (Eds.), CIMNE, Barcelona.
9. Canavesco O. y Natalini M. "Acciones locales del viento sobre un estadio con cubierta Textil", Universidad del Nordeste, Argentina.
10. Gunnar T. (1999) "Numerical Analysis of cable Roof Structures", Royal Institute of Technology, SE 10044 Stockholm.
11. <http://www.arquigrafico.com/como-construir-edificaciones-resistentes-terremotos>
12. <http://www.arquba.com/curso-construccion-sismo-resistente-cana-bambu/construccion-viviendas-sismos/>
13. <http://uniof.wordpress.com/2012/02/21/contra-los-terremotos-buenos-son-los-edificios-invisibles/>
14. <http://www.jmarcano.com/riesgos/informa/medirsismo.html>
15. http://www.cajaprevisionmza.com.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=216:ingenieros-chilenos-exportan-tecnologias-antisismicas&catid=1:ultimas-noticias&Itemid=100103
16. <http://www.slideshare.net/alaide/arquitectura-sismica>
17. http://biblioteca.espe.edu.ec/upload/Fallas_Frecuentes.pdf

Modalidades de difusión

Artículos de divulgación.
Material didáctico.
Prototipos
Modelo 1:1
Exposición

PLAN DE TRABAJO PROYECTO DE INVESTIGACIÓN “Análisis de una tensoestructura ante las acciones accidentales de sismo y viento en la Ciudad de México”

ACTIVIDADES	18-I	18-P	18-O	NOTAS	19-I	19-P	19-O	OBSERVACIONES
Generación de estado del arte				Investigación por medios impresos y electrónicos de documentos afines al tema de investigación.				Bibliografía de apoyo: RCDF (2016) y sus NTC para diseño por sismo y viento. Artículos de divulgación de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural y demás relacionadas.
Estudio de Casos Análogos				Investigación por medios impresos y electrónicos de documentos afines al tema de investigación.				Bibliografía de apoyo: Falla local debida a la acción del viento de una cubierta (SMIE), http://www.velarlahyparch.com/las-velarias-y-su-comportamiento-sismico/ Análisis dinámico de las tenso estructuras : propuesta de metodología de cálculo y software aplicado. (UPC) y demás relacionadas.
Propuestas conceptuales				Análisis de los documentos revisados y elaboración de matriz de relaciones para identificar constantes y faltantes y hacer propuestas formales de acuerdo a los resultados obtenidos.				Bibliografía de apoyo: Procedimiento simplificado de diseño eólico de tenso estructuras (SMIE), https://civilgeeks.com/2014/09/04/guia-basica-de-diseño-de-tensoestructuras/ http://www.arqtex.cl/diseño-de-tensoestructuras/
Diseño y trazos geométricos básicos y por computadora				De las propuestas conceptuales partir para la elaboración de trazo con software como formfinder para la tensoestructura a analizar.				Bibliografía de apoyo: https://www.dlubal.com/es/soluciones/sectores/software-de-analisis-y-dimensionado-para-estructuras-de-membranas-tensadas https://laotracedra.wordpress.com/2016/07/02/formfinder-01-software-para-el-diseño-de-velarias/
				Estudio de las condiciones estructurales del				Bibliografía de apoyo: http://documentos.arq.com.mx/Details/109839.html Tutoriales varios de YouTube

PLAN DE TRABAJO PROYECTO DE INVESTIGACIÓN “Análisis de una tensoestructura ante las acciones accidentales de sismo y viento en la Ciudad de México”

<p>Modelado estructural</p>		<p>modelo mediante túneles Virtuales de Viento, y de software para el Estudio del Form-Finding y Análisis No Lineal mediante Elementos Finitos de las Membranas como el ixForten 4000.</p>			<p>Capacitación por parte de los miembros del laboratorio para manejo de software.</p>
<p>Diseño y análisis estructural (conexiones y anclajes)</p>		<p>Estudio de las condiciones estructurales del modelo mediante túneles Virtuales de Viento, y de software para el Estudio del Form-Finding y Análisis No Lineal mediante Elementos Finitos de las Membranas como el ixForten 4000.</p>			<p>Bibliografía de apoyo: http://documentos.arg.com.mx/Detalles/109839.html Tutoriales varios de YouTube Capacitación por parte de los miembros del laboratorio para manejo de software.</p>
<p>Desarrollo de modelo a escala (prototipo 1)</p>		<p>Apoyo de alumnos de Servicio Social dirigidos por participantes del proyecto. Simulaciones en los Laboratorios de Estructuras Ligeras, Arquitectura Bioclimática y Materiales.</p>			<p>Financiamiento del Laboratorio de Estructuras ligeras para la elaboración de prototipos y solvencia de gastos de los alumnos de servicio social.</p>

PLAN DE TRABAJO PROYECTO DE INVESTIGACIÓN “Análisis de una tensoestructura ante las acciones accidentales de sismo y viento en la Ciudad de México”

<p>Desarrollo de modelo a escala (prototipo 2)</p>				<p>Apoyo de alumnos de Servicio Social dirigidos por participantes del proyecto. Simulaciones en los Laboratorios de Estructuras Ligeras, Arquitectura Bioclimática y Materiales.</p>				<p>Financiamiento del Laboratorio de Estructuras ligeras para la elaboración de prototipos y solvencia de gastos de los alumnos de servicio social.</p>
<p>Desarrollo de modelo a escala (prototipo 3)</p>				<p>Apoyo de alumnos de Servicio Social dirigidos por participantes del proyecto. Definición de pruebas y simulaciones en los Laboratorios de Estructuras Ligeras, Arquitectura Bioclimática y Materiales.</p>				<p>Financiamiento del Laboratorio de Estructuras ligeras para la elaboración de prototipos y solvencia de gastos de los alumnos de servicio social. Participación en Congresos para divulgación de metodología y avances obtenidos.</p>
<p>Propuestas de sistemas constructivos</p>				<p>Apoyo de alumnos de Servicio Social dirigidos por participantes del proyecto. Definición de pruebas y simulaciones en los Laboratorios de Estructuras Ligeras, Arquitectura Bioclimática y Materiales.</p>				<p>Financiamiento del Laboratorio de Estructuras ligeras para la elaboración de prototipos y solvencia de gastos de los alumnos de servicio social. Programación con el Laboratorio de Arquitectura Bioclimática para la elaboración de simulaciones de viento en los prototipos obtenidos, así como en el Laboratorio de Materiales para condiciones de sismo.</p>
				<p>Apoyo de alumnos de Servicio Social dirigidos</p>				

PLAN DE TRABAJO PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "Análisis de una tensoestructura ante las acciones accidentales de sismo y viento en la Ciudad de México"

<p>Desarrollo del prototipo escala 1:1</p>			<p>por participantes del proyecto. Definición de pruebas y simulaciones en los Laboratorios de Estructuras Ligeras, Arquitectura Bioclimática y Materiales.</p>			<p>Financiamiento del Laboratorio de Estructuras ligeras para la elaboración de prototipos y solvencia de gastos de los alumnos de servicio social. Programación con el Laboratorio de Arquitectura Bioclimática para la elaboración de simulaciones de viento en los prototipos obtenidos, así como en el Laboratorio de Materiales para condiciones de sismo.</p>
<p>Colocación y análisis de prototipo</p>			<p>Simulaciones en los diferentes Laboratorios con guías y/o cuadernillos que identifiquen los datos que se pretenden obtener de estos ejercicios.</p>			<p>Análisis en relación al RCDF y las NTC de sismo y viento. Tomando en cuenta resultados obtenidos para: Viento: Vórtices, empujes, succiones, velocidad de viento regional, elementos adosados a fachada, efecto paraguas, ráfagas y demás aplicables. Sismo: Fuerza cortante, factor Q, coeficiente sísmico y demás aplicables.</p>
<p>Evaluación económica</p>			<p>Análisis económico de las diferentes etapas del proyecto y la viabilidad de construcción del prototipo.</p>			
<p>Desarrollo del manual de construcción</p>			<p>Captura de todos los datos obtenidos en un formato de susceptible de publicación con apoyo del Comité Editorial de la División para evaluar la factibilidad del mismo.</p>			

PLAN DE TRABAJO PROYECTO DE INVESTIGACIÓN “Análisis de una tensoestructura ante las acciones accidentales de sismo y viento en la Ciudad de México”

Conclusión de resultado										
Apoyo al programa de servicio social					Elaboración de reporte final de proyecto de investigación					
										Se busca que la participación de alumnos de servicio social sea un apoyo permanente bidireccional tanto al alumnado como al Laboratorio de Estructuras Ligeras, sentando las bases no sólo con este proyecto sino con posteriores.