



CONVENIO DE CONCERTACIÓN DE ACCIONES, QUE CELEBRAN EL EJECUTIVO FEDERAL, POR CONDUCTO DE LA SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN, A TRAVÉS DEL CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES, A QUIEN EN LO SUCESIVO SE DENOMINARÁ “EL CENAPRED”, REPRESENTADO POR SU DIRECTOR GENERAL, EL DR. CARLOS MIGUEL VALDÉS GONZÁLEZ Y, POR LA OTRA PARTE, BAMBUTERRA, SOCIEDAD ANÓNIMA PROMOTORA DE INVERSIÓN DE CAPITAL VARIABLE, A QUIEN EN LO SUCESIVO SE DENOMINARÁ, “BAMBUTERRA S.A.P.I. DE C.V.”, REPRESENTADA EN ESTE ACTO POR LA ARQ. LUISA FERNANDA CORREA GIRALDO, EN SU CARÁCTER DE CONSEJERA, A QUIENES ACTUANDO CONJUNTAMENTE SE LES DENOMINARÁ COMO “LAS PARTES”, AL TENOR DE LOS ANTECEDENTES, DECLARACIONES Y CLÁUSULAS SIGUIENTES:

ANTECEDENTES

La Ley de Planeación establece en sus artículos 37 y 38 que el Ejecutivo Federal, por sí o a través de sus dependencias, podrá concertar la realización de las acciones previstas en el Plan Nacional de Desarrollo (**PND 2013-2018**) y los Programas que de éste deriven, lo cual será objeto de contratos o convenios de cumplimiento obligatorio para las partes que lo celebren.

El **PND 2013-2018**, en su Meta Nacional I. México en Paz, punto I.1. Diagnóstico, prescribe que las condiciones de sismicidad en gran parte del territorio nacional, el impacto de los fenómenos de origen natural o humano, los efectos del cambio climático, los asentamientos humanos en zonas de riesgo y el incorrecto ordenamiento territorial representan un riesgo que amenaza la integridad física, el bienestar, el desarrollo y el patrimonio de la población, así como los bienes públicos.

Asimismo, el **PND 2013-2018**, en su Objetivo 1.6., Estrategia 1.6.1. Política estratégica para la prevención de desastres, establece, entre otras líneas de acción las de *Impulsar la Gestión Integral del Riesgo como una política integral en los tres órdenes de gobierno, con la participación de los sectores privado y social y Promover el fortalecimiento de las normas existentes en materia de asentamientos humanos en zonas de riesgo, para prevenir la ocurrencia de daños tanto humanos como materiales evitables.*

El Programa Sectorial de Gobernación 2013-2018 (**PROGRAMA SECTORIAL**), establece en su Capítulo I, *Diagnóstico*, numeral 5 *Protección Civil*, que México, debido a factores relacionados con su situación geográfica, a su orografía, a la distribución y características de sus asentamientos humanos, es un país vulnerable ante los diversos fenómenos naturales a que está expuesto, mismos que ponen en riesgo a su población. Por lo anterior, como Objetivo 5 establece el *Coordinar el Sistema Nacional de Protección Civil para salvaguardar a la población, sus bienes y entorno ante fenómenos perturbadores*, señalando que la gestión de la Secretaría de Gobernación en materia de protección civil se basa en cinco grandes estrategias: prevención, coordinación institucional e internacional, desarrollo de una sociedad resiliente, fortalecimiento de instrumentos financieros y promoción de mejoras al marco jurídico.

El **PROGRAMA SECTORIAL** contempla en la Estrategia 5.3. *Contribuir al desarrollo de una sociedad resiliente ante los riesgos que representan los fenómenos naturales y antropogénicos*, entre otras, la Línea de Acción 5.3.1., que abarca lo relativo a *Promover la transversalización del enfoque de Gestión Integral de Riesgos en la política pública nacional e Impulsar alianzas*



estratégicas con gobiernos, iniciativa privada y organizaciones sociales para favorecer la planeación del desarrollo bajo la política de la Gestión Integral del Riesgo y la Línea de Acción 5.3.2., que establece la necesidad de Implementar programas a fin de contar con infraestructura nacional de mayor capacidad de resistencia ante fenómenos naturales, así como de Emitir recomendaciones basadas en estudios y análisis de estructuras que requieran de reforzamiento y Emitir recomendaciones en materia de desarrollo urbano y analizar su incorporación en los ordenamientos legales estatales.

Por otra parte, el Programa Nacional de Protección Civil 2014-2018 establece en su Objetivo 1. *Fomentar la acción preventiva en la Gestión Integral de Riesgos para disminuir los efectos de fenómenos naturales perturbadores*, y en su Objetivo 2, la Estrategia 2.2 *Desarrollar acciones que impulsen la participación social y sectorial en protección civil*, misma que contempla, entre otras, la Línea de Acción 2.2.3. *Promover la cultura de protección civil como parte de la responsabilidad social con los representantes del sector privado*; y en su Objetivo 5, la Estrategia 5.1 *Promover la investigación aplicada, la ciencia y la tecnología para la Gestión Integral de Riesgos* que a su vez, incorpora como Línea de Acción la 5.1.5. *Contribuir a la generación de una cultura de la innovación tecnológica de los distintos sectores del país.*

Adicionalmente, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, en adelante “**CONACYT**” emitió la convocatoria 2015 del *Programa de Estímulos a la Innovación, Desarrollo Tecnológico e Innovación*, en adelante “**PEI**”, el cual tiene por objetivo incentivar, a nivel nacional, la inversión de las empresas en actividades y proyectos relacionados con la investigación, desarrollo tecnológico e innovación, a través del otorgamiento de estímulos complementarios, de tal forma que estos apoyos tengan el mayor impacto posible sobre la competitividad de la economía nacional.

“**BAMBUTERRA S.A.P.I. DE C.V.**”, presentó al “**CONACYT**” la propuesta técnica para realizar el proyecto denominado “**DESARROLLO DEL PRODUCTO BAMBOOWALL- COMPONENTES MODULARES PREFABRICADOS CON BAMBÚ PARA MUROS ESTRUCTURALES - FASE II**”, con número 221418, mismo que fue seleccionado por el Comité Técnico del “**CONACYT**” para ser apoyado económicamente en el marco del “**PEI**”.

Con la finalidad de fortalecer a la Administración Pública Federal, en el ámbito de la investigación aplicada, la ciencia y la tecnología para la Gestión Integral de Riesgos y para contribuir al desarrollo tecnológico e innovación en el País, “**LAS PARTES**” manifiestan su interés en celebrar el presente convenio, al tenor de las siguientes:

DECLARACIONES

1. “EL CENAPRED”, POR CONDUCTO DE SU REPRESENTANTE LEGAL, DECLARA QUE:

- 1.1.** La Secretaría de Gobernación (**SEGOB**) es una dependencia de la Administración Pública Federal Centralizada, de conformidad con lo señalado por los artículos 90 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 1o., 2o., fracción I, 26 y 27, fracción XXXII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.



- 1.2. **“EL CENAPRED”** es un Órgano Administrativo Desconcentrado de la **SEGOB**, de conformidad con lo dispuesto en los artículos 2o, Apartado C, fracción VIII, 69 y 108 del Reglamento Interior de la **SEGOB (RISEGOB)**, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 2 de abril de 2013.
 - 1.3. Tiene por objeto crear, gestionar y promover políticas públicas en materia de prevención de desastres, a través del estudio, desarrollo, aplicación y coordinación de tecnologías para la prevención y mitigación de desastres y sus efectos, de la impartición de educación y capacitación profesional y técnica sobre la materia, así como el apoyo a la difusión de medidas con énfasis en la prevención y la autoprotección de la población ante la posibilidad de un desastre, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 108 del **RISEGOB**.
 - 1.4. Tiene, entre otras atribuciones, la de investigar los peligros, riesgos y daños producidos por agentes perturbadores que puedan dar lugar a desastres, integrando y ampliando los conocimientos de tales acontecimientos, en coordinación con las dependencias y entidades responsables; de difundir los resultados de los trabajos de investigación, instrumentación, estudio, análisis y recopilación de información, documentación e intercambio que realice, a través de publicaciones y actos académicos y campañas, así como toda aquella información pública que tienda a la generación, desarrollo y consolidación de una cultura nacional de prevención y autoprotección; promover la celebración de instrumentos jurídicos con los sectores público, social, privado y académico, en el marco de la gestión integral de riesgos, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 109, fracciones I, VI y XII del **RISEGOB**.
 - 1.5. El Dr. Carlos Miguel Valdés González fue nombrado Director General de **“EL CENAPRED”**, por el Lic. Miguel Ángel Osorio Chong, Secretario de Gobernación y cuenta con las facultades suficientes para celebrar el presente instrumento, conforme a los artículos 70, fracción V; 109, fracción XII y 114, fracción I del **RISEGOB**.
 - 1.6. Cuenta con la infraestructura y recursos humanos para la ejecución de las actividades correspondientes a este Convenio de Concertación.
 - 1.7. Señala como su domicilio legal el ubicado en Avenida Delfín Madrigal, número 665, Colonia Pedregal de Santo Domingo, Delegación Coyoacán Código Postal 04360, México, Distrito Federal.
2. **“BAMBUTERRA S.A.P.I. DE C.V.”, POR CONDUCTO DE SU REPRESENTANTE LEGAL DECLARA QUE:**
- 2.1. Es una Sociedad Anónima Promotora de Inversión de Capital Variable, de nacionalidad mexicana, creada mediante el Acta Constitutiva número 113,929 de fecha 22 de mayo de 2013, pasada ante la fe del Lic. José Felipe Carrasco Zanini Rincón, Notario Público número 3 en la Ciudad de México, Distrito Federal e inscrita en el Registro Público de la Propiedad y del Comercio del Estado de México, el día 19 de julio de 2013, bajo el folio mercantil electrónico número 22870-7.



- 2.2. Se encuentra desarrollando el proyecto número 221418 denominado **“DESARROLLO DEL PRODUCTO BAMBOOWALL – COMPONENTES MODULARES PREFABRICADOS CON BAMBÚ PARA MUROS ESTRUCTURALES – FASE II”**, propiedad de **“BAMBUTERRA S.A.P.I. DE C.V.”**, mismo que recibió apoyo por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, en el marco de la Convocatoria del **“PEI”** 2015, que forma parte de una política de Estado que sustenta la integración del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, en elementos tales como el incremento a la capacidad científica, tecnológica, e innovación y la formación de investigadores para resolver problemas fundamentales del país y que coadyuven al desarrollo del país y a elevar el bienestar de la población en todos sus aspectos y con ello, incentivar, a nivel nacional, la inversión de las empresas en actividades y proyectos relacionados con la investigación, desarrollo tecnológico e innovación a través del otorgamiento de estímulos complementarios, de tal forma que estos apoyos tengan el mayor impacto posible sobre la competitividad de la economía nacional.
 - 2.3. Tiene entre sus fines el desarrollo tecnológico así como el celebrar convenios de colaboración con Instituciones Educativas y Centros de Investigación Nacionales o Extranjeros, públicos o privados.
 - 2.4. La Arq. Luisa Fernanda Correa Giraldo ostenta el carácter de Consejera y cuenta con facultades legales para la suscripción del presente instrumento conforme a lo estipulado en la Acta Constitutiva número 113,929 de fecha 22 de mayo de 2013, pasada ante la fe del Lic. José Felipe Carrasco Zanini Rincón, Notario Público número 3 en la ciudad de México, Distrito Federal e inscrita en el Registro Público de la Propiedad y el Comercio del Estado de México, el día 19 de julio de 2013, bajo el folio mercantil electrónico número 22870-7.
 - 2.5. Su Registro Federal de Contribuyentes es BAM130522LE7 y su Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENIECYT) es el 2013/17651.
 - 2.6. Señala como su domicilio para los efectos del presente Convenio, el ubicado en Boulevard Manuel Ávila Camacho 1903 - 600 A, Ciudad Satélite, Naucalpan de Juárez, Estado de México, Código Postal 53100.
3. **“LAS PARTES” POR CONDUCTO DE SUS REPRESENTANTES DECLARAN:**
- 3.1. Es su voluntad colaborar de la forma más amplia y respetuosa para el cumplimiento y desarrollo del objeto y las actividades que se deriven del presente convenio.
- Cuentan con los medios necesarios para proporcionarse recíprocamente asistencia, colaboración y apoyo para la consecución del objeto de este instrumento, al tenor de las siguientes:

CLÁUSULAS

PRIMERA.- OBJETO.- El presente convenio tiene por objeto que **“BAMBUTERRA S.A.P.I. DE C.V.”**, realice conjuntamente con el **“EL CENAPRED”** el programa específico de trabajo



denominado "Investigación experimental del comportamiento estructural de prototipos de sistemas constructivos a base de muros de corte prefabricados compuestos por bambú, madera y elementos de acero", en lo sucesivo "EL PROGRAMA", conforme a lo establecido en el **Anexo I**, que firmado por "LAS PARTES" forma parte integral del presente Convenio, con el fin de que los resultados sirvan como referentes técnicos en la elaboración y actualización del marco normativo en la materia.

SEGUNDA.- COMPROMISOS.- Para la consecución del objeto del presente instrumento, "LAS PARTES", se comprometen a:

I. Compromisos de "BAMBUTERRA S.A.P.I. DE C.V."

- a) Asignar por escrito a personal con experiencia para la realización de "EL PROGRAMA";
- b) Participar en la evaluación de las características dinámicas, estáticas y el comportamiento sísmico de las estructuras compuestas por muros estructurales prefabricados con bambú, ensayadas ante vibraciones y cargas laterales representativas de las condiciones más severas que pueden presentarse en las zonas de México, utilizando para ello las instalaciones del Laboratorio de Estructuras Grandes, en lo sucesivo el "LEG" de "EL CENAPRED";
- c) Suministrar a "EL CENAPRED" el equipo y material necesario para el desarrollo de "EL PROGRAMA", de acuerdo con las características indicadas en el **Anexo I**;
- d) Demoler y retirar escombros, desperdicios y cualquier remanente resultante del desarrollo de "EL PROGRAMA", una vez que concluya el mismo, bajo la supervisión de "EL CENAPRED";
- e) Vigilar que el personal que designe para la realización de "EL PROGRAMA" cumpla con las Condiciones de Seguridad para ingreso a las Instalaciones del "LEG" de "EL CENAPRED" (**Anexo II**) y las directrices que determine "EL CENAPRED";
- f) Proporcionar el equipo de seguridad necesario al personal que designe para el desarrollo de "EL PROGRAMA", así como para la demolición y retiro de escombros y desperdicios;
- g) En caso de ingresar equipo a "EL CENAPRED" para realizar mediciones o cualquier otra actividad objeto de este Convenio, deberá informarlo previamente, por escrito, a "EL CENAPRED"; en dicho escrito, deberá detallar las características técnicas y estado de conservación del equipo. Adicionalmente, deberá entregar una responsiva en la que expresamente se libere de toda responsabilidad al "EL CENAPRED", por los daños que pudieran sufrir dichos equipos;
- h) Reponer o pagar la reparación de los equipos que se averíen durante el desarrollo del objeto del presente Convenio y que hayan sido utilizados por personal de "BAMBUTERRA S.A.P.I. DE C.V.";
- i) Participar en la ejecución de "EL PROGRAMA", conforme a lo establecido en el **Anexo I**;
- j) Participar en el análisis e interpretación de los resultados de "EL PROGRAMA";
- k) Aportar para el desarrollo de "EL PROGRAMA", un programa de control de prueba y de adquisición de información para uso en dos computadoras con capacidad para 200 canales de adquisición de información con una velocidad de adquisición mínima de 50 canales por segundo;



- l) Proporcionar un servicio de mantenimiento, a la máquina universal del “**LEG**”, en los términos que determine “**EL CENAPRED**”.

II. Compromisos de “**EL CENAPRED**”

- a) Dirigir y organizar en el “**LEG**” de “**EL CENAPRED**”, la ejecución de las pruebas detalladas en “**EL PROGRAMA**”;
- b) Dar acceso a las instalaciones del “**LEG**”, al personal que designe por escrito “**BAMBUTERRA S.A.P.I. DE C.V.**”, para llevar a cabo el ensaye de los prototipos establecidos en “**EL PROGRAMA**”;
- c) Asesorar la construcción y dirigir las pruebas de los prototipos en el “**LEG**”, conforme a lo establecido en “**EL PROGRAMA**”;
- d) Proporcionar al personal que designe “**BAMBUTERRA S.A.P.I. DE C.V.**”, los Lineamientos para el uso de espacios, equipo e instalaciones pertenecientes a el “**LEG**” de “**EL CENAPRED**”, así como las directrices necesarias para realizar el objeto de este Convenio;
- e) Proporcionar un lugar en donde estará resguardado el material y equipo que ingrese “**BAMBUTERRA S.A.P.I. DE C.V.**”, para realizar las actividades que permitan alcanzar el objeto de este Convenio. Adicionalmente, “**EL CENAPRED**” se compromete a usar dicho equipo sólo para la realización del objeto del presente Instrumento;
- f) Instrumentar los prototipos a ensayar, de acuerdo con “**EL PROGRAMA**”;
- g) Analizar e interpretar los resultados obtenidos de los ensayos;
- h) Elaborar y entregar un informe de resultados de las pruebas.

TERCERA.- “LAS PARTES” acuerdan que con objeto de llevar a cabo el pleno cumplimiento del presente instrumento, se instalará un Comité Técnico, mismo que estará integrado al menos por dos representantes de cada una de ellas.

“**LAS PARTES**” designan, como responsables del seguimiento y ejecución de las actividades objeto del presente instrumento, a:

POR “ EL CENAPRED ”	POR “ BAMBUTERRA S.A.P.I. DE C.V. ”
Subdirector de Riesgos Estructurales	M.I. Verónica María Correa Giraldo
Subdirector de Vulnerabilidad Estructural	M.I. Mathieu Queiros
Subdirector de Riesgos Sísmicos	M.I. Erney Díaz

Para efecto del seguimiento y evaluación, “**LAS PARTES**” acuerdan que los responsables podrán, a su vez, designar a quienes los asistan en las funciones encomendadas o, en su caso, los suplán en sus ausencias.

“**BAMBUTERRA S.A.P.I. DE C.V.**” informará a “**EL CENAPRED**” y viceversa, el nombre y cargo de la persona responsable, encargado del vínculo entre “**LAS PARTES**”.



El Comité Técnico se reunirá para revisar y evaluar el cumplimiento del Convenio de Concertación y quedara instalado a partir de la suscripción del presente.

CUARTA.- FUNCIONES DEL COMITÉ TÉCNICO. Dicho Comité tendrá las siguientes funciones:

- Realizar los ajustes o cambios que, en su caso, fueran necesarios, a **“EL PROGRAMA”** a efecto de realizar el objeto del presente instrumento.
- Acordar lo conducente a efecto de realizar el objeto del presente instrumento.
- Brindar el seguimiento necesario a las actividades que se realicen con motivo de la ejecución del presente Convenio.
- Dirimir y resolver cualquier controversia sobre la interpretación, ejecución, operación o incumplimiento del presente instrumento.
- Las demás que acuerden de manera conjunta y que permitan el mejor desarrollo de las actividades.

El Comité podrá sesionar en cualquier tiempo, a solicitud de alguna de **“LAS PARTES”**, con la finalidad de discutir y en su caso, aprobar las propuestas de trabajo que éstas presenten.

QUINTA.- DERECHOS DE AUTOR Y PROPIEDAD INDUSTRIAL. **“LAS PARTES”** acuerdan reconocerse recíprocamente la titularidad de los derechos de autor y de propiedad industrial que cada una tiene sobre patentes, marcas, modelos, dibujos industriales y derechos de autor, obligándose a mantenerlos vigentes durante la ejecución de este Convenio de Concertación.

Los derechos patrimoniales que pudieran derivar de la ejecución del objeto del presente Convenio, pertenecerán a ambas **“PARTES”** dándole el debido reconocimiento a quienes hayan intervenido en su realización.

Asimismo, ambas **“PARTES”** autorizan el uso de la o las obras que pudieran derivar de la ejecución del objeto del presente Convenio, en términos del artículo 27 de la Ley Federal de Derechos de Autor, sin perjuicio de la posibilidad de transmitir los derechos que les correspondan en términos de lo dispuesto por el artículo 30 de la citada Ley.

“LAS PARTES” acuerdan que en virtud del presente convenio y de los acuerdos específicos que se llegasen a celebrar, podrán recibir de la otra parte información de carácter confidencial y reservado, en términos del artículo 82 de la Ley de la Propiedad Industrial.

La información proporcionada con el carácter de “secreto industrial” deberá estar claramente identificada y podrá ser recibida para su aplicación en las actividades específicas en forma oral, escrita, visual, en formato físico, electrónico, óptico, magnético y por cualquier otro medio conocido o por conocerse, en cuyo caso la parte que aporte información considerada “secreto industrial” para el desarrollo de **“EL PROGRAMA”**, deberá así comunicarlo a las demás partes involucradas a efecto que el personal que disponga de la misma suscriba la carta de confidencialidad correspondiente.



“**LAS PARTES**” acuerdan que las obligaciones de confidencialidad de la presente cláusula serán exigibles durante y con posterioridad de la vigencia de este Convenio, por un periodo de tres años. En el entendido de que dicha limitación no operará respecto a la capacidad, experiencia y desarrollo que el personal de alguna de “**LAS PARTES**” haya adquirido derivado de la ejecución de “**EL PROGRAMA**”.

En caso de faltar a este compromiso, “**LAS PARTES**” se obligan al pago de daños y perjuicios que se llegaren a originar a la parte afectada.

SEXTA.- CONFIDENCIALIDAD.- “**LAS PARTES**” guardarán confidencialidad estricta respecto de la información que mutuamente se proporcionen o por aquella a la que tengan acceso con motivo de la ejecución del presente convenio, clasificada como confidencial o reservada en términos de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental y demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables, salvo que se cuente con la previa autorización escrita de quien sea responsable de dicha información, debiendo asegurarse que la que se proporcione por el personal que cada una designe sea manejada bajo estricta confidencialidad.

SÉPTIMA.- CESIÓN DE DERECHOS.- Sin perjuicio de lo dispuesto en la Cláusula SEXTA, ninguna de “**LAS PARTES**” podrá ceder los derechos u obligaciones a su cargo derivadas de este convenio o delegar cualquier deber u obligación bajo el mismo, sin el previo consentimiento por escrito de la otra parte.

OCTAVA.- AVISOS Y COMUNICACIONES.- “**LAS PARTES**” convienen que todos los avisos, comunicaciones y notificaciones que se realicen con motivo de la ejecución del objeto del presente instrumento jurídico, se llevarán a cabo por escrito, con acuse de recibo, en los domicilios establecidos para tal efecto en las declaraciones correspondientes.

Cualquier cambio de domicilio de “**LAS PARTES**” deberá ser notificado por escrito a la otra, con acuse de recibo respectivo y con al menos diez días naturales de anticipación a la fecha en que se pretenda que surta efectos ese cambio. Sin este aviso, todas las comunicaciones se entenderán válidamente hechas en los domicilios señalados por las partes.

En lo anterior se observará lo dispuesto por el artículo 35 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

NOVENA.- RELACIÓN LABORAL.- El personal comisionado, contratado, designado o utilizado por cada una de “**LAS PARTES**” para la instrumentación, ejecución y operación del presente convenio y/o de los instrumentos que de él se deriven, continuará bajo la dirección y dependencia de la institución a la que pertenezca, por lo que en ningún caso y bajo ningún motivo, la contraparte podrá ser considerada como patrón sustituto o solidario, quedando liberada de cualquier responsabilidad laboral, administrativa, fiscal, judicial y sindical que llegara a suscitarse.

DÉCIMA.- RESPONSABILIDAD CIVIL.- “**BAMBUTERRA S.A.P.I. DE C.V.**” libera a “**EL CENAPRED**” de toda responsabilidad civil o pena alguna derivada de daño, lesión, muerte, perjuicio físico, moral o económico derivado de la realización del objeto del presente instrumento y se compromete a responder ante “**EL CENAPRED**” de cualquier reclamación



que surja por dicho concepto proveniente del personal que asigne, contrate, comisione o por cualquier medio autorice a participar en las labores con motivo de la realización de **“EL PROGRAMA”**.

DECIMA PRIMERA.- CASO FORTUITO O FUERZA MAYOR.- Ninguna de **“LAS PARTES”** será responsable de cualquier retraso o incumplimiento en la realización del presente convenio que resulte directa o indirectamente de caso fortuito o fuerza mayor. En caso de que desaparezcan las causas que dieron origen al retraso o incumplimiento referido se restaurará la ejecución del presente instrumento.

DÉCIMA SEGUNDA.- INCUMPLIMIENTO Y SANCIONES. **“LAS PARTES”** acuerdan que el incumplimiento a cualquiera de los compromisos y obligaciones que deriven de los compromisos acordados conforme al objeto del presente Convenio generará, las sanciones de carácter civil y administrativas, procedentes de acuerdo con el carácter material aplicable.

Asimismo, **“LAS PARTES”** acuerdan que los recursos federales que aporte **“EL CENAPRED”** serán destinados únicamente para el desarrollo del programa y acciones de trabajo del presente convenio y en caso de que se incumpla con los compromisos estipulados en el mismo, se dará aviso al Órgano Interno de Control, así como a las autoridades competentes.

Con la finalidad de que se levante Acta Administrativa a los servidores públicos federales, así como los participantes de la persona moral, que incurran en responsabilidad administrativa y civil derivada de las afectaciones a **“EL CENAPRED”**, para que sean sancionados en los términos de las disposiciones jurídicas aplicables."

DÉCIMA TERCERA.- TRANSPARENCIA Y PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES.- **“LAS PARTES”** se comprometen a cumplir con las disposiciones que establece la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública, su Reglamento y la Ley Federal de Protección de Datos Personales.

DÉCIMA CUARTA.- VIGENCIA.- El presente Convenio tendrá una vigencia de siete meses, misma que comenzará a partir de la fecha de su firma.

DÉCIMA QUINTA.- MODIFICACIONES.- El presente instrumento podrá ser modificado o adicionado total o parcialmente por acuerdo de **“LAS PARTES”**, en los términos previstos en el mismo. Las modificaciones o adiciones deberán constar en acuerdo escrito y formarán parte del presente instrumento mediante anexo, sin que ello implique la novación de aquellas obligaciones que no sean objeto de modificación o adición.

DÉCIMA SEXTA.- TERMINACIÓN ANTICIPADA.- **“LAS PARTES”** acuerdan que cualquiera de ellas podrá dar por terminada anticipadamente su participación en el presente convenio, mediante notificación escrita que realice a la contraparte. Tal notificación se deberá realizar con treinta días naturales anteriores a la fecha en que se pretenda dejar de colaborar.

En cualquier caso, la parte que pretenda dejar de colaborar, realizará las acciones pertinentes para tratar de evitar perjuicios entre ellas, así como a terceros que se encuentren colaborando en el cumplimiento del presente convenio, en los supuestos que aplique.



En caso de que existan actividades que se estén realizando o ejecutando con motivo del cumplimiento del presente convenio, o de los convenios específicos que se hayan celebrado, continuarán hasta su total conclusión.

“**LAS PARTES**” también podrán dar por terminado el presente Convenio de forma anticipada haciéndolo constar por escrito, en caso el objeto materia del mismo se concluya previo al cumplimiento del plazo de vigencia del instrumento, situación que deberá quedar debidamente acreditada.

DÉCIMA SÉPTIMA.- INTERPRETACIÓN Y CONTROVERSIAS.- El presente convenio es producto de la buena fe, por lo que cualquier conflicto que se presente sobre interpretación, ejecución, operación o incumplimiento será resuelto de común acuerdo por “**LAS PARTES**”.

En el supuesto de que subsista discrepancia, “**LAS PARTES**” están de acuerdo en someterse a la jurisdicción de los Tribunales Federales con residencia en la Ciudad de México, Distrito Federal, lo anterior de conformidad con lo establecido por el artículo 39 de la Ley de Planeación.

Leído que fue por “**LAS PARTES**” el presente convenio y enteradas de su contenido, valor y alcance legal, lo firman por triplicado en México, Distrito Federal, el día dieciocho de diciembre de dos mil quince.

**POR “EL CENAPRED”
EL DIRECTOR GENERAL**

DR. CARLOS MIGUEL VALDÉS GONZÁLEZ

**POR “BAMBU TERRA S.A.P.I. DE C.V.”
LA PRESIDENTA DEL CONSEJO DE
ADMINISTRACIÓN**

**ARQ. LUISA FERNANDA CORREA
GIRALDO**

La presente hoja de firmas forma parte del Convenio de Concertación que celebra el Ejecutivo Federal por conducto de la Secretaría de Gobernación, a través del Centro Nacional de Prevención de Desastres y por otra “BAMBU TERRA” S.A.P.I. de C.V., suscrito el dieciocho de diciembre de dos mil quince, el cual fue dictaminado por la Unidad General de Asuntos Jurídicos a través de la Dirección General de lo Consultivo y de Contratos y Convenios mediante oficio UGAJ/DGCCCC/DGACC/1448/2015.

Anexo 1

PROGRAMA ESPECÍFICO DE TRABAJO.

Resumen.

Se propone realizar una investigación experimental para evaluar las características dinámicas, estáticas y el comportamiento sísmico de estructuras compuestas por muros estructurales prefabricados con bambú (muros de corte de madera y bambú) ante vibraciones y cargas laterales representativas de las condiciones más severas que pueden presentarse en las zonas de México donde se planea construir este tipo de edificación. Para tal fin, se someterán dos modelos tridimensionales modulares para vivienda de dos y tres niveles, respectivamente, de dimensiones reales, compuestos por paneles prefabricados de bambú (Biopanel®), a una prueba de vibración libre, pruebas dinámicas de vibración ambiental y una prueba cíclica cuasi-estática controlado por deformación. El sistema de piso empleado será conformado por vigas presforzadas de bambú estructural Bambulosa®.

Anteriormente, la empresa realizó una cantidad importante de pruebas de laboratorio para evaluar el comportamiento de los componentes del sistema estructural que se quiere evaluar. Se realizaron pruebas de flexión en cuatro puntos de las vigas presforzadas de bambú que conforman el sistema de piso y también del sistema completo de piso. Un total de 20 prototipos diferentes de vigas presforzadas se estudiaron con más de 140 pruebas. Los ensayos del sistema de piso completo (viga presforzada + Triplay + firme de concreto) se realizaron con dos claros diferentes, 2.5 m y 4.3m. En cuanto a los muros, se estudiaron en total 22 prototipos diferentes con más de 70 ensayos. Los ensayos se realizaron de acuerdo con la norma ASTM E72 sometiendo los muros a una carga lateral. Además se realizarán pruebas cíclicas a 9 prototipos de muros (dos de ellos son los que se usarán en la fabricación de los edificios) siguiendo la norma ISO 21581:2010(E) y se realizarán pruebas a un sistema de anclaje.

La Empresa.

BAMBUTERRA S.A.P.I de C.V. es una empresa de diseño y construcción que emplea Bambú como materia prima principal, busca crear y ejecutar proyectos, productos y servicios innovadores sustentables, combinando técnicas artesanales con tecnologías que generen bajo impacto ambiental y alto impacto social.

BAMBUTERRA se constituyó en el año 2013 como un spin off de KALTIA S.A. DE C.V., empresa que integra valores ambientales, sociales y económicos en proyectos, productos y nuevas empresas, con base en ingeniería, diseño, desarrollo tecnológico e innovación, para la industria de la construcción.

La Motivación.

Somos una empresa consciente del alto impacto que tiene el sector de la construcción en el medio ambiente ya que éste consume 50% de los recursos naturales renovables, adicionalmente se sabe que a nivel mundial predomina el uso estandarizado de cemento, acero, polímeros, entre otros, y se descalifica el uso de materiales tradicionales (madera, tierra, etc.).

Por otro lado, se sabe también que el 56.35% de la población vive en un alto nivel de marginación de acuerdo con el Consejo Nacional de Población (CONAPO) principalmente en los estados de

Guerrero, Chiapas y Oaxaca. Aunado a eso, en los estados de Chiapas, Guerrero, Puebla y Oaxaca el porcentaje de población en situación de pobreza es del orden de 74.4%, 69.7%, 64.5% y 61.9% respectivamente, de acuerdo con el informe de pobreza en México de la Comisión Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

Adicionalmente, el 65% de las viviendas son producidas por autoconstrucción, lo cual genera soluciones de baja calidad y alta vulnerabilidad. En el aspecto socioeconómico de la vivienda, la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) indica que un 51% de la población total vive en estado de pobreza de patrimonio, es decir, sufre de insuficiencia del ingreso disponible para adquirir la canasta alimentaria, así como para realizar los gastos necesarios en salud, vestido, vivienda, transporte y educación; aunque la totalidad del ingreso del hogar fuera utilizado exclusivamente para la adquisición de estos bienes y servicios.

Actualmente, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ha estimado que el déficit de vivienda afecta a 35% de hogares en México, estimado en 9 millones de hogares de acuerdo con el Sistema Hipotecario Federal. Debido a este problema, es necesario encontrar nuevos sistemas constructivos con materiales alternativos que muestren ventaja económica sobre los materiales convencionales usados en la construcción de vivienda como mampostería y concreto, incluso más, en las áreas donde esos materiales convencionales son difíciles de adquirir. Por otra parte, es importante tener en cuenta que México es un país que tiene un alto nivel de riesgo sísmico y eólico, por lo que es primordial contar con soluciones de vivienda de ágil implementación, que permita atender emergencias derivadas de estos fenómenos naturales.

Actualmente se ha incrementado el uso del bambú en la construcción aunque no es algo nuevo, en efecto el bambú se ha utilizado para el diseño y construcción de inmuebles en Asia y América Latina desde el neolítico particularmente en India, China, Colombia y Perú, donde alcanzó tal desarrollo esta práctica, que se volvió parte de la tradición de estos pueblos (Flores et al., 2014). El Bambú resulta ser un material con muy buen desempeño estructural, como se muestra en la Tabla 1, además de presentar ventajas ambientales por su rápido crecimiento (4-6 años hasta la madurez), es la planta que más CO₂ captura durante su crecimiento, con un índice de 14 ton/ha/año y retiene el agua en el subsuelo gracias a su sistema de raíces. Por otro lado, en México se ha identificado la necesidad de buscar alternativas más amigables con el medio ambiente en el sector de la construcción dicha necesidad se evidencia con la Norma Mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013 “Edificación Sustentable, criterios y requerimientos ambientales mínimos”.

Tabla 1: Comparación del bambú con otros materiales de construcción.

MATERIAL	Resistencia de diseño a compresión (kg/cm²)	Masa volumétrica (kg/m³)	R/m	Módulo de elasticidad (kg/cm²)	E/n.
CONCRETO	350	2400	0.15	127400	53
ACERO	1630	7800	0.21	2140000	274
MADERA	95	650	0.15	8000	123
BAMBÚ	142	cdf600	0.24	96805	161

Nuestros productos.

BAMBUTERRA® y KALTIA® han sido beneficiadas desde 2013 con programas de incentivos a la innovación tecnológica, principalmente gracias al Programa de Estímulos a la Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (PEI/CONACYT), la empresa ha logrado avanzar en sus proyectos de innovación tecnológica.

El objetivo principal del PEI/CONACYT es incentivar a nivel nacional la inversión de las empresas en actividades y proyectos relacionados con la investigación, desarrollo tecnológico e innovación a través del otorgamiento de estímulos complementarios, de tal forma que estos apoyos tengan el mayor impacto posible sobre la competitividad de la economía nacional. Existen 3 modalidades dentro de este programa. La modalidad PROINNOVA, con la cual han sido beneficiadas Bambuterra y Kaltia, beneficia a empresas que, para la realización de proyectos de investigación e innovación tecnológica, llevan a cabo acciones de vinculación con al menos dos Instituciones de Educación Superior y/o Centros de Investigación.

Los dos principales desarrollos tecnológicos de las empresas consisten en un sistema de entrepisos y techos a base de vigas presforzadas de bambú (Bambulosa®), y un sistema de muros estructurales a base de paneles modulares, ambos dirigidos al sector de la construcción y cuya materia prima principal es el Bambú (Biopanel®) (*Guadua Angustifolia* en el caso de Bambulosa® y *Bambusa oldhamii* y *aculeata* para Biopanel®). Es de destacar que la producción de estos sistemas estructurales, incentivaría el cultivo, tratamiento y comercialización de bambú mexicano. México cuenta con 38 especies de bambú, 14 de las cuales son endémicas, su aprovechamiento generará un impacto económico en los estados productores, principalmente en Veracruz, Puebla, Chiapas, Oaxaca, Guerrero y Tabasco, algunos de los cuales, como se mencionó anteriormente, se encuentran en situación de marginación y pobreza.

El sistema para entrepisos y techos (Bambulosa®), consiste en un arreglo en paralelo de vigas compuestas presforzadas de bambú y elementos de acero (ver ilustración 1), el cual sirve como sistema de soporte a una cubierta conformada por una o varias capas con funciones estructurales y/o estéticas (diafragma resistente y acabados superior e inferior). Es una alternativa sustentable para la construcción de losas y cubiertas, con costo competitivo en el mercado, óptimo desempeño estructural, térmico y acústico; alta durabilidad, y bajo impacto ambiental. El desarrollo de éste proyecto se ha realizado con el apoyo del PEI/Conacyt. Es de destacar que en el año 2014 se ingresó una solicitud de patente para dicho sistema.

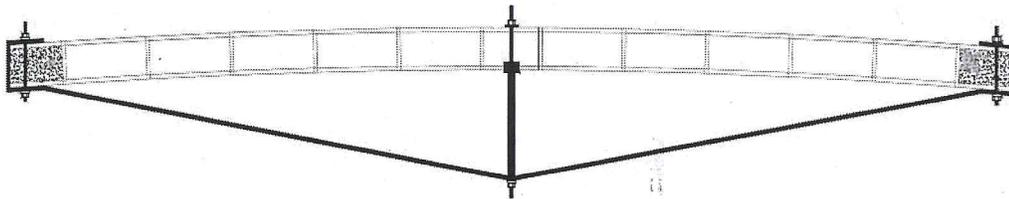


Ilustración 1: Vista longitudinal de una viga compuesta presforzada.

Durante 2013 se logró el diseño de prototipos de viga compuesta, realización de estudios de despiece y cuantificación, desarrollo de una estrategia para la producción en serie, validación del comportamiento estructural de los prototipos a través de ensayos de laboratorio, envinculación con la Universidad Autónoma Metropolitana – Unidad Azcapotzalco (UAM-A). Además se desarrollaron modelos numéricos que reproducen el comportamiento encontrado en laboratorio, y se implementó el sistema en un caso piloto en entorno rural en vinculación con la Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca (UABJO) como se presenta en la ilustración 2.



Ilustración 2. Primera prueba de concepto.

“Corredor de la casa de los tres adobes” Santiago Apóstol, Oaxaca.

En el año 2014 se trabajó en la validación estructural del sistema completo, ésta validación se realizó a través de ensayos de laboratorio en vinculación con el Instituto de Ecología A.C.(INECOL).

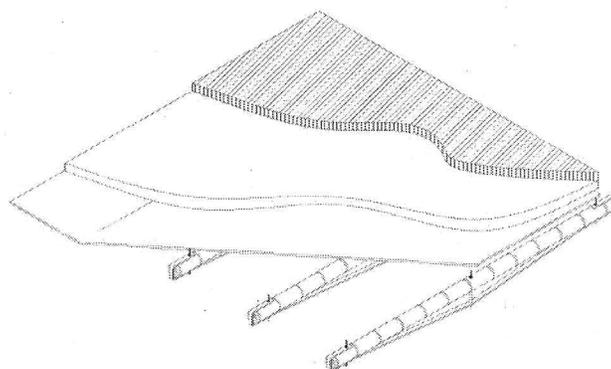


Ilustración 3: Vista isométrica del sistema.



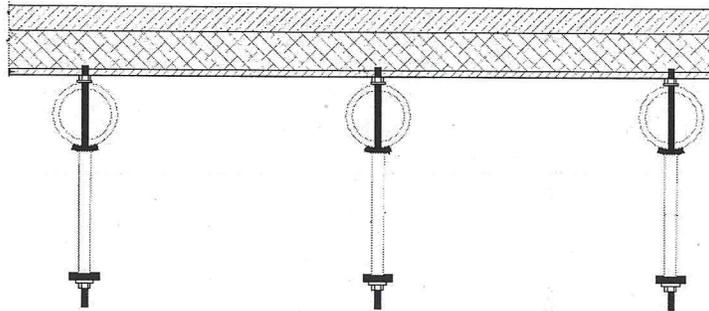


Ilustración 4: Vista transversal del sistema.

En esta etapa se desarrolló también la primera fase del paquete de ingeniería, se realizó investigación sobre mecanismos de transferencia de esfuerzos y está por iniciarse la construcción del segundo proyecto piloto en el Campus Cerro de las Campanas de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ) y se construyó el tercer proyecto piloto que es el “Centro Comunitario Deportivo y Cultural de Ocotelulco” en el municipio de San Juan Totolac, Tlaxcala cómo se puede ver en la ilustración 5, ambos proyectos en vinculación con la UAQ. En vinculación con la UABJO se realizó la implementación del sistema en el tercer proyecto piloto en Atzompa Oaxaca, como se puede ver en la ilustración 6. También se realizó la validación bioclimática mediante el diseño de prototipos de cubiertas compatibles para tres zonas climáticas de territorio nacional.

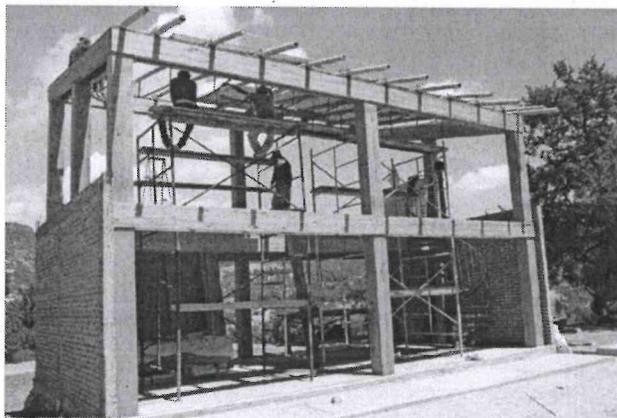


Ilustración 5. Proyecto Piloto.

“Centro Comunitario Deportivo y Cultural de Ocotelulco” San Juan Totolac, Tlaxcala.



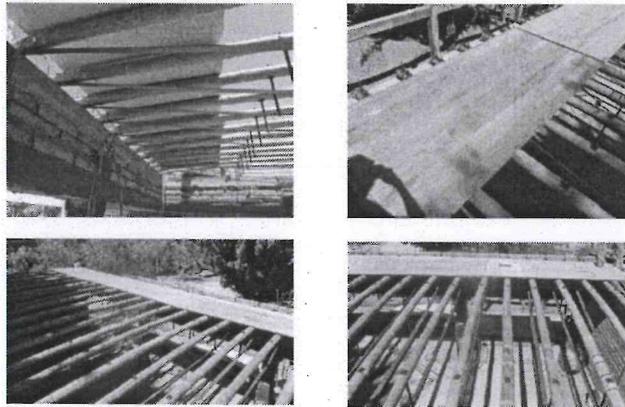


Ilustración 6. Proyecto Piloto Atzompa Oaxaca.

Para el año 2015 se realizarán validaciones complementarias relativas a estudios de la resistencia del bambú al intemperismo y al envejecimiento acelerado, así como un programa de secado de bambú a fin de evitar el fisuramiento en los culmos, en vinculación con el INECOL A.C. Este año se generará también el manual de diseño con tablas, así como nuevos sistemas de rigidización en vinculación con la UAQ. Se realizará el Análisis de Ciclo de Vida para Bambulosa® el cual consiste en cuantificar y evaluar los impactos ambientales generados durante la cadena de valor de un producto, a fin de verificar su desempeño ambiental.

El sistema de muros estructurales (Biopanel®), se compone de elementos modulares prefabricados con bambú, diseñado para resistir cargas verticales y acciones horizontales dinámicas (originadas por sismo o viento), de acuerdo con reglamentos de diseño y construcción vigentes (NSR10 Título G y E, Norma Sismoresistente Colombiana, Estructuras de Madera y Estructuras de Guadua y casas de uno y dos pisos) como se puede ver en la ilustración 7. Este proyecto también ha sido beneficiado por el programa PEI/Conacyt y a continuación se describe la secuencia de su desarrollo.

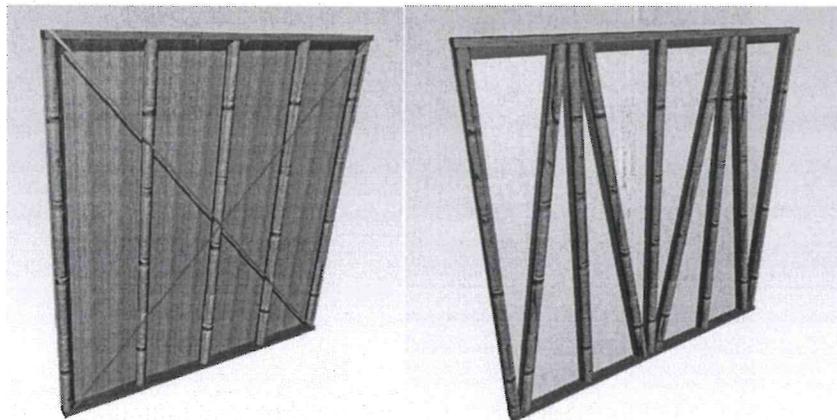


Ilustración 7. Prototipos de Biopanel®.





En el año 2014 se obtuvo un prototipo validado en laboratorio y se comenzó con el desarrollo de la ingeniería del producto, se planificó la verificación del desempeño ambiental del producto y la rueda de estrategias de ecodiseño para Biopanel®, tales como selección de materiales de bajo impacto, reducción de uso de materiales, técnicas para optimizar la producción, optimización del sistema de producción, reducción del impacto durante el uso y optimización del sistema de fin de vida.

En el año 2015 se realizará la creación de la metodología de diseño estructural basada en desplazamientos, para sismo y viento, se realizarán pruebas de resistencia sísmica, y se diseñará el sistema de producción en serie, en vinculación con la UAQ. Se desarrollarán también las actividades planeadas en la Rueda de estrategias de ecodiseño, y se realizarán estudios de verificación ambiental como Análisis de ciclo de vida y optimización del sistema de fin de vida útil.

Es también en este año que consideramos conveniente unir estos dos productos en una solución de vivienda vertical para lo cual sería valiosa su colaboración, en el apartado **“Investigación experimental del comportamiento estructural de prototipos de sistemas constructivos a base de muros de corte prefabricados compuestos por bambú, madera y elementos de acero”** se muestra el objetivo y la descripción de esta colaboración. Se propone hacer una prueba a escala natural de un modelo tridimensional para evaluar el trabajo en conjunto de varios muros además del trabajo en conjunto del sistema de muros con el sistema de pisos y de las conexiones. Estas pruebas nos permitirán determinar valores de diseño para el diseño sísmico y eólico y empezar a trabajar sobre soluciones verticales de edificación.

Se tiene planeado publicar los resultados de todas las pruebas que hemos realizado en el desarrollo de los productos, esto incluye caracterización de varias especies de bambú, pruebas de varios tipos de uniones y de muros de carga. Se planea que estos resultados se integren al capítulo de “Madera” de la Norma Técnica de Construcción del Reglamento del Distrito Federal.

“Investigación experimental del comportamiento estructural de prototipos de sistemas constructivos a base de muros de corte prefabricados compuestos por bambú, madera y elementos de acero”.

Revisión Bibliográfica.

Algunas tesis relacionadas con el diseño sismo resistente de estructuras de bahareque son las siguientes: López y Silva (2000) presenta pruebas de carga sobre módulos tridimensionales compuestos por paneles de bahareque encementado; Santamaría Moya (2001) contiene un ejercicio de diseño basado en fuerzas, cuyos resultados servirán para comparar con los obtenidos por el método basado en desplazamientos; Flórez Domínguez et al. (2002) dirigido por el Ingeniero Jorge Polanco, que presenta una de las mejores pero desconocidas investigaciones sobre el tema, ofreciendo valores del periodo fundamental y el coeficiente de amortiguamiento de este tipo de estructuras; Gómez Buitrago (2002) muestra evidencia fotográfica del comportamiento del bahareque en el sismo de El Eje Cafetero de 1999 y Picazo Carreño (2013) presenta un diseño completo de construcción sostenible para una vivienda de bahareque. Esta última referencia contiene imágenes detalladas sobre los tipos de bahareque conocidos.

Los siguientes son algunos artículos de investigación y ponencias: Arbeláez y Correal (2012) que



presenta curvas fuerza-deformación de muros de bahareque compuestos por marcos de guadua; Elghazouli et al. (2013) que también contiene curvas fuerza-deformación, pero para el bahareque costarricense y salvadoreño, compuesto por madera y caña brava; Farbiarz (2001) escribió un resumen muy práctico de la tesis escrita por López y Silva (2000); González y Gutiérrez (2004) presentan resultados de pruebas cíclicas sobre muros de bahareque, pero lamentablemente muchas de ellas fracasaron; González y Gutiérrez (2005) proponen un procedimiento experimental para obtener las curvas fuerza-deformación que servirá para futuras investigaciones; Herrera (2009) y Takeuchi et al. (2009) estudiaron el comportamiento de pórticos de guadua rigidizados con paneles de bahareque, comprobando, una vez más, que la rigidez la otorga el mortero de cemento; Trujillo et al. (2013) reporta una misión que se hizo desde Inglaterra a Colombia sobre la guadua y sus aplicaciones, y menciona un estudio inédito sobre el comportamiento dinámico de un prototipo de casa de bahareque de dos pisos, que fue probado en mesa vibradora en la Universidad de los Andes, Colombia; dicha estructura fue sometida al terremoto de Kobe, Japón y fue imposible llevarla al colapso. Correa et al. (2014) presentan resultados relevantes de estudios sobre el comportamiento sísmico de muros de bahareque y plantean una metodología del proceso de desarrollo y validación de un sistema de muros prefabricados a base de bambú.

Se revisaron los manuales y la normativa vigente: AIS (2001); AIS (2004); AIS (2010a); AIS (2010b).

Metodología.

Introducción.

El objetivo de esta investigación experimental es evaluar las principales propiedades estructurales ante sollicitaciones dinámicas y estáticas del sistema Bamboowal®, mediante el ensayo de dos estructuras conformadas por diferentes versiones del producto Biopanel®, una de dos niveles y otra de tres niveles, de dimensiones reales. Éstas serán sometidas a vibraciones y acciones laterales representativas de sismos, que además de permitir conocer el comportamiento de este tipo de solución estructural ante demandas sísmicas, permitirá contar con información del comportamiento ante vientos de diseño.

1.1. Descripción de la Estructura de Prueba.

El Biopanel® es el componente principal de un sistema estructural a base de muros de corte, que se basa en la fabricación de un panel construido con un entramado de bambú y madera, recubierto con tiras o tableros de iguales materiales, y que puede tener un revoque sobre malla de refuerzo.

La estructura de prueba consideradas en este estudio son dos unidades modulares de dos y tres niveles, respectivamente, compuestas por muros estructurales prefabricados con bambú (Biopanel®) y diafragmas horizontales compuestos con vigas presforzadas de bambú (Bambulosa®). Todos los componentes del modelo tendrán dimensiones reales. La altura aproximada de cada entre piso es 2.6 m.

El diseño de la edificación de prueba está basado en los requisitos establecidos para diafragmas y muros de corte de madera y bambú (Bahareque), contenidos en los capítulos E.7 y G.7 del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 (AIS, 2010), con las respectivas adaptaciones al caso mexicano.



Materiales Bambú.

Ninguna norma mexicana hace referencia al bambú, así que se adoptarán las recomendaciones prescritas en NSR-10, así como los resultados publicados por Guerrero et al. (2014) y Ordóñez y Bárcenas (2014) que determinaron algunas propiedades físicas y mecánicas de especies de Guadua que crecen en México y también los resultados encontrados en las pruebas de determinación de las propiedades mecánicas realizadas en el INECOL en 2014.

Madera y elementos metálicos de unión.

La calidad de la madera aserrada, de la madera contrachapada y de los elementos metálicos de unión deberá regirse por las Notas Técnicas Complementarias para diseño y construcción de estructuras de madera del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

Mortero.

La calidad del mortero de cemento para el revoque de muros y para el relleno de entrenudos de bambú se regirá por las NTC para diseño y construcción de estructuras de mampostería del RCDF. La clasificación mínima requerida será la correspondiente al mortero tipo I, con una proporción en volumen de máximo 4 partes de arena por una parte de cementante.

Muros.

Los muros estructurales prefabricados con bambú constituyen los elementos verticales del sistema resistente de la edificación, y deben transmitir las cargas verticales. Además, soportan los diafragmas horizontales y son los encargados de llevar a los niveles inferiores las cargas horizontales que actúan en su mismo plano y que son originadas por sismo, viento u otras cargas gravitacionales. De acuerdo a lo establecido en G.7.3 de NSR-10, estos muros están dispuestos en dos direcciones ortogonales con espaciamientos menores que 4 m y su distribución es uniforme, con rigideces proporcionales a sus áreas de influencia. Como el reglamento recomienda no considerar aquellos muros cuya relación altura/longitud sea mayor que 2, todos los segmentos de muro tendrán una altura de 2.44 m y una longitud de 1.22 m.

El diseño de estos muros de corte depende fundamentalmente de las características del entramado y del revestimiento. Con fines prácticos, se basa en los resultados experimentales obtenidos al encajar paneles que pueden considerarse típicos. En este caso, se consideran los resultados de los ensayos de los componentes modulares prefabricados con bambú para muros estructurales realizados por el INECOL para Bambuterra entre septiembre de 2014 y marzo del 2015.

El tipo de panel seleccionado tiene dimensiones 1.22 m x 2.44 m y 2.44m x 2.44m, está compuesto de pie-derechos de bambú estructural, soleras horizontales de madera y diagonales de bambú estructural (Ilustración 8).

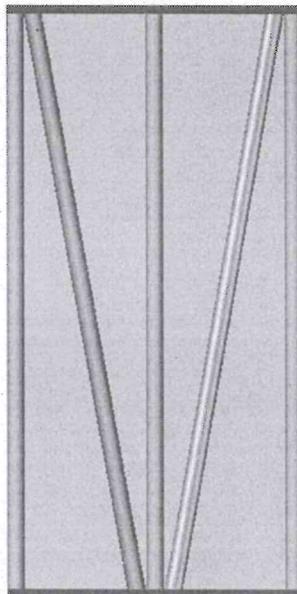


Ilustración 8. Un tipo de Biopanel® de 1.22 m x 2.44 m.

En cada panel, los barrotos de madera tienen una sección de 4 cm x 9 cm, los culmos de bambú estructural tienen un diámetro de entre 8 cm y 9 cm. Los culmos de bambú utilizados para los pedestros necesitan nudos lo más cerca posible de sus extremos.

La conexión entre las soleras de madera y los elementos de bambú se realizará con 4 clavos lanceros (a 30 grados de la vertical) de longitud 3.5". Los clavos atravesarán el bambú a cada cuadrante del mismo hasta clavarse en la madera.

El tipo de recubrimiento (OSB, Triplay o Esterilla de bambú) y la separación de clavos (10 cm o 15 cm) en las conexiones entre el recubrimiento y el bambú, se determinarán al final de un estudio realizado por Bambuterra.

Diafragmas, Entrepisos y Cubierta.

El entrepiso y la cubierta se harán con el sistema Bambulosa®.

Uniones.

Uniones cimiento-muro: Cuando se utilice madera aserrada para las soleras, la conexión con los cimientos se realizará con barras roscadas, ancladas a los mismos y de tal manera que atraviesen las soleras y se fijen a éstas, con tuercas y arandelas. La madera debe separarse del concreto o de la mampostería con papel impermeable u otra barrera similar. Cada panel estará anclado a la cimentación, por lo menos en dos puntos, cercanos a los extremos de la solera inferior.

Unión entre muros en planos perpendiculares: Cuando los muros que deben unirse están en planos perpendiculares entre sí, pueden unirse a través de un elemento adicional en la intersección de los



muros, utilizando pernos, tuercas y arandelas, en ambas direcciones. Debe haber por lo menos dos conexiones por unión, colocadas cada tercio de la altura del muro. El perno debe tener, por lo menos 9.5 mm de diámetro.

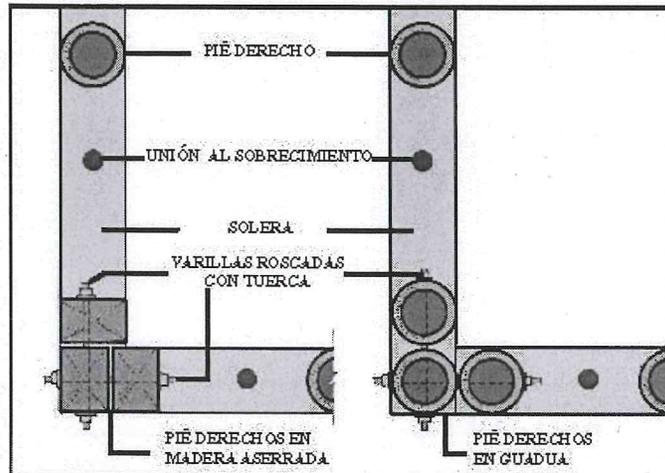


Ilustración 9. Vista en planta - Unión de muros en planos perpendiculares – Esquina.

Programa de Pruebas.

Programa de pruebas.

Para cada edificio el programa de prueba completo será el siguiente:

1. Prueba de vibración libre.
2. Prueba de vibración ambiental 1.
3. Prueba cíclica cuasi estática (hasta los 3 ciclos de declinación de 0.15 delta).
4. Prueba de vibración ambiental 2.
5. Prueba cíclica cuasi estática (hasta los 3 ciclos de declinación de 0.30 delta).
6. Prueba de vibración ambiental 3.
7. Prueba cíclica cuasi estática (hasta la falla).

Prueba Dinámica de Vibración Ambiental.

A partir de esta prueba se estiman las principales propiedades dinámicas de la estructura, como los períodos naturales, formas modales y coeficiente de amortiguamiento viscoso.





Consiste en medir las vibraciones en la estructura, producidas por excitaciones relacionadas con el ambiente que las rodea (Murià Vila y Gonzàles, 1995). Dichas excitaciones pueden ser el tránsito de vehículos, el viento, pasos de personas, etc. Por lo que es un método que se puede considerar simple y rápido en la obtención de datos. Los programas de medición de las características dinámicas del sistema serán, al menos, en tres etapas: antes del inicio de la prueba (condición sana), después de la aplicación de los ciclos de 0.2 delta y los tres de 0.15 delta (daño medio), después del ciclo de 0.4 delta y los dos ciclos de 0.3 delta; y finalmente, en la última secuencia de ciclos. (Los ciclos se refieren al programa de carga de la prueba cíclica).

Prueba de vibración libre.

Estas pruebas permiten determinar la frecuencia fundamental de vibración de la estructura, bajo la suposición de que la primera frecuencia es la que más contribuye al movimiento.

Consisten en proporcionarle al edificio un desplazamiento inicial para luego liberarla y dejarla oscilar en vibración libre amortiguada. Estos ensayos se realizarán sólo en una dirección. El desplazamiento inicial se aplica mediante tensores y una especie de fusible, el cual, al ser cortado, liberará la estructura produciéndose así una vibración libre amortiguada. La medida de la frecuencia se hace mediante la utilización de un acelerógrafo compuesto por dos unidades; la primera es una unidad de procesamiento de los datos registrados por la segunda unidad, que es un sensor llamado geófono y que se ubica en la estructura, orientado en el sentido del movimiento.

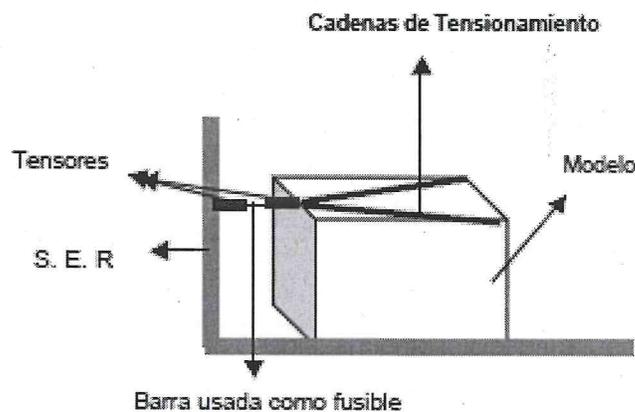


Ilustración 10. Esquema del montaje para la prueba de vibración libre.



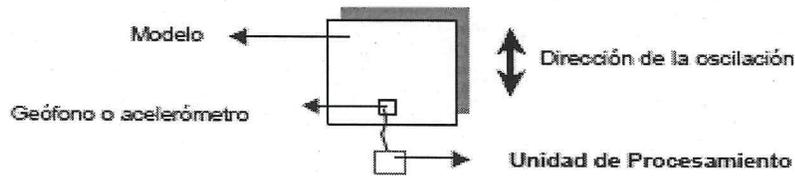


Ilustración 11. Esquema en planta del sistema de medida.

Prueba Cíclica Cuasi-Estática Controlado por Deformación.

Esta prueba permite proporcionar características sobre el comportamiento cíclico útiles para los modelos analíticos y el desarrollo de ecuaciones de diseño. También permite la obtención de datos para el análisis a diferentes niveles de desempeño.

Configuración de la Prueba.

Para empujar la estructura se utilizarán dos gatos hidráulicos con una capacidad de 100 ton y un recorrido del émbolo de por lo menos 400 mm, los que aplicarán carga en los niveles 1 y 2 del edificio, tratando de lograr una distribución triangular invertida de la carga. La carga del segundo nivel corresponderá a un valor que suma las fuerzas laterales correspondientes a los niveles 2 y 3. Los gatos se apoyarán en un perfil de acero fijado al sistema espacial de reacción (S.E.R.). La fuerza se aplica gradualmente a nivel de cada diafragma horizontal en la estructura.

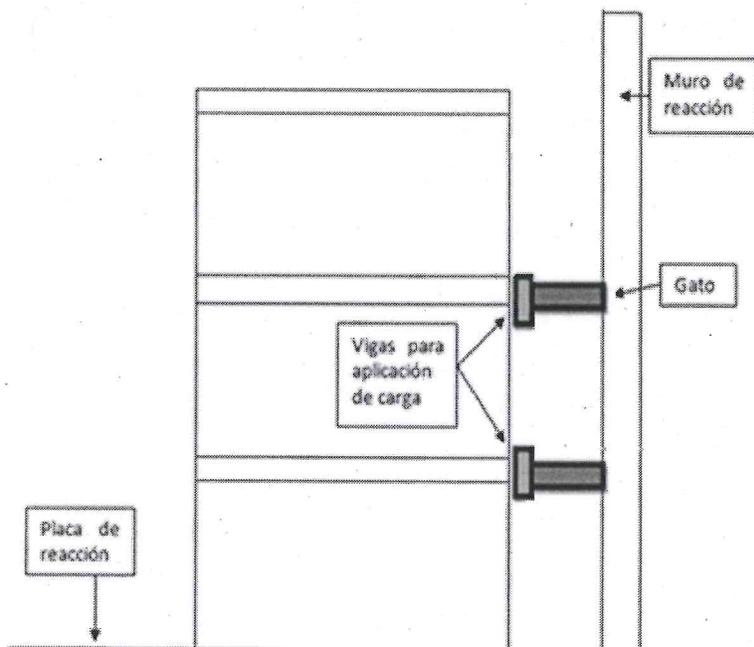


Ilustración 12. Esquema en planta de la configuración para la prueba estática de carga lateral.

Instrumentación.

Se deberán poner como mínimo 14 medidores de desplazamiento en módulos de 3 pisos, los medidores de desplazamiento deberán tener una precisión de por lo menos 0.1mm, se recomienda que los medidores de desplazamiento estén conectados electrónicamente al sistema de adquisición de información y control de prueba para una mayor precisión, los medidores de desplazamiento tendrán un recorrido variable, desde 200 mm, hasta 25 mm. Para los puntos "a" y "b" se usarán dos medidores de desplazamiento de 200 mm conectados en serie.

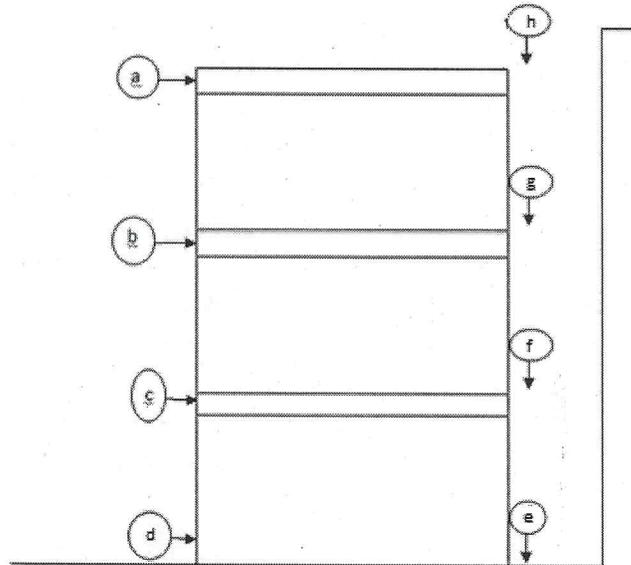


Ilustración 13. Localización esquemática de la instrumentación para la prueba estática de carga lateral.

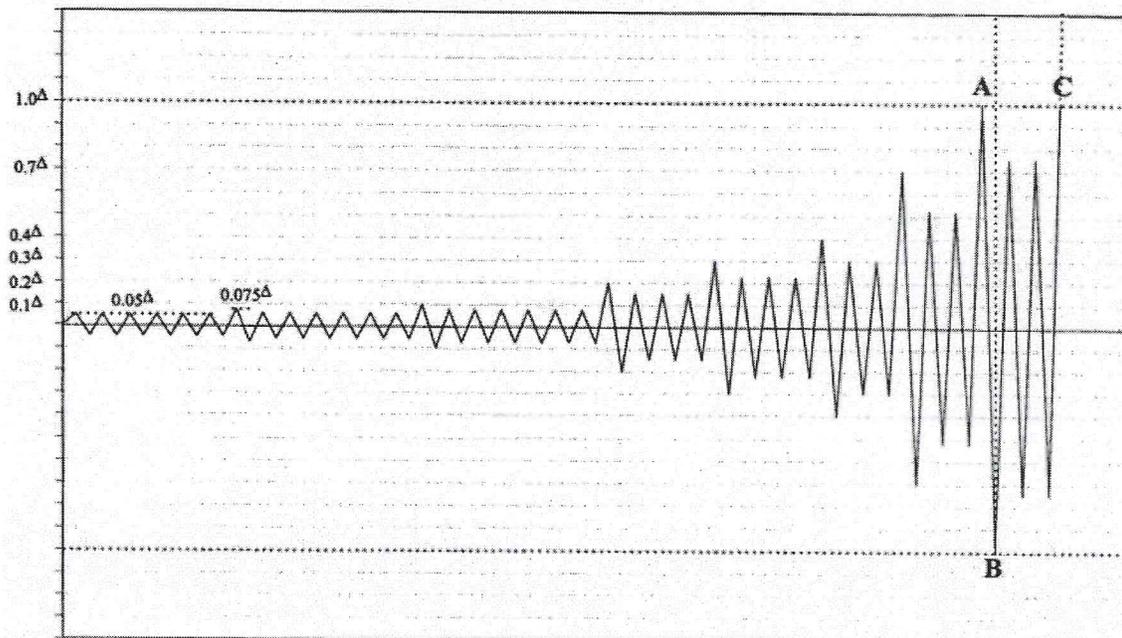
Protocolo de Prueba.

El programa de carga se define con variaciones en amplitudes de desplazamientos, usando un desplazamiento de referencia Δ . El programa se compone de ciclos iniciales, ciclos primarios y ciclos de declinación. Los ciclos iniciales se ejecutan al inicio de la prueba y sirven para revisar el equipo de aplicación de carga y de medición de desplazamiento y la respuesta fuerza-desplazamiento ante pequeñas amplitudes. Un ciclo primario es un ciclo de mayor amplitud grande que los ciclos iniciales y le siguen ciclos de declinación de menor amplitud. Todos los ciclos de declinación tienen una amplitud igual al 75% de la amplitud del ciclo primario anterior. Se sigue la secuencia siguiente:

- Seis ciclos de amplitud 0.05Δ (ciclos iniciales).
- Un ciclo primario de amplitud 0.075Δ
- Seis ciclos de declinación.

- Un ciclo primario de amplitud 0.1Δ
- Seis ciclos de declinación.
- Un ciclo primario de amplitud 0.2Δ
- Tres ciclos de declinación.
- Un ciclo primario de amplitud 0.3Δ
- Dos ciclos de declinación.
- Un ciclo primario de amplitud 0.4Δ
- Dos ciclos de declinación.
- Un ciclo primario de amplitud 0.7Δ
- Dos ciclos de declinación.
- Un ciclo primario de amplitud 1.0Δ
- Dos ciclos de declinación.
- Etapas iguales con amplitudes creciendo de 0.5Δ es decir un ciclo primario con una amplitud igual al ciclo primario anterior más 0.5Δ , seguido por dos ciclos de declinación.

El desplazamiento de referencia Δ es el desplazamiento máximo que se espera en la prueba. Por la tanto es necesario determinar este desplazamiento antes de la prueba. Se podrá tomar el desplazamiento encontrado en la prueba estática de carga lateral.



Gráfica 1. Programa de carga para prueba cíclica.

Bibliografía.

- AIS (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica). (2001). *Manual de construcción sismo resistente de viviendas en bahareque encementado*. Colombia.
- AIS (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica). (2004). *Manual de evaluación y rehabilitación y refuerzo de viviendas de bahareque tradicionales construidas con anterioridad a la vigencia del decreto 052 de 2002*. Colombia.
- AIS (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica). (2010a). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10*. 23–28.
- AIS (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica). (2010b). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10*. 23–28.
- Arbelaez, J., and Correal, J. F. (2012). "Racking Performance of Traditional and Non-Traditional Engineered Bamboo Shear Walls." *Key Engineering Materials*, 517, 171–178.
- Correa V., Queiros M., Ordóñez V., López L., Flores E., Zapato J. (2014). "El bahareque, un sistema constructivo sismo-resistente y sustentable para soluciones de vivienda social en México" XIX CNIE, Puerto Vallarta, México
- El ghazouli, A. Y., Málaga-Chuquitaype, C., Lawrence, A., Kaminski, S., and Coates, K. (2013). *Seismic Testing of Sustainable Composite Cane and Mortar Walls for Low-Cost Housing in Developing Countries*. Project Report, Institution of Civil Engineers, Imperial College London, 51.
- Earthquake Engineering Research Institute. (1999). "El Quindío, Colombia Earthquake, January 25, 1999." Reconnaissance Rep., Oakland, CA.
- Farbiarz F., J. (2001). "Behaviour of bamboo bahareque walls and assemblies." *Proceedings of the International Workshop on the Role of Bamboo in Disaster Avoidance*, INBAR, Quayaquil, Ecuador, 98–103.
- Flórez Domínguez, J. O., Gómez Arias, C. M., and Polanco Flórez, J. E. (2002). "Comportamiento dinámico de construcciones en bahareque encementado." Trabajo de Grado, Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- Gómez Buitrago, B. (2002). "Evaluación del comportamiento de viviendas de bahareque con el sismo del 25 de enero de 1999." Trabajo de Grado, Universidad Nacional de Colombia, Manizales.
- González, G., and Gutiérrez, J. (2004). "Cyclic Load Testing of "Bamboo Bahareque" Shear Walls for Housing Protection in Earthquake Prone Areas."
- González, G., and Gutiérrez, J. (2005). "Structural performance of bamboo 'bahareque' walls under cyclic load." *Journal of Bamboo & Rattan (VSP International Science Publishers)*, 4(4), 353–368.
- Herrera Martínez Juan Carlos, and Takeuchi Tam Caori Patricia. (2009). "Comportamiento de pórticos en Guadua angustifolia, rigidizados mediante paneles prefabricados en bahareque." *Ingeniería e Investigación*, 29(3), 5–12.
- López, L., and Silva, M. (2000). "Comportamiento sismo-resistente de estructuras en bahareque." Trabajo de Grado, Universidad Nacional de Colombia, Manizales.

- Murià Vila, D. y González Alcorta, R. (1995), "Propiedades dinámicas de edificios de la ciudad de México", *Revista de Ingeniería sísmica*, No. 51, 25-45 (1995).
- Murià Vila D., Rodríguez G. (2002), "Análisis de registros sísmicos obtenidos de 1993 a 1998 en el edificio JAL", *Series del Instituto de Ingeniería, Instituto de Ingeniería, UNAM*, No. 541.
- Murià Vila D., (2007) "Experiencia Mexicana sobre la respuesta sísmica de edificios instrumentados", Trabajo de ingreso a la Academia de Ingeniería, agosto, México.
- Picazo Carreño, A. (2013). "Proyecto de una vivienda sostenible a partir del sistema constructivo denominado 'Bahareque' (Manizales, Colombia)." Bachelor thesis, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona.
- Santamaría Moya, R. A. (2001). "Guía para el diseño y reparación de viviendas en bahareque de uno y dos pisos." Trabajo de Grado, Universidad Nacional de Colombia, Manizales.
- Seaders, P., Gupta, R., and Miller, T. (2009). "Monotonic and Cyclic Load Testing of Partially and Fully Anchored Wood-Frame Shear Walls." *Wood and Fiber Science*, 41(2), 145–156.
- Takeuchi, C., Lamus, F., Malaver, D., Herrera, J. C., and River, J. F. (2009). "Study of the Behaviour of Guadua Angustifolia Kunth Frames." *VIII World Bamboo Congress Proceedings*, Thailand, 42–58.
- Trujillo, D. J. A., Ramage, M., and Chang, W.-S. (2013). "Lightly modified bamboo for structural applications." *Proceedings of the ICE - Construction Materials*, 166(4), 238–247.

Laboratorio de Estructuras Grandes (LEG – CENAPRED)
Subdirecciones de Riesgos Estructurales y Vulnerabilidad Estructural
Dirección de Investigación
CENAPRED – México

Lineamientos de uso de espacios, equipo e instalaciones pertenecientes al Laboratorio de Estructuras Grandes del CENAPRED (LEG – CENAPRED)

1. Requisitos generales

Todo proyecto de estudio experimental a desarrollarse en el LEG – CENAPRED que ha sido aceptado por la Dirección General del CENAPRED, deberá cumplir con los siguientes conceptos:

- 1.1 Elaboración y establecimiento de un convenio específico de colaboración entre la institución interesada en la realización y/o patrocinio del proyecto, y el CENAPRED, documento que tiene el propósito de establecer los lineamientos y tiempos para la entrega de las aportaciones (generalmente en especie) por el uso del LEG-CENAPRED, según resulte de la aplicación del manual para determinar los costos por uso del LEG. Además, dentro del convenio específico, se deberá establecer un comité de evaluación de los avances durante el desarrollo del proyecto; dicho comité estará conformado por dos miembros nombrados por la institución que, junto con el CENAPRED, está desarrollando los trabajos de investigación, y otros tres miembros que serán el Director General, el Director de Investigación y el Subdirector de Estructuras y Geotecnia del CENAPRED.
- 1.2 Presentar un programa de trabajo a desarrollar dentro del LEG-CENAPRED, indicando los nombres de los investigadores pertenecientes de la subdirección de Estructuras y Geotecnia que colaborarán dentro del grupo de investigación de dicho proyecto. En el programa de trabajo se deberá especificar que herramientas y equipos se requieren, así como el diseño del aparato de carga y de los dispositivos para instrumentación externa de los modelos a probar.
- 1.3 La presentación del programa indicado en el párrafo anterior obedece a que, conjuntamente con personal de la Dirección de Investigación del mismo Centro, se establecerá la distribución más adecuada y eficiente de espacio dentro del LEG-CENAPRED. Además, con base en la información, se determinarán los costos correspondientes al uso del laboratorio y los equipos requeridos para el adecuado desarrollo de las pruebas.

2. Requisitos de seguridad

Una vez cumplidos los requisitos generales, el grupo de trabajo de cada proyecto deberá respetar los siguientes lineamientos generales:

- 2.1 El responsable del proyecto deberá presentar, antes del inicio de las labores dentro de los laboratorios, una constancia de seguro médico de todo el personal que dentro del proyecto vaya a realizar labores.
- 2.2 Se deberá presentar una lista del personal, externo al CENAPRED, que vaya a participar en las diferentes labores del proyecto dentro de los laboratorios. En dicha lista se deberá indicar los niveles de cada participante (por ejemplo, becario, ingeniero, investigador, líder de proyecto, etc.), la presentación de la lista es importante porque el personal de vigilancia del CENAPRED permitirá el acceso a laborar en los laboratorios únicamente a personas incluidas en las listas de colaboradores los proyectos.
- 2.3 Durante el desarrollo de los trabajos en los laboratorios, siempre deberá estar presente un responsable del proyecto.
- 2.4 El horario de uso de los laboratorios del CENAPRED será a partir de las 9:00 horas, hasta las 18:00 horas.

3. Requisitos de trabajo

- 3.1 Para proyectos que ingresen a los laboratorios del CENAPRED, o para aquellos que se desarrollen en otras instituciones, se podrá acceder al uso de herramienta, equipo o maquinaria perteneciente a los laboratorios de la Subdirección de Estructuras y Geotecnia de la Dirección de Investigación del CENAPRED. El esquema para lo anterior es por medio de la presentación del formato de préstamo o renta de equipo, el cual será proporcionado por la Subdirección de Estructuras y Geotecnia (se anexa al presente los dos formatos). Los formatos se presentarán en original a la subdirección, y con copias a la Dirección de Investigación y a la Dirección Administrativa del CENAPRED.
- 3.2 Para proyectos que ingresen a los laboratorios del CENAPRED se podrá usar equipo, herramienta y/o maquinaria externa, para lo cual deberá llenar un formato de acceso con el personal de vigilancia del CENAPRED, el cual enterará a las direcciones Administrativa y de Investigación por medio de copia simple del formato de acceso llenado.
Junto con el formato de acceso llenado, el responsable del proyecto deberá presentar una carta de responsiva legal en la que se deslinda de toda responsabilidad al CENAPRED y al personal del mismo ante cualquier avería o desperfecto que sufra el equipo, herramienta y/o maquinaria.
- 3.3 Al inicio de las labores dentro de los laboratorios del CENAPRED, el técnico de los laboratorios le hará entrega al responsable del proyecto de una caja de herramientas, dicha caja contendrá las herramientas necesarias para la mayoría de los trabajos manuales que se requieran dentro de los laboratorios. En el proceso de entrega – recepción de la caja de herramientas del proyecto, el responsable del proyecto, junto con el técnico del laboratorio, llenará una forma en la que se especifique la lista de herramientas entregada y el estado de las mismas.
Al término del proyecto se deberá regresar la caja de herramientas completa. En caso de pérdida se deberá restituir la herramienta por una nueva.
En caso de requerir herramientas adicionales a las entregadas con la caja de herramientas del proyecto, se deberá hacer una petición por escrito al técnico del laboratorio, con copia a la Subdirección de Estructuras y Geotecnia. La petición deberá ir firmada por el responsable del proyecto.
- 3.3 Con base en lo presentado según se indica en el inciso 1.2, se determinará, junto con los investigadores del CENAPRED asignados al proyecto y el técnico del laboratorio, el número de cada tipo de transductores necesarios para cumplir con los objetivos del dispositivo de instrumentación planteado en el protocolo del proyecto. Se deberá llenar un formato donde se indiquen las características de los transductores, su número de fábrica y el estado físico que guarda al momento del inicio de los trabajos en el laboratorio. Una vez llenado el formato, se deberá firmar por el responsable del proyecto, el técnico del laboratorio y el subdirector de estructuras y geotecnia en el proceso de entrega - recepción.
Al término del proyecto se deberán regresar todos los transductores de desplazamientos usados, que son propiedad del CENAPRED y que están incluidos en el formato de la caja de herramientas completa. En caso de pérdida o avería de cualquiera de los aparatos incluidos en la lista, el responsable del proyecto deberá comprometerse a restituirlo por uno nuevo o reparar el existente.

Notas adicionales:

1. Los medidores de deformaciones unitarias (strain gauges) no serán proporcionados por el CENAPRED, en la propuesta financiera del proyecto deberá estar contemplada la compra del número suficiente de strain gauges requeridos para el desarrollo del proyecto.
2. Cualquier equipo o instrumento que no pertenezca al CENAPRED y se desee usar dentro del LEG – CENAPRED durante el desarrollo del proyecto, deberá cumplir con los procedimientos de ingreso y salida que establece el CENAPRED.
3. Todo aspecto adicional, no contemplado en esta propuesta, deberá ser evaluado conjuntamente entre el grupo de investigación del proyecto a llevarse a cabo, el personal de la Dirección de Investigación y la Dirección Administrativa del CENAPRED.