



Centro Educativo Cruz Azul
CAMPUS LAGUNAS, OAXACA
UNAM SÍ CLAVE: 6914



“Economizando la estructura de una forma segura”

Clave de registro de proyecto: **CIN2018A20123**

Nombre de los autores:

Aldino Desena, Dulce Abril

Toledo de Jesús, Karla Joana

Área de conocimiento: **Ciencias Fisicomatemáticas y de las Ingenierías**

Disciplina: **Física**

Tipo investigación: **Desarrollo Tecnológico**

Nivel: **Bachillerato**

Nombre del asesor: **Gutiérrez Alonso, Carlos Roberto.**

Lagunas, Oaxaca, Febrero 2018

Índice

	Página
Resumen ejecutivo	
Resumen	
1.- Introducción.....	7
2.- Planteamiento del problema.....	7
3.- Objetivos.....	8
3.1.- Objetivo general.....	8
3.2.- Objetivos específicos.....	8
4.- Hipótesis.....	8
5.- Justificación.....	9
6.- Fundamentación teórica.....	9
6.1.- Antecedentes históricos.....	12
6.2.- Características de la Tridilosa.....	12
6.3.- Componentes utilizados en la Tridilosa.....	13
6.3.1.- Varilla cuadrada de 3/8 de pulgada.....	13
6.4.- Ventajas de la estructura.....	14
6.5.- Inconvenientes de la estructura.....	14
7.- Metodología.....	15
7.1.- Primera etapa.....	15
7.2.- Segunda etapa.....	16
8.- Resultados.....	16
9.- Conclusiones.....	17
9.1 Conclusiones sobre el objetivo general.....	18
9.2 Conclusiones sobre los objetivos específicos.....	18
10.- Recomendaciones y futuras líneas de investigación.....	18
11.- Fuentes de información.....	19
12.- Anexos.....	20

Resumen ejecutivo

El sistema de la Tridilosa con celosía espacial está formado por dos celosías las cuales constan de tres mallas: superior, intermedia e inferior, conectadas por diagonales, formando una celosía de base cuadrada conectada por sus vértices y losa de concreto inferior y/o superior. La losa reticular mixta prefabricada industrialmente está formada por dos mallas metálicas y conectando por separadores o diagonales que unen dicha barra de modo que formen un reticulado de base cuadrada.

Debido al reciente sismo vivido el 7 de septiembre de 2017 en México, se pudo comprobar que desafortunadamente en la comunidad de Santo Domingo Petapa, Oaxaca, muchas viviendas no contaban con un techo seguro para este tipo de situaciones. Hoy en día las construcciones son demasiado vulnerables, lo cual no les permiten equilibrar de una forma correcta el peso de la misma, esto desencadena ciertos riesgos que pueden llegar a afectar la integridad de la familia que mora en el hogar, ante ello nos formulamos la siguiente pregunta ¿Puede ser la Tridilosa una estructura segura y económica para la construcción de techados en las casas afectadas por los sismos en la comunidad de Santo Domingo, Petapa?

El proyecto tiene como objetivo general Investigar la factibilidad técnica y económica que permita desarrollar la estructura de una Tridilosa que pueda servir como propuesta de cubierta del techo en la reconstrucción de casas afectadas por el terremoto del 7 de septiembre de 2017 en la comunidad de Santo Domingo Petapa, Oaxaca.

Los objetivos específicos que se plantean son dar a conocer y analizar las características de la Tridilosa como una estructura segura y económica para la reconstrucción de viviendas en la comunidad de Santo Domingo, Petapa, Oaxaca.

Mostrar los riesgos y beneficios de la Tridilosa como cubierta en un techado.

Desarrollar un prototipo que permita observar la resistencia y seguridad de la estructura.

Nuestras conjeturas son que la Tridilosa es una estructura mixta de concreto y acero que es segura y económica por que se compone de elementos tubulares soldados u atornillados a placas de conexión, tanto en el superior como en el inferior que generalmente son capas de estructuras tridimensionales preparados para resistir las inclemencias del tiempo y fenómenos naturales como los terremotos.

Como fundamentación teórica se establece que, según el uso a que se destine a la Tridilosa, ésta puede ahorrar hasta el 80% del concreto, el 40% del fierro y la

mitad del costo de una obra; en consecuencia, no es muy popular entre contratistas/ constructores porque reduce los márgenes de donde sacar ganancias, así como los porcentajes negros de los funcionarios que se encargan de contratar las obras.

La losa reticular mixta prefabricada es aplicable para obtener sistemas de tres o más inclinaciones, además de que funciona como un colchón de aire situado entre las capas de concreto, es un aislante térmico extraordinario y se puede considerar que se cumple el mismo principio de aislamiento térmico que produce un doble vidrio en una ventana, separada también por un colchón de aire, para que la transmisión del calor se pueda realizar.

La Tridilosa tiene la propiedad de que al ser una estructura formada por un sistema de fuerzas en el espacio, no concurrentes, no paralelas, puede reducirse ese sistema a dos únicas fuerzas cruzadas en el espacio. El ingeniero Heberto Castillo Martínez, desarrollo en 1962 el sistema estructural de entrepiso tridimensional mixto, compuesto de acero y concreto. Es una estructura versátil, lo cual permite que se utilice en la construcción no sólo de edificios, sino también de puentes vehiculares o peatonales, domos e incluso en techumbres de hogares comunes.

En las cátedras que impartió durante más de 20 años en diferentes instituciones educativas demostró sus teorías. Tales estudios los plasmó en diversos libros de su autoría, que presentó en múltiples congresos de ingeniería llevados a cabo en Europa y Asia, a los que fue invitado. Desde 1965 los llevó a la práctica en diversas construcciones a nivel nacional, entre las que destacan el hotel de México hoy llamado World Trade Center, el cual es un edificio de 55 niveles.

Con el presente trabajo se logró desarrollar el prototipo de la estructura Tridilosa mediante la utilización de varilla soldados entre sí, en la parte superior se encuentra una pequeña capa de concreto capaz de proteger a la estructura de fenómenos físicos ambientales; recurriendo a las propiedades del sistema sin dejar fuera durante la estructuración las propiedades geométricas y los criterios de dimensionamiento. Mediante nuestro proceso documental pudimos comprender de

mejor manera el sistema de funcionamiento mediante la comprensión y la tensión, sin embargo, también nos dimos cuenta de que este tipo de estructura no es directamente utilizada de forma muy recurrente en sus hogares porque se desconoce de ella y además se necesita de un proceso tedioso en la soldadura.

En conclusión, nuestra hipótesis es aceptada debido a que la Tridilosa permite el ahorro económico de aproximadamente 18% comparado con un sistema de losas de concreto convencional, efectivamente es eficaz y seguro ante movimiento sísmicos. Debido a sus capas de estructuras tridimensionales se muestra seguro y económico ante la sociedad. Nuestros objetivos planteados al inicio del proyecto fueron alcanzados.

Es necesario e indispensable que esta estructura se dé a conocer en la sociedad y que las administraciones de las que depende la regulación del sector de construcción propongan la estructura dentro de sus procesos de mejora en techumbres y se tomé en el sector publicitario como parte de una medida de ahorro económico y por qué no, en favor a una mayor seguridad.

Una de nuestras futuras líneas de investigación es la implementación de este tipo de estructura en lugares afectados durante el sismo pasado, como una alternativa de las construcciones en Oaxaca.

Resumen

El contenido del presente está orientado para introducirnos a los conceptos de la Tridilosa, desde los materiales que lo conforman hasta el soporte estructural en las edificaciones dando énfasis a la importancia de integrar la estructura al diseño arquitectónico de viviendas; de igual manera se pretende adquirir conocimientos y herramientas para resolver problemas.

Este proyecto tiene la finalidad que mediante las exposiciones e investigación, se analice el proceso constructivo, así mismo, se aprenda la tecnología de la Tridilosa para su aplicación dentro del hogar. Esta información no sólo es necesaria para comprender la elaboración y estructura de la Tridilosa, sino servirá también como un auxiliar para el diseño y ejecución de proyectos arquitectónicos que involucren este tipo de sistema estructural. El ingeniero Heberto Castillo Martínez, desarrollo en 1962 un sistema estructural de entrepiso tridimensional mixto, compuesto de acero y concreto, al que llamó Tridilosa, la cual tiene la propiedad de que al ser una estructura formada por un sistema de fuerzas en el espacio, no concurrentes, no paralelas, puede reducirse ese sistema a dos únicas fuerzas cruzadas en el espacio y que a su vez se pueden hacer equivalentes a un par, una fuerza, que el par equivale a lo que en una losa convencional se conoce como par de flexión o par de torsión.

El sistema, se puede aplicar como piso cuya sección transversal es recta en las dos celosías espaciales y como cobertura donde la celosía inferior es recta y variable, además se adapta requerimientos arquitectónicos.

Palabras Clave: Tridilosa, Losa económica, estructura tridimensional.

Abstract

The content of the present is oriented to introduce us to the concepts of the Tridilosa, from the materials that conform it to the structural support in the buildings emphasizing the importance of integrating the structure to the architectural design; in the same way, it is intended to acquire knowledge and tools to solve problems.

This project has the purpose that through exhibitions and research, the construction process is analyzed; likewise, learn the technology of the Tridilosa for its application within the home. This information is not only necessary to understand the elaboration and structure of the Tridilosa, but it will also serve as an auxiliary for the design and execution of architectural projects that involve this type of structural system. The engineer Heberto Castillo Martinez, developed in 1962 a structural system of mixed three-dimensional mezzanine, composed of steel and concrete, which he called Tridilosa, which has the property that being a structure formed by a system of forces in space, concurrent, not parallel, that system can be reduced to two unique forces crossed in space and that in turn can be made equivalent to a pair, a force, that the torque is equivalent to what in a conventional slab is known as a pair of bending or torque.

The system can be applied as a floor whose cross section is straight in the two spatial lattices and as a cover where the lower lattice is straight and variable, it also adapts architectural requirements

Keywords: Tridilosa, economic slab, three-dimensional structure.

1. Introducción:

El sistema Tridilosa con Bicelosía espacial compuesta está formado por dos celosías los cuales constan de tres mallas: superior, intermedia e inferior, conectadas por diagonales, formando una celosía de base cuadrada conectada por sus vértices y losa de concreto inferior y/o superior.

La losa reticular mixta prefabricada industrialmente está formada por dos mallas metálicas y conectando por separadores o diagonales que unen dicha barra de modo que formen un reticulado de base cuadrada.

El sistema, se puede aplicar como piso cuya sección transversal es recta en las dos celosías espaciales y como cobertura donde la celosía inferior es recta y variable, la celosía superior adaptándose así a los requerimientos arquitectónicos.

2. Planteamiento del problema

Debido al reciente sismo vivido el 7 de septiembre de 2017 en México, se pudo comprobar que desafortunadamente en la comunidad de Santo Domingo Petapa, Oaxaca, muchas viviendas no contaban con un techo seguro para este tipo de situaciones. Hoy en día las construcciones son demasiado vulnerables, lo cual no les permiten equilibrar de forma correcta el peso de la misma, esto desencadena ciertos riesgos que pueden llegar a afectar la integridad de la familia que mora en el hogar.

Uno de los problemas es el no saber identificar la causa precisa de la caída de casas por el mal equilibrio de sus techos; después de una observación del sitio se ha identificado que el peso del techado de las casas convencionales se encuentra en condiciones no favorables era demasiado voluminoso, además que la mayoría de las casas no siguieron al pie de la letra las normatividades establecidas para la construcción en el estado de Oaxaca.

Sabemos que el entorno social de una familia se ve ligado directamente en la seguridad de cada uno de sus individuos, y al desarrollar un techo con las condiciones adecuadas favorecerán los factores necesarios para poder llegar y obtener esa seguridad.

Por lo que nos planteamos lo siguiente ¿Puede ser la Tridilosa una estructura segura y económica para la construcción de techados en las casas afectadas por los sismos en la comunidad de Santo Domingo, Petapa?

3. Objetivos

3.1 Objetivo general:

- Investigar la factibilidad técnica y económica que permita desarrollar la estructura de una Tridilosa que pueda servir como propuesta de cubierta del techo en la reconstrucción de casas afectadas por el terremoto del 7 de septiembre de 2017 en la comunidad de Santo Domingo Petapa, Oaxaca.

3.2 Objetivos específicos:

- Dar a conocer y analizar las características de la Tridilosa como una estructura segura y económica para la reconstrucción de viviendas en la comunidad de Santo Domingo, Petapa, Oaxaca.
- Mostrar los riesgos y beneficios de la Tridilosa como cubierta en un techado.
- Desarrollar un prototipo que permita observar la resistencia y seguridad de la estructura.

4. Hipótesis:

La Tridilosa es una estructura mixta de concreto y acero que es segura y económica por que se compone de elementos tubulares soldados u atornillados a placas de conexión, tanto en el superior como en el inferior que generalmente son capas de estructuras tridimensionales preparados para resistir las inclemencias del tiempo y fenómenos naturales como los terremotos.

5. Justificación:

Al ver la situación después del terremoto del 7 de septiembre de 2018, creamos un nuevo punto de vista acerca de cómo poder lograr que un hogar sea seguro ante los sismos.

Nuestro interés nos hizo investigar opciones para poder resolver nuestra problemática y pudimos descubrir la existencia de la Tridilosa que, por ser segura y de una estructura ligera y resistente es utilizada en espaciosa construcciones. Viendo la necesidad y ante la gran opción decidimos proponer la Tridilosa como una opción para la reconstrucción de hogares.

6. Fundamentación teórica

Según el uso a que se destine a la Tridilosa, ésta puede ahorrar hasta el 80% del concreto, el 40% del fierro y la mitad del costo de una obra; en consecuencia, no es muy popular entre contratistas/ constructores porque reduce los márgenes de donde sacar ganancias, así como los porcentajes negros de los funcionarios que se encargan de contratar las obras.

La losa reticular mixta prefabricada es aplicable para obtener sistemas de tres o más inclinaciones, además de que funciona como un colchón de aire situado entre las capas de concreto es un aislante térmico extraordinario y se puede considerar que se cumple el mismo principio de aislamiento térmico que produce un doble vidrio en una ventana, separada también por un colchón de aire para que la transmisión del calor se pueda realizar.

La Tridilosa tiene la propiedad de que al ser una estructura formada por un sistema de fuerzas en el espacio, no concurrentes, no paralelas, puede reducirse ese sistema a dos únicas fuerzas cruzadas en el espacio y que a su vez se pueden hacer equivalentes a un par y una fuerza, en que el par equivale a lo que en una losa convencional se conoce como par de flexión o par de torsión. Por todo lo anterior, en la Tridilosa se han eliminado estos problemas, ya que éstos actúan simples fuerzas axiales de compresión o de tensión a lo largo de la losa.

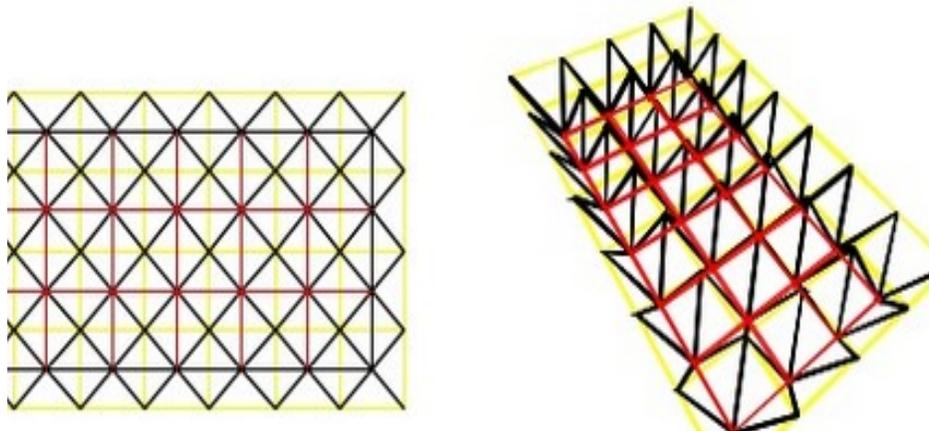


Figura 1. Sistema de base modular de una Tridilosa, recuperado de <https://es.slideshare.net/ChristianFranciscoMe/tridilosasa>.

Las principales características de este sistema son:

a) Las condiciones más simples son en las que los elementos de la estructura trabajen a tensión y a compresión exclusivamente, es decir, a esfuerzos simples. Según el concepto clásico de la losa o de concreto armado, se tiene una zona de compresión arriba del eje neutro y una zona de tensión debajo de él, el concreto que se encuentra en la zona de tensión no trabaja e incluso se agrieta.

La losa constituye como es sabido aproximadamente el 66% del peso de la estructura, pues bien en la Tridilosa se consigue eliminar este porcentaje de peso muerto de la estructura tradicional ya que en ella no existe concreto fracturado, con un peso muerto que oscila de 100 a 240 kg/m² como máximo, para elementos con claros de 20.0 m. el espesor de 5 cm. De la capa de concreto es suficiente para absorber la compresión que originaría una carga de 1000 kg/m².

En la parte superior la Tridilosa lleva una capa de concreto de 5 cm. De espesor aprox. que sirve de elemento resistente a la compresión. En la parte inferior se puede poner también otra capa de concreto de 4 a 5 cm. De espesor, o solamente plafón, como en nuestro caso.

b) La Tridilosa es una estructura hiperestática con un gran número de incógnitas respecto a su funcionamiento y estabilidad (razón por la cual al ocurrir una falla local de la estructura se efectúa una redistribución de esfuerzos pero subsistiendo el equilibrio) se puede comprender al considerar que en una viga continua de cuatro apoyos.

Por ejemplo: puede prestarse una falla en uno de ellos sin que se presente bruscamente el colapso de la estructura y que en cambio, es obvio que en una viga simplemente apoyada al suprimir uno de los apoyos el colapso sea inmediato. Entonces al ser la Tridilosa una estructura de un grado muy alto de hiperestaticidad, soporta una gran cantidad de deficiencias en la construcción.

c) La Tridilosa es un buen aislante térmico y funciona como un colchón de aire situado entre las capas de concreto.

d) La Tridilosa es un buen aislante acústico gracias a que el colchón de aire que queda entre las dos capas de concreto origina también el que la Tridilosa sea un excelente aislante acústico.

e) La Tridilosa no tiene problemas de flexión, torsión ni de cortante ya que tiene la propiedad de que al ser una estructura formada por un sistema de fuerzas en el espacio no concurrentes, no paralelas, puede reducirse ese sistema a dos únicas fuerzas cruzadas en el espacio y que a su vez se pueden hacer equivalentes a un par y una fuerza, en que el par equivale a lo que en una losa se conoce como par de flexión o par de torsión.

Por todo lo anterior, en la Tridilosa se ha eliminado el problema de la flexión, torsión y cortante ya que se puede decir que nunca una Tridilosa fallara por ninguno de estos problemas gracias a que estos no existen, sino que actúan como simples fuerzas axiales de compresión o de tensión a lo largo de la losa.

f) La Tridilosa tiene una carga muerta menor porque es una estructura que al aumentar su peralte no aumenta su peso, pero sí su resistencia de tal forma que la relación: Peso muerto/carga útil, es baja y esto quiere decir que una carga muerta

muy pequeña es capaz de resistir grandes cargas útiles, porque la supresión del concreto fracturado es un aumento en la posibilidad de carga útil.

6.1 Antecedentes históricos de la estructura.

El ingeniero Heberto Castillo Martínez, desarrollo en 1962 un sistema estructural de entrepiso tridimensional mixto, compuesto de acero y concreto, al que llamó Tridilosa. Es una estructura versátil, lo cual permite que se utilice en la construcción no sólo de edificios, sino también de puentes vehiculares o peatonales, domos e incluso en techumbres de hogares comunes.

En las cátedras que impartió durante más de 20 años en diferentes instituciones educativas demostró sus teorías. Tales estudios los plasmó en diversos libros de su autoría, que presentó en múltiples congresos de ingeniería llevados a cabo en Europa y Asia, a los que fue invitado. Desde 1965 los llevó a la práctica en diversas construcciones a nivel nacional, entre las que destacan el hotel de México hoy llamado World Trade Center, el cual es un edificio de 55 niveles.

Recientemente se utilizó la Tridilosa en la Torre Chapultepec que cuenta con 24 pisos, en Polanco, y en el conjunto Teatro Alemana, todos en la ciudad de México. A nivel internacional, e países como Venezuela y Perú, también se ha empleado esta estructura.

Dicho sistema es resultado de muchos años de investigación, cuyo fin es optimizar y racionalizar el diseño y la construcción de estructuras utilizando el concreto y el acero. (Heberto Catillo Juárez. 2013)

6.2 Características de la Tridilosa

El principio de funcionamiento de la Tridilosa es sencillo. Se considera la flexión (compresión y tensión), la torsión (sólo en forma secundaria) y el cortante. El concreto toma los esfuerzos de compresión ocasionados por la flexión que puede ir por arriba o por abajo si hubiere inversión de momentos; la tensión ocasionada

por la misma flexión se toma como el acero; la torsión, como el armado transversal y el cortante con las diagonales espaciales (no contenidas en planos verticales) de diferentes perfiles estructurales de acero, las cuales trabajan a tensión y compresión puras. (INACAP, 2016)

La diferencia fundamental con las losas de concreto armado, en sus diversas variantes, es que la Tridilosa no contiene relleno como las losas tradicionales. El concreto del cordón de compresión trabaja a un esfuerzo constante en una sección rectangular, a diferencia del concreto en una losa o trabe donde varía linealmente, dependiendo esto de la profundidad del punto donde se mide el esfuerzo. Se ahorra así aproximadamente 66% del concreto.

Esto hace disminuir el peso propio de la losa o trabe en esa misma proporción y, consecuentemente, el del acero.

6.3 Componentes utilizados en la Tridilosa

En la mayoría de los casos al referirnos a una techumbre compleja es usual que se requiera de diversos componentes, en el caso de la Tridilosa es totalmente lo contrario debido a que por ser ligera solo se necesita de la varilla quien a su vez se encontrará soldada entre sí. Así logrando la estructura y en cuanto al recubrimiento superior, este puede variar según las necesidades que se presenten. En este caso se utilizará un pequeño recubrimiento de concreto delgado de 5 cm sobre la estructura.

6.3.1.- Varilla cuadrada de 3/8 de pulgada

La varilla cuadrada se compone el calor producido por el arco, se funde el extremo del electrodo y se quema el revestimiento, produciéndose la atmósfera adecuada para que se produzca la transferencia de las gotas del metal fundido desde el alma del electrodo hasta el baño de fusión en el material de base. Se optó por este tipo de varilla porque a pesar de ser un poco más cara que la corrugada muestra una mayor adaptación y comportamiento adecuado hacia la soldadura, debido a que a ciencia cierta el procesamiento de este tipo de varilla en comparación con la

corrugada lleva un proceso de terminación conocido como crudo; facilitando de esta manera la soldadura.

Se comercializa en longitud estándar de 6 metros de acuerdo con la norma ASTM A-36. Existe variedad entre el número de varilla, pero la 3/8 realizar una mejor labor en la techumbre de una vivienda, dando consigo un espesor promedio de 9,00 mm y un peso nominal de 0,635 km/ m. (Homecenter, 2013)

En cuanto al recubrimiento superior se presenta un colado usual compuesto por una mezcla de cemento, arena y grava.

6.4.- Ventajas de la estructura:

- Resistente ante movimientos sísmicos
- Ahorro económico en la inversión de materiales
- Rapidez en la construcción de la techumbre
- Condiciones favorables para cualquier tipo de instalación eléctrica
- Transmisión de las cargas plenamente definida
- A medida que aumenta el peralte disminuye el peso
- Ahorro de concreto del 50% como mínimo
- Forma un colchón de aire térmico y acústico
- Todos los elementos pueden ser diseñados independientemente unos con otros
- El peso propio de las partes estructurales es del orden de 50% de las losas planas
- Apegada al Reglamento de Construcción del Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias

6.5.- Inconvenientes de la estructura:

- Requisición de personal especializado para la soldadura
- La tensión no actúa directamente sobre cada barra
- Todos los elementos de la composición deberán ser rectos
- Manejo trabajoso en la soldadura
- Necesidad de más mano de obra
- Mayor laboriosidad en la soldadura
- Más laborioso en el proceso de la cimbra
- Se vuelve más espaciosa la techumbre del hogar

- Mayor dificultad en techumbres de hogares en comparación con lugares más espaciosos.

7. Diseño Metodológico

La metodología empleada en el presente proyecto fue de un corte documental – experimental. Para la etapa documental se procedió a realizar la búsqueda de información en libros, documentos de internet, sitios web y revistas digitales especializadas en el tema, todo con el fin de que nos permitiera construir un marco teórico preciso y conocer los elementos que intervienen en el conocimiento y el proceso de desarrollo de nuestro prototipo.

Por otra parte, en la etapa experimental se fue desarrollando la estructura y procedimientos que permitieran lograr la construcción de un prototipo de muestra, para realizar las pruebas, permitiéndonos generar hasta el momento un avance significativo en los resultados.

Para el desarrollo del prototipo se realizaron en dos etapas:

7.1.- Primera etapa (soldadura de la estructura):

- Materiales empleados:
- Varilla cuadrada 3/8
- Soldador
- Cautín
- Esmeril

Procedimiento: Primero se cortó la varilla debidamente con el esmeril, por ende, se obtuvieron tramos de 50 y 25 cm. Con ayuda del soldador y el cautín se fueron uniendo los tramos de varillas conforme a la estructura. Como producto final se obtuvo una estructura de 50cm x 50cm

7.2.- Segunda etapa (Cimbrado y colado superior):

Materiales empleados:

- Polines
- Tabla
- Martillo

- Clavos
- Malla gallinera
- Cemento
- Arena
- Grava
- Agua
- Cuchara

Procedimiento: En esta segunda etapa se llevó a cabo el colado sobre la estructura soldada, pero para hacer esto posible se cimbró las tablas como sostén del concreto y se colocó la malla como reforzamiento. Posteriormente en un espacio de construcción se realizó la mezcla del concreto proporcionales con 5 litros de agua, 1 bote de arena, 1.5 botes de grava y 1/4 bulto de cemento, todo esto fue la mezcla del recubrimiento y con la cuchara se limpió para después dejarla secar por un día, una resistencia de $f'c=2000\text{Kg/cm}^2$. A la mañana siguiente se mojó y en la tarde se despegó la cimbra para obtener el concreto sobre la estructura de Tridilosa.

8. Resultados

Se logró desarrollar el prototipo de la estructura Tridilosa mediante la utilización de varilla soldadas entre sí, en la parte superior se encuentra una pequeña capa de colado de 5cm capaz de proteger a la estructura de fenómenos físicos ambientales; recurriendo a las propiedades del sistema sin dejar fuera durante la estructuración las propiedades geométricas y los criterios de dimensionamiento.

Mediante nuestro proceso documental pudimos comprender de la mejor manera el sistema de funcionamiento mediante la comprensión y la tensión, sin embargo, también nos dimos cuenta que este tipo de estructura no es directamente utilizada de forma muy recurrente en sus hogares porque se desconoce de ella y además se necesita de un proceso tedioso en la soldadura.

Se lograron comprender las bases teóricas necesarias que permitan la integración y funcionamiento del sistema de techumbres en hogares. A su vez pudimos desarrollar el prototipo de la Tridilosa y soporta un peso de 150 kg en constante movimiento, sobre una estructura de 50 cm x 50cm, fue posible comprobar su funcionamiento de manera que el peso no recaía directamente en los sostenes de la estructura, (en el caso de los hogares nos referimos a las columnas) sino se dispersan de forma proporcional en toda la estructura y lo mismo sucedió durante el constante movimiento las propiedades de comprensión y tensión generaron una mayor estabilidad. De manera teórica se pudo establecer las ventajas e inconvenientes del uso de este tipo de estructura. Como parte del proceso de investigación, pudimos observar que el mismo sistema puede ser aplicado de forma más común en lugares espaciosos, así como también en puentes.

9. Conclusiones

En conclusión, nuestra hipótesis es aceptada debido a que la Tridilosa permite el ahorro económico aproximado del 18% dependiendo de los costos de los materiales y teniendo en cuenta la región o lugar donde se compran.

De los materiales de utilización en un sistema convencional, efectivamente es eficaz y seguro ante movimientos sísmicos. En el caso de la tridilosa, debido a sus capas de estructuras tridimensionales se muestra seguro y económico ante la sociedad, al mismo tiempo su estructura es ligera y de fácil colocación con anclaje de varillas y soldadura.

9.1 Conclusiones sobre el objetivo general

Se pudo concluir que es económicamente factible la construcción de una vivienda con la estructura Tridilosa debido a que al realizarla se genera un ahorro significativo en los materiales.

9.2 Conclusiones sobre los objetivos específicos

Al analizar la estructura pudimos observar que cumple con elementos esenciales de seguridad por el tipo de soldadura tridimensional de sus nodos, esto hace que las fuerzas se repartan en ella.

Consideramos que existen más beneficios que riesgos en su uso como techado.

Logramos concluir la elaboración de un prototipo que nos permitirá revisar y establecer detalles de funcionalidad y seguridad. Es importante señalar que nuestra investigación tiene un gran potencial y si seguimos adelante podremos ayudar a nuestra comunidad en el asesoramiento y reconstrucción de estructuras seguras y antisísmicas.

10. Recomendaciones y futuras líneas de investigación

Es necesario e indispensable que esta estructura se dé a conocer en la sociedad y que las administraciones de las que depende la regulación del sector de construcción propongan la estructura dentro de sus procesos de mejora en techumbres y se tomé en el sector publicitario como parte de una medida de ahorro económico y por qué no, en favor a una mayor seguridad.

Una de nuestras futuras líneas de investigación es la implementación de este tipo de estructura en lugares afectados durante el sismo pasado, como una alternativa de las construcciones que no se han podido realizar por la demanda de materiales o por su agotamiento en la comunidad de Santo Domingo Petapa Oaxaca.

De la responsabilidad de todos los sectores implicados en la cadena de construcción y seguridad es necesario que motiven el avance de la alternativa como un beneficio a los integrantes de la sociedad, que tantos e innegables beneficios proporciona actualmente en el estado de Oaxaca.

11. Fuentes de información:

- Susana Paz. (11 de julio 2015). Heberto Castillo Martínez, la Tridilosa y un camión de 50 toneladas. 5 de febrero 2018, de CONACYT Sitio web: <http://www.conacytprensa.mx/index.php/anecdotas-cientificas/473-heberto-castillo-martinez-la-tridilosa-y-un-camion-de-50-toneladas>
- Niza Rivera. (6 de octubre 2017). Desaprovechada, la “Tridilosa” de Heberto Castillo. 13 de enero 2018, de PROCESO Sitio web: <http://www.proceso.com.mx/506432/desaprovechada-la-tridilosa-heberto-castillo>
- Anónimo. (10 de abril 2010). Tridilosa, una aportación de la Ingeniería Mexicana. 5 de febrero 2018, de Ingeniería y computación Sitio web: <http://ingenieriaycomputacion.blogspot.mx/2010/02/tridilosa-una-aportacion-de-la.html>
- Anónimo. (2008). Tridilosa-definición. 13 de enero 2018, de DicLib Sitio web: http://www.diclib.com/cgi-bin/d1.cgi?l=es&base=es_wiki_10&page=showid&id=57852#.WoPVsPnOXIU
- Heberto Catillo Juárez. (2013). Estructura Tridilosa para grandes claros. México: Trillas.

12.

Anexos



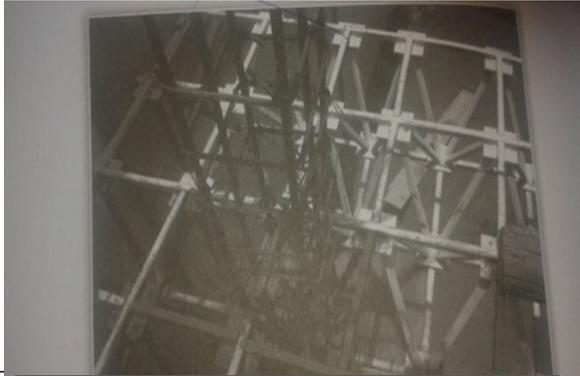


Imagen 1.- Estructura de una tridilosa (recuperado de Heberto Catillo Juárez. (2013). Estructura Tridilosa para grandes claros. México: Trillas).

Tabla 1. Comparativa de costos de prototipo en relación con una losa convencional

Material	Costo (USD)	Costo (USD)
Cimbra	\$25	\$15
Mano de Obra	\$150	\$120
Soldadura	\$0	\$90
Total	\$415	\$344

Imagen 2.- Implementación de la maya en el prototipo. (Tomado por Dulce Abril Desena, 2018).

*

Imagen 3.- Cimbrado del prototipo (tomado por Dulce Abril Desena, 2018).

Imagen 4.- El prototipo después de haber retirado el prototipo. (Tomado por Dulce Abril Desena, 2018)

