



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TITULO

“PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE TECHUMBRE EN LA PLAZA DE
USOS MÚLTIPLES EN LA ISLA DE PACANDA”

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

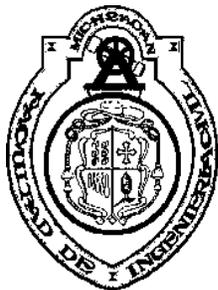
PRESENTA:

JAHZEEL PÉREZ MENDOZA

ASESOR:

ING. JOSÉ ANTONIO ESPINOZA MANDUJANO

Morelia, Michoacán, Septiembre 2019.



Jurado asignado

SINODALES

José Antonio Espinoza Mandujano.

Luis Manuel Navarro Sánchez.

Alejandro Peralta Arnaud.

SINODALES SUPLENTES

Juan Antonio Chaves Vega.

Martin Sánchez Gonzales.

AGRADECIMIENTOS

A mi padre y madre.

A mis hermanas.

A mis amigos.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
ABREVIATURAS.....	XI
CAPÍTULO I.- Introducción.....	1
1.1.1 Zapatas	1
1.1.2 Tipos de zapatas	2
1.2 Armadura	5
1.2.1 Tipos de armaduras.....	5
1.3 Marcos Rígidos	8
1.4 Techumbre	10
1.5 Geografía y clima de la Isla de Pacanda	11
1.5.1 Flora y Fauna	14
CAPÍTULO II.- Justificación, Hipótesis y Objetivos.....	14
2.1 Justificación	14
2.2 Hipótesis.....	15
2.3 Objetivo general.....	15
2.4 Objetivos específicos.....	15
CAPÍTULO III.- Metodología.....	16
3.1 Macro-localización	16
3.2 Micro-localización	17
3.3 Trabajos preliminares.....	17
3.4 Cimentación	18
3.5 Estructura	19
3.6 Instalaciones pluviales.....	19
CAPÍTULO IV.- Proceso de Construcción	20
4.1 Trazo y nivelación.....	20

4.2 Cimentación	23
4.2.1 Excavación	23
4.2.2 Zapatas	24
4.3 Estructura	27
4.3.1 Anclaje de columnas	27
4.3.2 Columnas	27
4.3.3 Armadura	28
4.3.4. Largueros	31
4.3.5 Lamina de acero	34
4.4 Instalaciones pluviales.....	35
4.4.1 Canaleta.....	35
CAPÍTULO V.- Discusión.....	37
CAPÍTULO VI.-Conclusión	38
CAPÍTULO VII.-Perspectivas.....	39
CAPÍTULO VIII.-Bibliografía.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de zapatas. En la figura se observa principalmente, tres tipos de zapatas: aislada, corridas y combinadas [1].	1
Figura 2. Tipos de armaduras. En la figura se muestra el tipo de armadura Pratt, Howe y Warren.	6
Figura 3. Armadura Fink.	7
Figura 4. Armadura dientes de sierra. El techo diente de la sierra se usa principalmente para los talleres, su propósito es ayudar en la distribución de la luz natural sobre las áreas de piso cubiertas. Ayuda a tener claros de hasta 15 m. Este tipo de armadura es de forma asimétrica, así como también lo son sus cargas.	8
Figura 5. Mapa geológico de la porción central del lago de Pátzcuaro. Nótese la ubicación de la Isla de Pacanda.	16
Figura 6. Mapa geológico regional de la localidad de Pacanda, Tzintzunzan, Mich. La ubicación de la construcción, cuyas coordenadas son $19^{\circ} 36' 24.21''$ N, $101^{\circ} 38' 54.49''$ O	17
Figura 7. Dibujo en AutoCAD de las canchas de Basquetbol y linderos en la zona. En color verde se define como los árboles. De color magenta son los bancos de nivel, se referencia sobre el piso con clavo y pintura roja y coordenadas del punto 1 le corresponde las siguientes: $X= 25\ 004.675$, $Y= 49\ 976.944$ y $Z= 500.070$; para el punto 2 las coordenadas son $X= 25\ 016.170$, $Y= 49\ 986.620$ y $Z= 499.559$. Mientras que, de color azul se representa las luminarias alrededor de las dos canchas y el transformador de luz. Finalmente, de color rojo se describe los vértices de las canchas de básquetbol.	21
Figura 8. Chanca de Basquetbol número 2. La cancha tiene las siguientes medidas: 1.- Plancha de concreto 30.40×17.40 m, 2.-Línea de fondo 15m, 3.-Línea lateral 28, 4.-Zona de seguridad 1.20m 5.-Espacio entre plancha de concreto y gradas .80m, 6.-Gradas de .50 dos niveles.	22
Figura 9. Foto real del sitio. A) Se muestra la cancha. B) Se observa cómo se llevó a cabo el trazo y nivelación del sitio. C) Se observa un árbol talado con ayuda de una motosierra y hacha.	23

Figura 10. Proceso de excavación de cepas. A) Excavación de cepas. B) Se muestra la plantilla de concreto pobre. C) Se realizó el replanteo de las medidas.	24
Figura 11. Modelo de la zapata realizado en AutoCAD.	25
Figura 12. Planta de cimientos. Ejes A-B son 21 m. Ejes 3 al 6 son de 5.33 m. Ejes 1-2 y 6-7 son de 5.34 m.	25
Figura 13. Proceso de elaboración de zapatas. A) En la primera figura se observa el acero de las varillas del número 3 y 4. B) Se observa la zapata cimbrada y colada. C) Finalmente, la zapata se encuentra cerrada.	26
Figura 14. Anclaje de columnas.	27
Figura 15. Columnas de acero. A) Se muestra en la primera figura las columnas de acero en el eje A. B) Mientras que, en la segunda figura se halla las columnas de acero correspondientes al eje B.	28
Figura 16. Detallado de la armadura, realizado en AutoCAD.	29
Figura 17. Detallado de la armadura.	30
Figura 18. Levantamiento e instalación de las armaduras.	30
Figura 19. Estructura vista en planta, dibujo en Auto CAD.	31
Figura 20. Contravientos entre los largueros de ángulo en cuerdas de 2x3/16.	32
Figura 21. Techumbre vista de frente, dibujo en Auto CAD.	33
Figura 22. Estructura base de la techumbre, observada de frente.	33
Figura 23. Lamina acanalada ancho efectivo 101 cm y peralte 2.54 cm [15].	34
Figura 24. Se colocan la lámina monolíticamente partiendo de un costado.	34
Figura 25. Canaleta galvanizada, instalada en armadura a la dirección de los largueros.	35
Figura 26. Cuatro bajadas de PVC 4" con 3 codos de 90°.	35
Figura 27. Techumbre terminada.	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Precipitación pluvial media de la Cuenca de Pátzcuaro.....	12
Tabla 2. Temperatura anual en la Isla de Pacanda.....	13

RESUMEN

Se define como techumbre aquella estructura, cuya ubicación se encuentra entre el cielo y el último piso de una construcción. Uno de los materiales más comunes de las techumbres, es el acero. La función principal de una techumbre es aislar la edificación del deterioro, causado por la exposición continua a los ambientes húmedos, calor extremo, lluvia constante, entre otros.

Por otro lado, la Isla de Pacanda se caracteriza por tener uno de los climas más húmedos de la región. Este clima, es el principal causante del decaimiento de las instalaciones públicas al aire libre, una de las principales afectadas es la unidad deportiva hallada en la plaza de usos múltiples de la Isla. Puesto que la edificación deportiva, al haber estado expuesta a la lluvia y rayos del Sol constantemente, se vio dañada en gran medida al paso del tiempo.

En el presente trabajo, se planteó la protección el área deportiva de la Isla de Pacanda mediante un recubrimiento. Se utilizó los procesos constructivos de una techumbre de acero, armada con varios tipos de perfiles (polines), materiales empleados en la construcción en uso conjunto con la herramienta para correcta elaboración, basados y empleados a un catálogo de conceptos y planos estructurales. Con el propósito de mejorar las condiciones de las instalaciones para continuar fomentando la cultura recreativa de la actividad física, necesaria para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos de la isla de pacanda.

Palabras clave: Zapatas. Isla de Pacanda. Techumbre. Tzintzuntzan. Estructura.

ABSTRACT

Roof is defined as that structure, whose location is between the sky and the last floor of a construction. One of the most common roofing materials is steel. The main function of a roof is to isolate the building from climate deterioration. Said climatic deterioration is caused by the continuous exposure of the building in humid environments, extreme heat, and constant rain, among others.

On the other hand, Pacanda Island is characterized by having one of the wettest climates in the region. This climate is the main cause of the decay of public outdoor facilities, one of the main affected is the sports unit found in the multipurpose square of the Island. Since the sports building, having been exposed to rain and rays of the Sun constantly, it was greatly damaged over time.

In the present work, the protection of the sports area of the Island of Pacanda was raised through a coating. We used the construction processes of a steel roof, armed with various types of profiles (polines), materials used in construction in joint use with the tool for proper elaboration, based and used to a catalog of concepts and structural plans. With the purpose of improving the conditions of the facilities to continue promoting the recreational culture of physical activity, necessary to improve the quality of life of the citizens of the island of Pacanda.

Keywords: Shoes. Pacanda Island Roofing. Tzintzuntzan Structure.

ABREVIATURAS

Centímetros	cm
Centímetros cuadrados	cm ²
Grados	°
Kilogramos	Kg
Metros cuadrados	m ²
Metros	m
Milímetros	mm
Pulgadas	“
Resistencia del concreto	F'c
Kilómetros cuadrados	Km ²

CAPÍTULO I.- Introducción

1.1.1 Zapatas

Una zapata es una ampliación de la base de una columna o muro, que tiene por objeto transmitir la carga al subsuelo a una presión adecuada a las propiedades del suelo. Las zapatas que soportan una sola columna se llaman individuales o zapatas aisladas. La zapata que se construye debajo de un muro se llama zapata corrida o zapata continua. Si una zapata soporta varias columnas se llama zapata combinada. En la Figura 1, se pueden observar los tipos de zapata, que posteriormente serán expuestas con detalle [1].

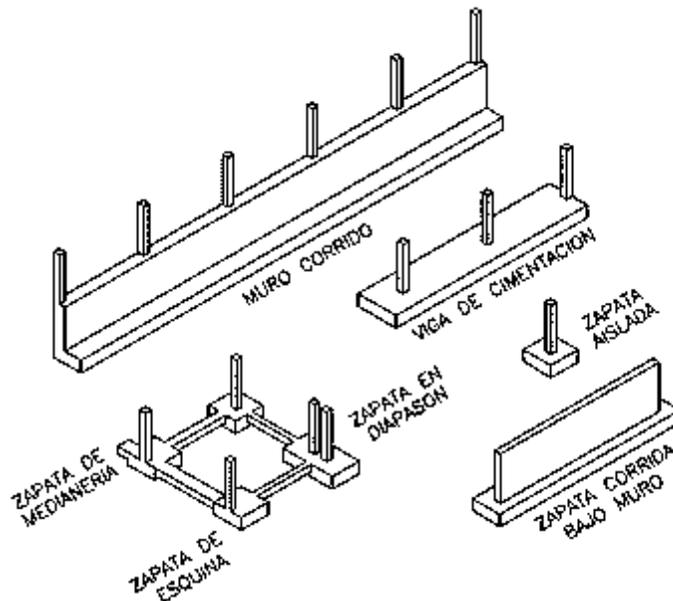


Figura 1. Tipos de zapatas. En la figura se observa principalmente, tres tipos de zapatas: aislada, corridas y combinadas [1].

1.1.2 Tipos de zapatas

- **Zapatas aisladas**

Las zapatas aisladas son un tipo de cimentación superficial que sirve de base de elementos estructurales puntuales como son los pilares; de modo que esta zapata amplía la superficie de apoyo hasta lograr que el suelo soporte sin problemas la carga que le transmite. El término zapata aislada se debe a que se usa para asentar un único pilar, de ahí el nombre de aislada. Es el tipo de zapata más simple, aunque cuando el momento flector en la base del pilar es excesivo no son adecuadas y en su lugar deben emplearse zapatas combinadas o zapatas corridas en las que se asienten más de un pilar [1]. La zapata aislada no necesita junta pues al estar empotrada en el terreno no se ve afectada por los cambios térmicos, aunque en las estructuras sí que es normal además de aconsejable poner una junta cada 3 m aproximadamente, en estos casos la zapata se calcula como si sobre ella solo recayese un único pilar. Una variante de la zapata aislada aparece en edificios con junta de dilatación y en este caso se denomina "zapata ajo pilar en junta de diapasón"[2].

En el cálculo de las presiones ejercidas por la zapata debe tenerse en cuenta además del peso del edificio y las sobrecargas, el peso de la propia zapata y de las tierras que descansan sobre sus vuelos, estas dos últimas cargas tienen un efecto desfavorable respecto al hundimiento. Por otra parte en el cálculo de vuelco, donde el peso propio de la zapata y las tierras sobre ellas tienen un efecto favorable [1, 2].

Para construir una zapata aislada deben independizarse los cimientos y las estructuras de los edificios ubicados en terrenos de naturaleza heterogénea, o con discontinuidades, para que las diferentes partes del edificio tengan cimentaciones estables [1]. Conviene que las instalaciones del edificio estén sobre el plano de los cimientos, sin cortar zapatas ni riostras. Para todo tipo de zapata, el plano de apoyo de la misma debe quedar empotrado 10 cm en el estrato del terreno.

La profundidad del plano de apoyo se fija basándose en el informe geotécnico, sin alterar el comportamiento del terreno bajo el cimiento, a causa de las variaciones del nivel freático o por posibles riesgos debidos a las heladas.

Es conveniente llegar a una profundidad mínima por debajo de la cota superficial de 50 u 80 cm. en aquellas zonas afectadas por estas variables. En el caso en que el edificio tenga una junta estructural con soporte duplicado (dos pilares), se efectúa una sola zapata para los dos soportes. Conviene utilizar hormigón de consistencia plástica, con áridos de tamaño alrededor de 40 mm. En la ejecución, y antes de echar el hormigón, disponer en el fondo una capa de hormigón pobre de aproximadamente 5 cm de espesor (emplantillado), antes de colocar las armaduras [1].

- **Zapatas corridas**

Las zapatas corridas se emplean para cimentar muros portantes, o hileras de pilares. Estructuralmente funcionan como viga flotante que recibe cargas lineales o puntuales separadas. Son cimentaciones de gran longitud en comparación con su sección transversal [1].

Las zapatas corridas están indicadas como cimentación de un elemento estructural longitudinalmente continuo, como un muro, en el que pretendemos los asientos en el terreno. También este tipo de cimentación hace de arriostamiento, puede reducir la presión sobre el terreno y puede puentear defectos y heterogeneidades en el terreno. Otro caso en el que resultan útiles es cuando se requerirían muchas zapatas aisladas próximas, resultando más sencillo realizar una zapata corrida [1, 2].

Las zapatas corridas se aplican normalmente a muros. Pueden tener sección rectangular, escalonada o estrechada cónicamente. Sus dimensiones están en relación con la carga que han de soportar, la resistencia a la compresión del material y la presión admisible sobre el terreno. Por practicidad se adopta una altura mínima para los cimientos de hormigón de 30 cm aproximadamente. Si las alturas son mayores se les da una forma escalonada teniendo en cuenta el ángulo de reparto de las presiones [2].

En el caso de que la tierra tendiese a desmoronarse o el cimiento deba escalonarse, se utilizarán encofrados. Si los cimientos se realizan en hormigón apisonado, pueden hormigonarse sin necesidad de los mismos [2].

En cambio, si los trabajos de cimentación debieran interrumpirse, se recomienda cortar en escalones la junta vertical para lograr una correcta unión con el tramo siguiente. Asimismo colocar unos hierros de armadura reforzará esta unión [1].

Las Zapatas Corridas son, según el Código Técnico de la Edificación (CTE), aquellas zapatas que recogen más de tres pilares. Las considera así distintas a las zapatas combinadas, que son aquellas que recogen dos pilares. Esta distinción es objeto de debate puesto que una zapata combinada puede soportar perfectamente tres pilares [1].

- **Zapatas combinadas**

Una zapata combinada es un elemento que sirve de cimentación para dos o más pilares. En principio las zapatas aisladas sacan provecho de que diferentes pilares tienen diferentes momentos flectores. Si estos se combinan en un único elemento de cimentación, el resultado puede ser un elemento más estabilizado y sometido a un menor momento resultante [1, 2].

- **Consideraciones generales**

En las zonas frías, las zapatas se desplantan comúnmente a una profundidad no menor que la penetración normal de la congelación. En los climas más calientes, y especialmente en las regiones semiáridas, la profundidad mínima de las zapatas puede depender de la mayor profundidad a que los cambios estacionales de humedad produzcan una contracción y expansión apreciable del suelo [1].

La elevación a la que se desplanta una zapata, depende del carácter del subsuelo, de la carga que debe soportar, y del costo del cimiento. Ordinariamente, la zapata se desplanta a la altura máxima en que pueda encontrarse en material que tenga la capacidad de carga adecuada [2].

La excavación para una zapata de concreto reforzado debe mantenerse seca, para poder colocar el refuerzo y sostenerlo en su posición correcta mientras se cuele el concreto. Para hacer esto en los suelos que contienen agua puede ser necesario bombear, ya sea de cárcamos o de un sistema de drenes instalado previamente [1, 2].

1.2 Armadura

Una armadura es una construcción reticulada conformada generalmente por triángulos formados por elementos rectos y que se utiliza para soportar cargas. Las armaduras pueden ser planas o espaciales. Ejemplos típicos de armaduras son: puentes, cercas, torres de transmisión, cúpulas de estadios, etc.

Existen muchos tipos de armaduras en la ingeniería. Los ejemplos más clásicos en que se usan en docencia son las armaduras planas; sin embargo en la vida real abundan las armaduras tridimensionales [1, 3].

1.2.1 Tipos de armaduras

- **Howe**

La armadura Howe, patentada en 1840 aunque ya había sido usada con anterioridad, se utilizó mucho en el diseño de armaduras de madera. Está compuesta por montantes verticales entre el cordón superior e inferior. Las diagonales se unen en sus extremos donde coincide un montante con el cordón superior o inferior. Con esa disposición se lograba que los elementos verticales, que eran metálicos y más cortos estuviera tensionados, mientras que las diagonales más largas estaban comprimidas, lo cual era económico puesto que los elementos metálicos eran más caros y con la disposición Howe se minimizaba su longitud [4].

- **Warren**

La armadura tipo Warren es utilizada para viguetas ligeras de alma abierta, se usan elementos de barras de acero redondas con múltiples dobleces. Para el caso de elemento principal de cubierta y entrepisos se utilizan perfiles clásicos L, C y hasta W. Cuando se utiliza en gran escala, la armadura Warren ofrece la ventaja de que proporciona un máximo de espacio abierto libre para la inclusión de los elementos de servicio del edificio que deben pasar a través de las armaduras (ductos, tuberías, etc.). El rasgo característico de este tipo de armadura es que forman una serie de triángulos isósceles (o equiláteros), de manera que todas las diagonales tienen la misma longitud. Típicamente en una armadura de este tipo y con cargas aplicadas verticales en sus nudos superiores, las diagonales presentan

alternativamente compresión y tensión. Se pueden usar armaduras Warren para cubrir luces de hasta 90 metros y más [4].

- **Pratt**

La armadura Pratt, es plana y representa la adaptación de las armaduras al uso más generalizado de un nuevo material de construcción de la época: el acero. A diferencia de una armadura Howe, las barras están inclinadas en sentido contrario, de manera que las diagonales están sometidas a tensión, mientras que las barras verticales están comprimidas. En esencia tiene una tipología y uso muy parecidos a la armadura Warren. Para la armadura de cuerdas paralelas, la Pratt ofrece la ventaja de tener los miembros más largos del alma a tracción y los miembros verticales más cortos a compresión (menos efecto de pandeo). Se usan en techos de luces moderadas entre 18 y 30 metros. Si se requiere de mayor luz serían más recomendables las armaduras de abanico o las armaduras Fink [4].

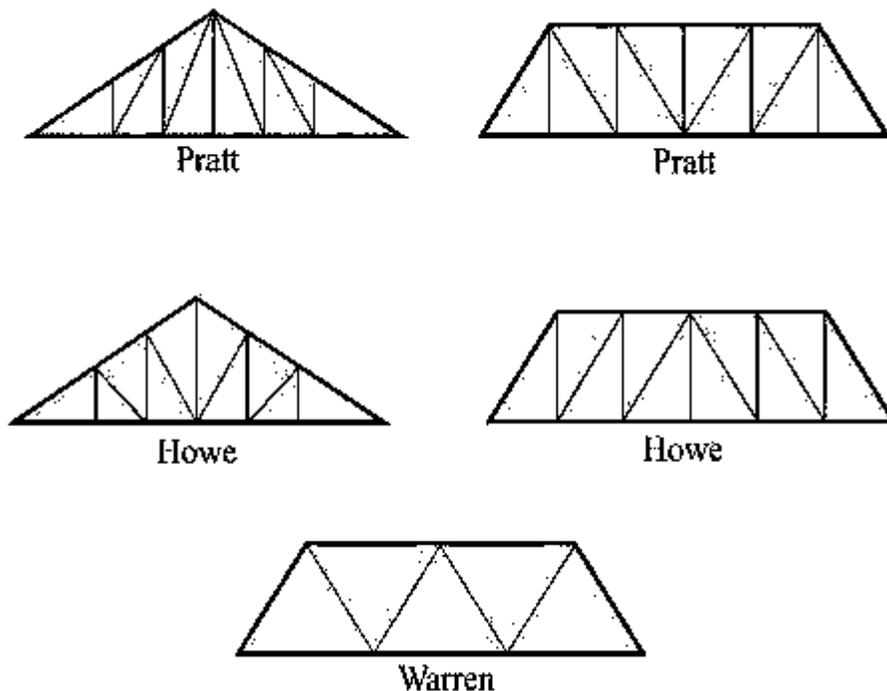


Figura 2. Tipos de armaduras. En la figura se muestra el tipo de armadura Pratt, Howe y Warren.

- Fink

Las armaduras Fink, son utilizadas para techos de pendientes mayores (más de 15°), también la armadura Fink ha sido utilizada para claros del orden de los 37m. La armadura Fink es muy usada, debido a que es más económica que las armaduras las Howe y Pratt. Un hecho que la hace más económica es que la mayoría de los miembros están en tensión, mientras que los sujetos a compresión son bastante corto, además es importante saber que la triangulación de una armadura se proyecta tomando en cuenta el espaciamiento de los largueros. Ya que usualmente es conveniente localizar los largueros sólo en los vértices de los triángulos, la triangulación principal puede subdividirse. La armadura Fink puede ser dividida en un gran número de triángulos y coincidir casi con cualquier espaciamiento de largueros [4].

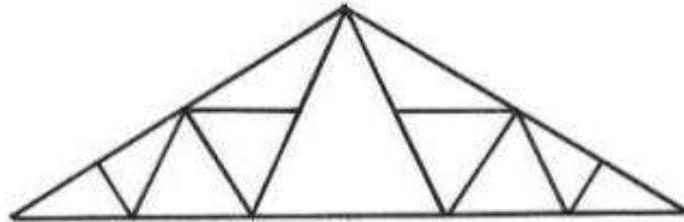


Figura 3. Armadura Fink.

- Diente de Sierra

Las armaduras tipo diente de sierra, pueden utilizarse cuando la separación entre columnas no es objetable y se desea una iluminación natural adecuada por medio de ventanales en construcciones anchas. Sus caras más inclinadas llevan los ventanales y están generalmente orientadas al norte para una iluminación difusa más pareja. Estructuralmente es una estructura a porticada muy eficiente y se usa mucho en fábricas textiles [4].

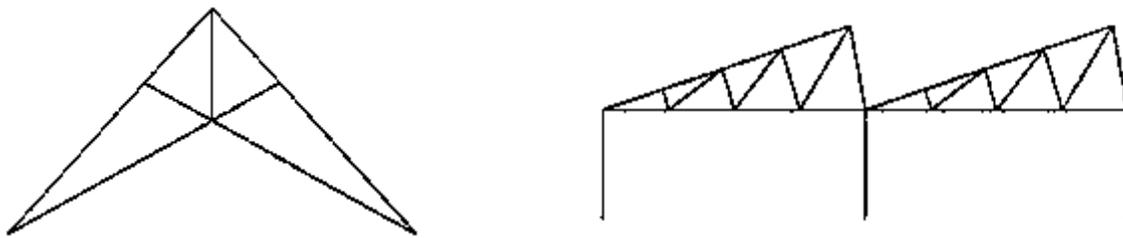


Figura 4. Armadura dientes de sierra. El techo diente de la sierra se usa principalmente para los talleres, su propósito es ayudar en la distribución de la luz natural sobre las áreas de piso cubiertas. Ayuda a tener claros de hasta 15 m. Este tipo de armadura es de forma asimétrica, así como también lo son sus cargas.

1.3 Marcos Rígidos

Es una estructura compuesta por columnas y trabes, las cuales transfieren cargas al suelo a través de sus elementos horizontales (trabes) y verticales (columnas), son resistentes a la flexión y al pandeo [5].

Los marcos rígidos son estructuras de pórticos cuyos elementos se unen entre sí por medio de conexiones fijas capaces de transmitir los momentos y fuerzas normales y tangenciales, sin que se produzcan desplazamientos lineales o angulares entre sus extremos y las columnas en que se apoya, lo que hace que la estructura resultante pueda resistir por sí sola las cargas verticales y horizontales a las que se haya sometida, sin el requisito de ningún otro tipo de elementos [6].

Generalmente, se construyen con acero u hormigón (o concreto armado), puesto que son materiales comunes y fáciles de conseguir, los marcos rígidos son de rápida elaboración y tienen una resistencia relativamente alta en comparación con otros tipos de estructuras, alcanzando claros de hasta 90 metros empleando las secciones de vigas apropiadas. Así mismo permiten optimizar el rendimiento del espacio disponible, puesto que el empleo de la típica retícula de diseño regular, cuadrada o rectangular, es fácil de trabajar y dimensionar bajo el esquema ortogonal de los sistemas a porticados más comunes [6].

Elementos de un marco rígido; Los marcos rígidos están compuestos por pórticos de columnas y vigas (trabes) de secciones y forma variables con sus correspondientes conexiones, los cuales se describen a continuación [6].

- **Las columnas:** son los elementos verticales que reciben las cargas de las vigas y de los tramos de columnas que se encuentran sobre ellas y las transmiten al suelo o a las columnas inferiores.
- **Las vigas o trabes:** son elementos horizontales de poca o ninguna inclinación que reciben directamente las cargas permanentes o relativas al uso de la construcción y las transfieren a las columnas. Un sistema de nervios, trabes o vigas secundarias habitualmente se ocupa de transmitir las cargas del piso hacia las vigas principales.
- **Las conexiones o juntas:** son las uniones entre los distintos elementos que componen la estructura, también son llamadas nudos, juntas o nodos, tienen la función de transferir los momentos flexionantes y fuerzas cortantes y normales, de las vigas a las columnas y viceversa.

- **Funcionamiento de los marcos**

En el sistema de marcos rígidos la unión fija de la columna y la viga hace que ambos elementos trabajen en el soporte de las cargas, tanto horizontales como verticales, dándoles en su conjunto una mayor resistencia, pero sobre todo mucha más rigidez, que en este caso se mide como la capacidad de contrarrestar los desplazamientos horizontales. Es por esto que estas uniones fijas son los elementos que definen el comportamiento de este sistema [6].

Cuando los marcos forman estructuras de varios pisos las columnas inferiores soportan las sumas de todas las cargas que se transmiten al suelo, que son principalmente verticales. En planta, las columnas que están en el interior del conjunto son las que están sometidas a mayores exigencias, mientras las localizadas hacia la periferia aproximadamente la mitad. De cualquier modo, el comportamiento preciso de los elementos puede ser determinado a través de diferentes métodos de cálculo [6].

- **Métodos de análisis**

Existen diversos métodos para el análisis clásico de estructuras a porticadas, como el método de las fuerzas o de las flexibilidades; los métodos de ángulos de giro y el de la distribución de momentos de Cross. Este último fue por mucho el más difundido a todo el largo del siglo XX, y aún es utilizado ampliamente junto a las formulaciones matriciales de rigidez en el software de computadoras especializado en el cálculo de sistemas a porticados [6].

- **Fallas parciales y totales de los marcos rígidos**

En las estructuras de marcos rígidos las fallas parciales están generalmente asociadas a algún tipo de inestabilidad luego de que se agota la resistencia de alguno de sus elementos. En el caso de una viga, por pandeo lateral, flexotorsión, o por la aparición de un mecanismo de articulaciones plásticas. En una columna por la formación de articulaciones plásticas u otra inestabilidad [6].

Una particularidad de este sistema es que una falla parcial no suele producir el colapso total de la estructura, en particular si ocurre en cualquiera de los elementos verticales y la edificación es de poca altura, incluso aunque pueda tener consecuencias graves.

1.4 Techumbre

Se entiende por techumbre toda estructura de una edificación ubicada sobre el cielo del último piso, cuya función es recibir un recubrimiento para aislar a la edificación del medio ambiente, protegiéndola del frío, calor, viento, lluvia y/o nieve [7]. Las techumbres, son construidas de diferentes tipos de materiales, tales son: madera, aluminio, concreto, mixta (acero con concreto), acero, entre otros. De dichos materiales, el material más común es el acero y concreto.

Existen varios tipos y diseños de techumbres, como en dos a cuatro aguas, semicircular entre otras.

Asimismo, a las techumbres cuya superficie es plana y/o inclinada, que se encargan de recibir la precipitación de agua son conocidas como aguas o vertientes. La pendiente de las aguas, es decir, el ángulo que tienen éstas con respecto a un plano horizontal cualquiera, se define en la etapa de diseño y está supeditada a las condiciones climáticas de la zona en combinación con la arquitectura. Puede ser expresada en porcentaje o en grados.

1.5 Geografía y clima de la Isla de Pacanda

En el estado de Michoacán, se halla la importante zona lacustre del Pátzcuaro de 126.4 kilómetros cuadrados (Km²) de extensión [8]. Sin embargo, este cuerpo de agua se considera una cuenca pequeña, en el cual se encuentran distribuidas 8 zonas de masas terrestres estables: Janitzio, Pacanda, Yunuén, Tecuena, Tecuenita, Jarácuaro, Urandén Morelos. [9]. En lo mencionado en la Carta Geológica (INEGI), las islas son rocas ígneas extrucivas (basalto) [10].

La Isla de Pacanda, perteneciente al municipio de Tzintzuntzan. El nombre de Pacanda tiene como significado “empujas algo en el agua”. Cabe resaltar que la Isla se halla en el centro del lago. La región lacustre, se encuentra en la cordillera Neovolcánica [11]. Por su gran riqueza pesquera esta zona ha estado habitada desde tiempos prehistóricos. Anteriormente a la llegada de los españoles, la región era el foco de la cultura tarasca, una avanzada civilización indígena [12]. Además, en el interior del islote existe una laguna, donde abunda la principal fauna es la carpa. Sus habitantes se dedican, aparte de la pesca, a la agricultura aprovechando la topografía plana de la Isla [13].

Asimismo, se dice que la cuenca de Pátzcuaro es endorreica, el agua que llega al lago proviene únicamente de la precipitación pluvial [8, 13]. Por lo tanto, la lluvia es abundante [14], la precipitación pluvial media se aproxima a 1042.97 milímetros (mm), Tabla 1.

Tabla 1. Precipitación pluvial media de la Cuenca de Pátzcuaro.

Año	*P(mm)
2000	1856.9
2001	1601.6
2002	902.1
2003	933.1
2004	1209.1
2005	755
2006	987.5
2007	865.2
2008	778.1
2009	944.1
2010	1239.8
2011	823
2012	1036.7
2013	1077.76
2014	776.9
2015	900.66
**P _(media) (mm)	1042.97

Se muestra la precipitación pluvial por año, datos registrados a partir del año 2000 a 2015.

*Precipitación pluvial expresada en mm.

**Precipitación pluvial media expresada en mm.

Por otra parte, se sabe que la temperatura media máxima por año es de 26.92 °C y la mínima temperatura media es de 9.09 °C, Tabla 2. Por ende, el clima característico de la Isla de Pacanda templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (100%) [15]. Los datos climáticos fueron obtenidos de la base CLICOM-MALLA, CICESE (<http://clicom-mex.cicese.mx/malla>).

Tabla 2. Temperatura anual en la Isla de Pacanda.

A).

Año	*Tmax (°C)
2000	28.24
2001	27.9
2002	25.51
2003	27.7
2004	26.64
2005	27.67
2006	27.02
2007	27.93
2008	26.7
2009	25.91
2010	26.61
2011	28.1
2012	27.33
2013	26.71
2014	25.35
2015	25.44
<hr/>	
**T _(prom) °C	26.9225

B)

Año	▪Tmin (°C)
2000	8.16
2001	8.06
2002	5.53
2003	7.94
2004	7.97
2005	7.88
2006	7.68
2007	8.49
2008	7.48
2009	9.67
2010	9.36
2011	11.92
2012	11.94
2013	12.16
2014	10.36
2015	10.87
<hr/>	
▪▪T _(prom) (°C)	9.091875

Se muestra la temperatura por año de la estación climatológica situada en Pátzcuaro, datos registrados a partir del año 2000 a 2015.

A) Datos registrados de la temperatura máxima por año correspondiente a la Isla de Pacanda;

B) Corresponde al registro de la temperatura mínima anual de Pacanda.

*Temperatura máxima y mínima expresada en °C.

**Promedio de la temperatura máxima expresada en °C.

▪Temperatura mínima expresada en °C.

▪▪Promedio de la temperatura mínima expresada en °C.

1.5.1 Flora y Fauna

En la cuenca de Pátzcuaro se han reconocido los siguientes tipos de vegetación: bosque de coníferas, bosques de encinos, pastizales, vegetación secundaria, vegetación acuática y subacuática. La distribución de todos estos tipos de vegetación forma un mosaico complejo en la zona. Se pueden observar lirios, palmera, juncos, musgo, además de Chuspata (tule o ixtle), que se emplea como el mimbre para la elaboración de canastos y artesanías.

CAPÍTULO II.- Justificación, Hipótesis y Objetivos.

2.1 Justificación

La población de Pacanda, Municipio de Tzintzuntzan, se conforma de 412 habitantes, dato registrado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), correspondiente al año de 2015. Se construyeron áreas deportivas en la plaza de usos múltiples. Sin embargo, dicha construcción se ha visto afectada al paso del tiempo, ya que estaba expuesta al clima húmedo. De acuerdo a INEGI en el 2009, el clima de la Isla de Pacanda es considerado como templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad. Es decir, Pacanda se caracteriza como el más húmedo de los subhúmedos climas con un porcentaje de lluvia invernal menor de 5% [15]. Dicho clima resulta ser perjudicial para la instalación deportiva mencionada, debido a que desgasta la estructura y perjudica la realización de actividades, puesto que la lluvia es constante en la Isla.

Considerando el gran beneficio que proporciona la instalación deportiva a la comunidad de Pacanda, se planteó la posibilidad de proteger el área mediante un recubrimiento de la cancha de usos múltiples, para continuar fomentando la cultura recreativa de la actividad física, necesaria para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos de la Isla.

2.2 Hipótesis

La construcción de la techumbre en la cancha de basquetbol en la Isla Pacanda, proporciona resguardo del área de superficie de la plaza de usos múltiples del daño ocasionado por los cambios climáticos. A su vez, favorece que la actividad recreativa del deporte se lleve a cabo con mayor seguridad y comodidad, previniendo así accidentes de cualquier índole. Es por ello, que se genera un mejor servicio de las instalaciones deportivas edificadas para uso de la comunidad.

2.3 Objetivo general

El proyecto se constituye por la realización de los trabajos preliminares, cimentación, estudios estructurales y pluviales, con fundamento de estudios en campo para la correcta ejecución en la construcción de una estructura metálica.

2.4 Objetivos específicos

- 2.4.1** Determinar la nivelación topográfica del terreno para la estructura, estableciendo ejes y referencias en superficies, obteniendo los puntos donde se colocaron la cimentación.
- 2.4.2** Construcción de la techumbre, cuyas características son inicialmente una columna de acero con dos monten en cajón. Asimismo, complementándose la edificación con las estructuras metálicas de la armadura, a base de perfiles polín y a base de lámina de zintro-aluminio.

CAPÍTULO III.- Metodología

3.1 Macro-localización

El mapa geológico que se presenta (Figura 1) fue realizado por el método tradicional, partiendo de la interpretación de fotos a color, a escala 1:2,000, del vuelo de esta zona (GOOGLE EARTH PRO, junio de 2019), el cual fue vertido en una base topográfica digital georreferenciada.

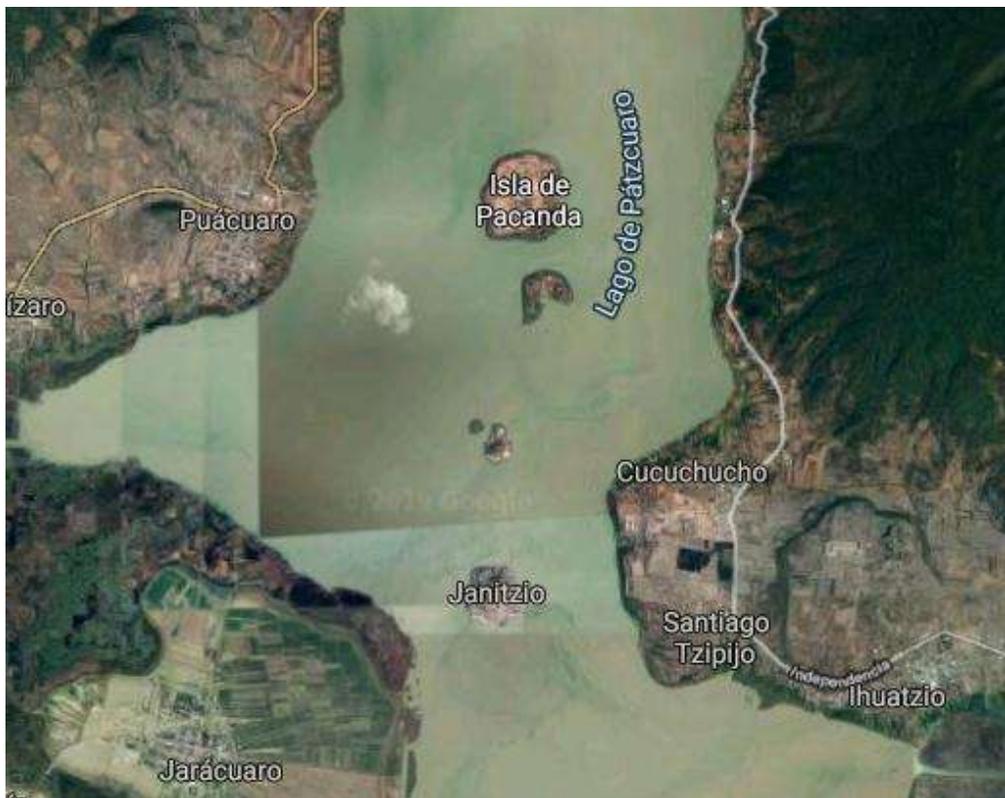


Figura 5. Mapa geológico de la porción central del lago de Pátzcuaro. Nótese la ubicación de la Isla de Pacanda.

3.2 Micro-localización

El mapa geológico de la Isla de Pacanda (Figura 2) se realizó por el método tradicional, partiendo de la interpretación de fotos a color, a escala 1:400, del vuelo de esta zona (GOOGLE EARTH PRO, junio de 2019), el cual fue vertido en una base topográfica digital georreferenciada.



Figura 6. Mapa geológico regional de la localidad de Pacanda, Tzintzunzan, Mich. La ubicación de la construcción, cuyas coordenadas son $19^{\circ} 36' 24.21''$ N, $101^{\circ} 38' 54.49''$ O

3.3 Trabajos preliminares

Se realizó un trazo y nivelación del terreno de construcción para edificar la techumbre. Para ello, utilizó la estación “*Total Sokkia*, con el fin de referenciar los puntos de la plataforma de las concreto, aros de básquet. De grosso modo, el terreno estableciendo ejes y referencias en la superficie a menores de 900M2.

Se llevó a cabo la excavación manual por parte de los obreros, con apoyo de herramientas como el rotomartillo, pala y pico. La profundidad de la excavación de la zanja fue de 0 a 2 metros aproximadamente. En los costados de las cepas se formaron una inclinación del terreno, conocido como talud, el cual se afinó para que ningún objeto extraño (varillas, piedra, ramas, etc.) estorbará dentro de la zanja. El material obtenido de la excavación se acarreó y se colocó en un costado de la zanja.

Se determinó la utilización de una plantilla de concreto, para mejorar la calidad del suelo donde fue necesario, debido a que el suelo es tipo A, es decir es (ML) limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos. La plantilla de concreto, se realizó en el sitio de la obra se consideró como pobre en material. La resistencia del concreto ($f'c$) por cada centímetro cúbico fue dada por lo siguiente: $f'c= 100\text{kg}/\text{cm}^2$, el espesor de la plantilla de concreto fue de espesor de 5cm, esto por el tipo de suelo.

3.4 Cimentación

La estructura encargada de transmitir las cargas de la edificación hacia el suelo, conocida como zapata, se consideró aislada y cuadrada en el terreno tipo A. La resistencia del concreto fue de $200\text{kg}/\text{cm}^2$ agregado de 20mm, cemento Gris Portlad, revenimiento de 8 a 10cm, sección de 1.30 x1.30 m. El peralte de la zapata fue de 20cm, cuyo armado fue sencillo con acero de refuerzo número 4, la separación entre varillas fue de 20 cm en ambos sentidos, el dado de concreto fue de una sección de 60 x 60 cm y una altura de 1 m. El armado de la zapata, fue con 8 varillas del número 4 y estribos del número 3, además el separado entre cada varilla fue de 20 cm, se incluyó la cimbra común para colocar la zapata. Asimismo, se hizo uso de la mano de obra y herramienta.

En la realización de la obra se suministró y se relleno de material inerte la cepa, se compactó con pisón de mano y se añadió agua para mejorar la compactación, las capas fueron de 20 cm de espesor.

3.5 Estructura

Las columnas de acero fueron caracterizadas con dos perfiles 10 MT14 en cajón de 10" x 3 ½" (altura y base respectivamente) de calibre 14, se habilitó de 6 metros de altura, la placa de la base obtuvo medidas de 50 x 50 x 1/2" correspondientes al ancho, alto y peralte respectivamente, las anclas cuyas medidas fueron de medida de 5/8" por el peso del área de la sección de 1.55 kg/m. Como esmalte para proteger la superficie metálica, fue utilizada la pintura primario número 3 anticorrosivo y el esmalte alquidálico en la estructura.

En la estructura metálica, se definió en una armadura tipo abanico, además la cuerda superior en el cajón cuyo tipo de perfil fue 6MT14 (6" x 2 ½") calibre 14, las cuerdas verticales, diagonales e inferiores le correspondieron con el perfil PTR con medidas de 2"x2"x1.90 mm. El ángulo en cuerdas fue de 2" x 3/16" corresponde ancho y peralte respectivamente, los tirantes de tipo PTR con medidas de 1"x1" de diámetro y ancho cuyo color fue azul. La pintura color blanco primario anticorrosivo y el esmalte alquidálico fue vertido para proteger la estructura.

Las vigas en base a los perfiles 6MT14 (6"x2 ½") en armadura sirvieron para recibir la lámina zintro aluminio modelo R-101 calibre 26. Las vigas en cajón con el perfil 6MT14 fueron colocadas entre las columnas y formaron los marcos rígidos. Asimismo, se usó la pintura blanca primario anticorrosivo en la estructura y el esmalte alquidálico para su protección.

3.6 Instalaciones pluviales

Se colocó la canaleta con base en la lámina galvanizada, además se incluyó el suministro de materiales. Por otra parte, las bajadas de aguas pluviales fueron de tipo PVC de 4" de diámetro, la solera fue colocada en la zona superior de la canaleta. Finalmente, en la elaboración de este proceso se incluyó la mano de obra, herramienta y material anteriormente descrito.

CAPÍTULO IV.- Proceso de Construcción

4.1 Trazo y nivelación.

Se realizó una visita del lugar para hacer el levantamiento de la zona de estudio, en este caso fueron las canchas de Basquetbol con estación total en la Isla de Pancada. Esto se llevó a cabo, para analizar cuál de las dos canchas sería edificada la construcción de la techumbre. Se analizó a simple vista las planchas de concreto, soportes de los tableros, gradas, arboles, iluminarias y linderos de la zona analizada. Teniendo como referencias dos Bancos de nivel. Después de haber obtenido el análisis de levantamiento de la zona, se tomó en cuenta la necesidad de talar ciertos árboles para despejar el lugar. Por ende, se eligió como objetivo de construcción de la techumbre la cancha número 2, Figura 7.

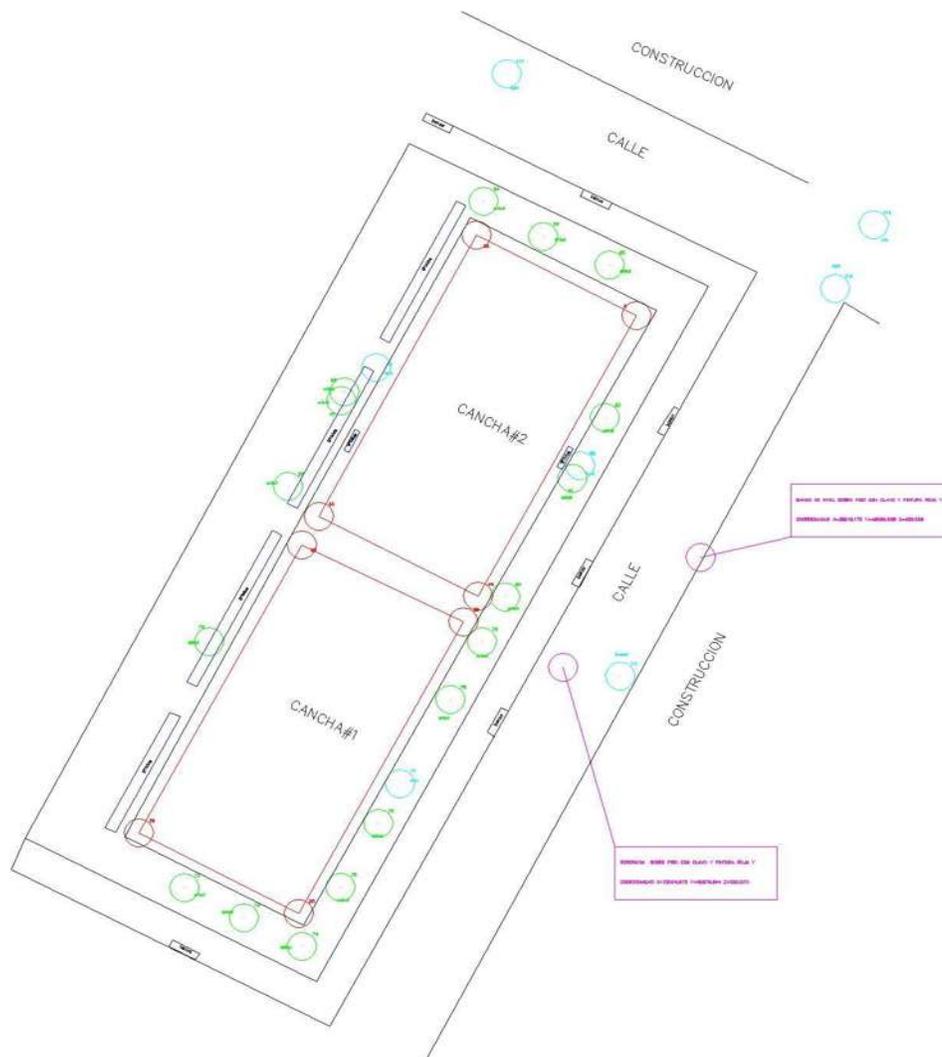


Figura 7. Dibujo en AutoCAD de las canchas de Basquetbol y linderos en la zona. En color verde se define como los árboles. De color magenta son los bancos de nivel, se referencia sobre el piso con clavo y pintura roja y coordenadas del punto 1 le corresponde las siguientes: $X= 25\ 004.675$, $Y= 49\ 976.944$ y $Z= 500.070$; para el punto 2 las coordenadas son $X= 25\ 016.170$, $Y= 49\ 986.620$ y $Z= 499.559$. Mientras que, de color azul se representa las luminarias alrededor de las dos canchas y el transformador de luz. Finalmente, de color rojo se describe los vértices de las canchas de básquetbol.

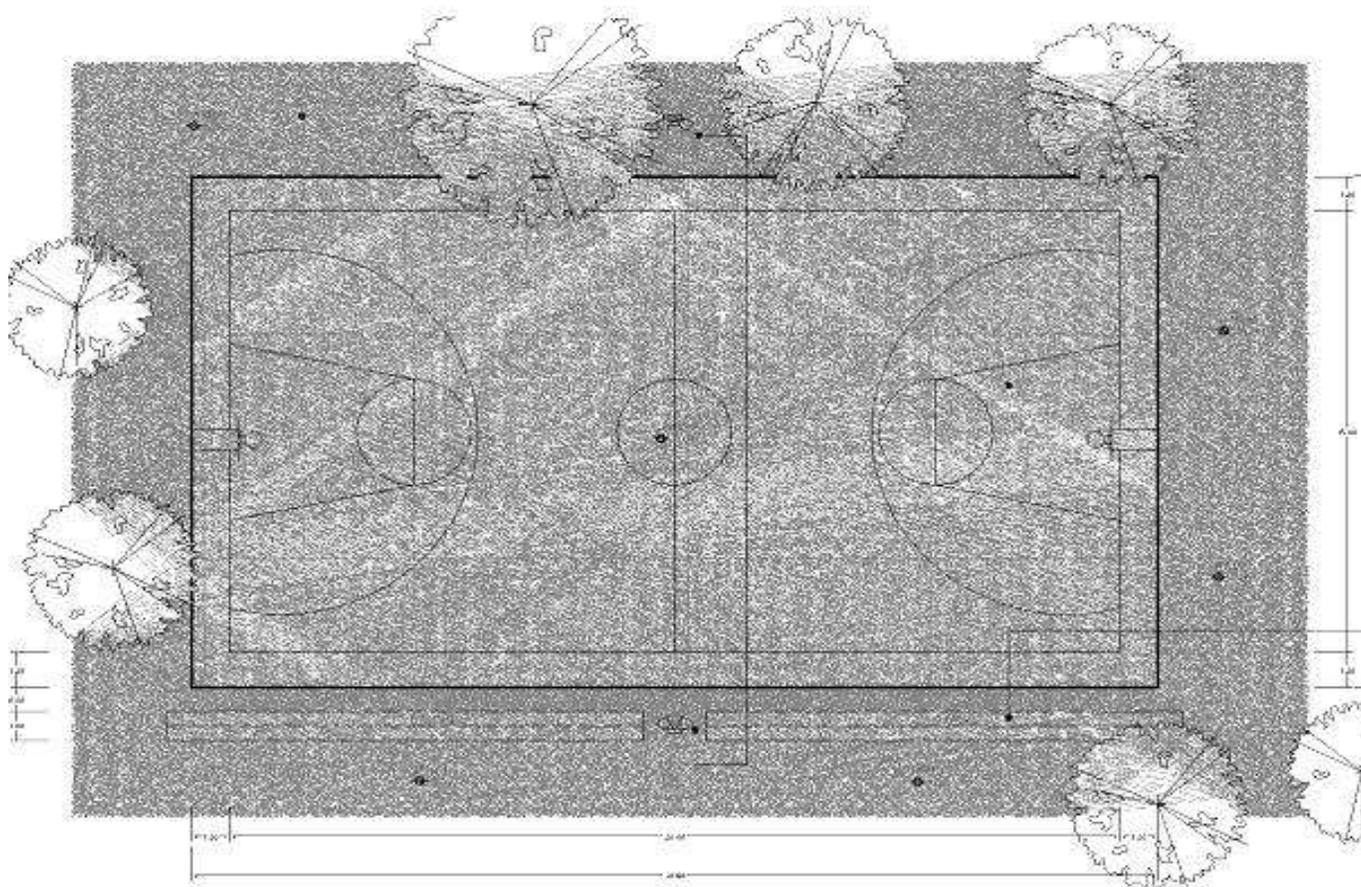


Figura 8. Cancha de Basquetbol número 2. La cancha tiene las siguientes medidas: 1.- Plancha de concreto 30.40x17.40m, 2.-Línea de fondo 15m, 3.-Línea lateral 28, 4.-Zona de seguridad 1.20m 5.-Espacio entre plancha de concreto y gradas .80m, 6.-Gradas de .50 dos niveles.

Se realizó la limpieza de la zona de construcción, mediante la eliminación de los obstáculos como arbustos, piedras y fue necesario talar cuatro árboles. Después, se obtuvo la nivelación con manguera nivel y nivel de mano, respecto al firme de concreto de la cancha. Consiguientemente, se trazó los puntos donde se ubicaron las zapatas, se colocó los puntos de referencia con crucetas y estacas al centro de ellas; las hiladas estuvieron sujetadas a las crucetas, con el propósito de indicar el lindero de la techumbre. Se determinó las distancias de las hiladas hacia el centro. Posteriormente, se hizo la excavación de las cepas y se colocó las estacas en el centro. En la figura 8, se muestra lo anteriormente mencionado.

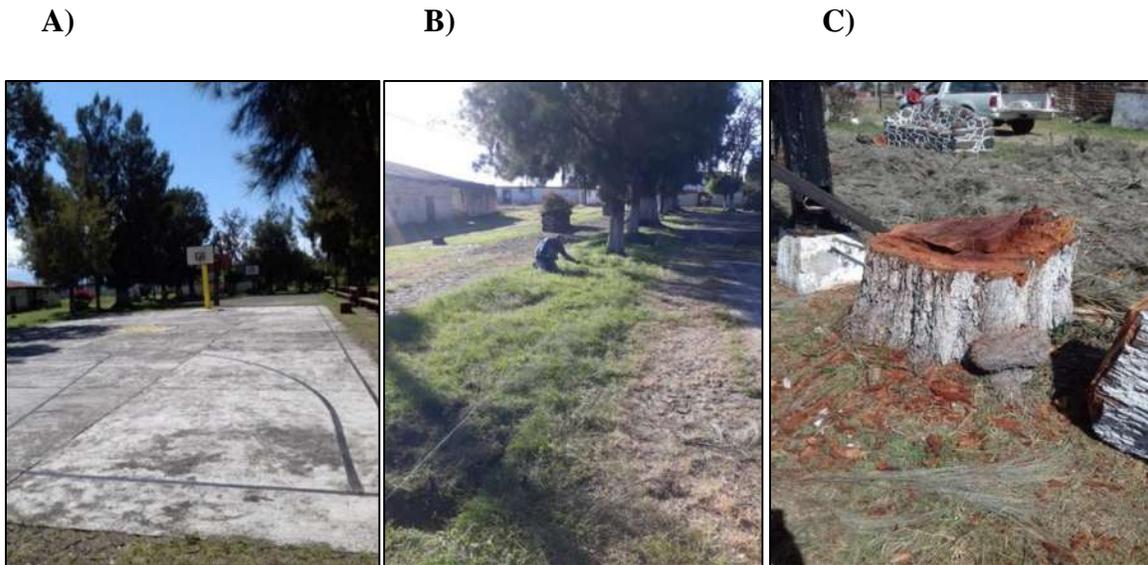


Figura 9. Foto real del sitio. A) Se muestra la cancha. B) Se observa cómo se llevó a cabo el trazo y nivelación del sitio. C) Se observa un árbol talado con ayuda de una motosierra y hacha.

4.2 Cimentación

4.2.1 Excavación

Se ejecutó una excavación de 14 cepas, para la cimentación de tipo zapata aislada cuadrada, cuyas medidas fueron de 1.30 m de profundidad y 1.65 m de base (Figura 10). Se utilizó la herramienta de pico y pala para la excavación, se extrajo material de tipo A, el cual se implementó para el relleno de la zapata, este se colocó a un costado de la cepa, donde fuera un impedimento para maniobrar durante el trabajo de construcción de la zapata. El afinando de los taludes y el nivelado de las bases, se hizo para hacer posible la entrada de la estructura de la zapata. Inmediatamente, se replanteo las medidas del centro de la zapata, para más adelante colocar la parrilla y el castillo en el centro de la zanja, se usó las hiladas que se encuentren al centro de cada una de las cepas para no tener errores. Finalmente, se ubicó una plantilla de concreto pobre hecho en obra de $f'c = 100\text{kg/cm}^2$ de 5cm de espesor para darle firmeza al terreno.

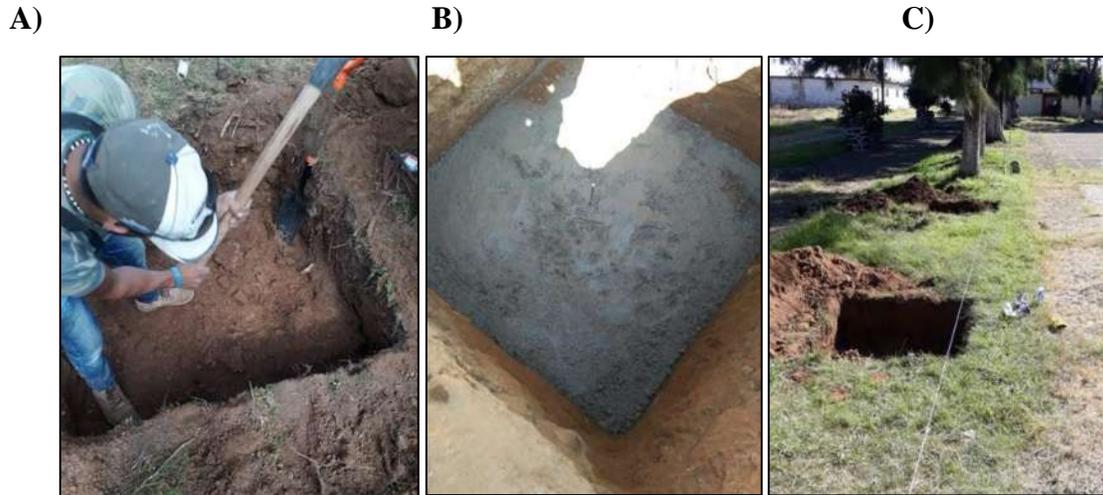
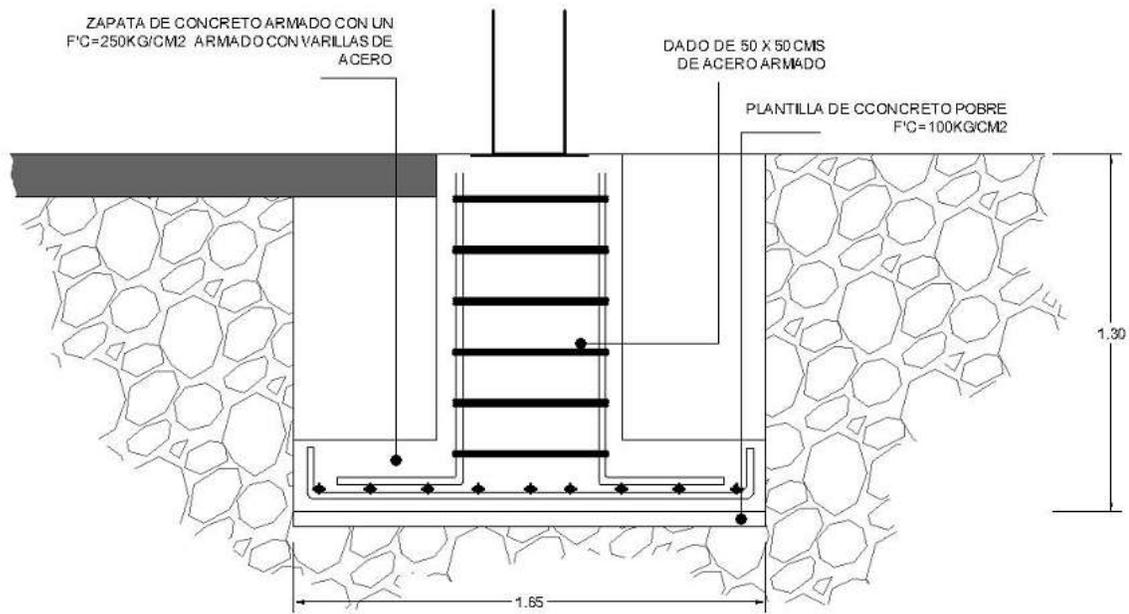


Figura 10. Proceso de excavación de cepas. A) Excavación de cepas. B) Se muestra la plantilla de concreto pobre. C) Se realizó el replanteo de las medidas.

4.2.2 Zapatas

Se realizó el corte de varillas del número 3, para la parrilla de acero de 1.40 m con ganchos de 0.05 m con inclinación de 90 °, en ambos lados la separación entre cada varilla fue de 0.16 m, se sujetó con alambre cocido de calibre 16. Los castillos, fueron de 8 varillas del número 4 con estribos del número 3, con separación de cada 0.20 m y de 0.50 x 0.50 m de cada lado respectivamente, (Figura 11 y figura 12).



DETALLE DE ZAPATA (Z-1)

Figura 11. Modelo de la zapata realizado en AutoCAD.

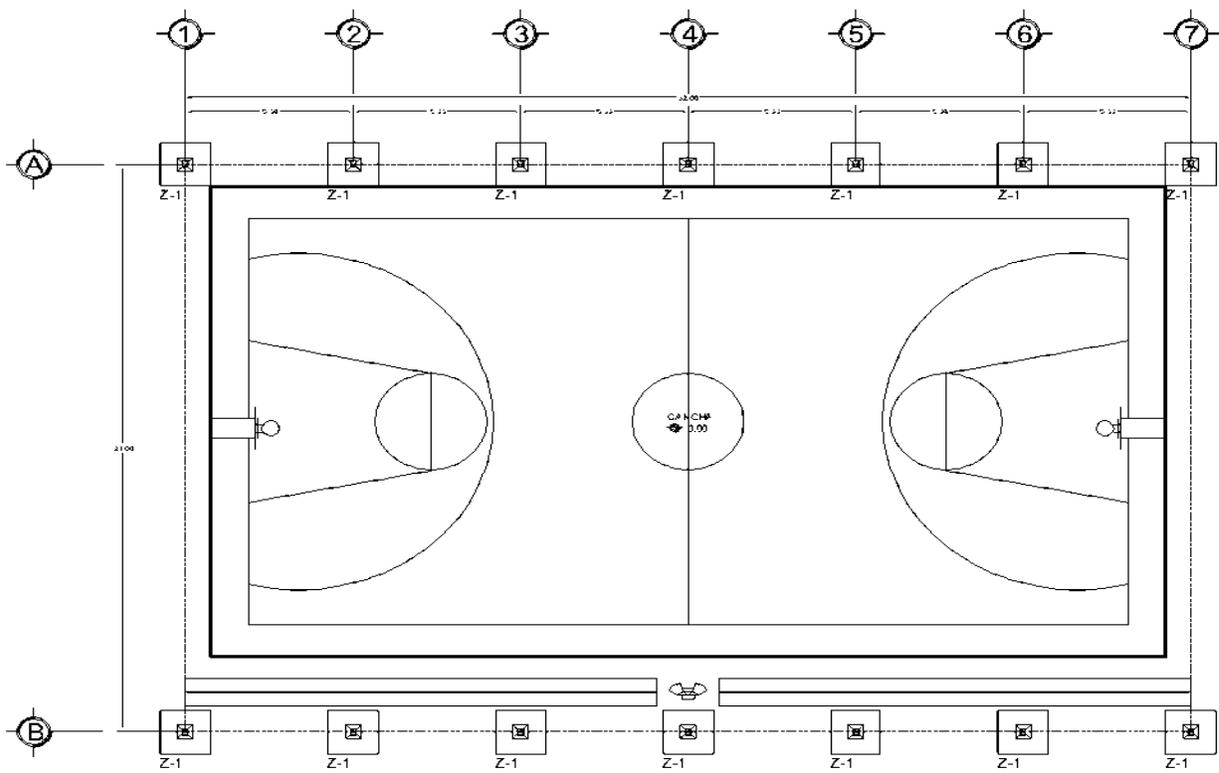


Figura 12. Planta de cimientos. Ejes A-B son 21 m. Ejes 3 al 6 son de 5.33 m. Ejes 1-2 y 6-7 son de 5.34 m.

Una vez que se colocó todo el acero, se procedió a verificar la exactitud del centro de la zapata y del castillo, con apoyo de la plomada para evitar cualquier tipo de error en la construcción. Posteriormente, se colocó la cimbra de madera, de segunda clasificación, para ello se añadió aceite quemado en el contorno de la madera, con el propósito de evitar la adherencia entre el concreto y la madera. El concreto se consideró de $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, mientras que los agregados (arena, grava y tlezoncle) se determinaron a un máximo de separación de 20 mm. Se utilizó el cemento Portland gris para la construcción de la zapata, el cual tuvo un rendimiento de 8-10 cm con un dado de concreto de 60 x 60 m de cada lado respectivamente y el peralte de 1 m, (Figura 13).

Después de haber colocado las zapatas, en un tiempo mínimo de aproximadamente 24 h de fraguado, se procedió a descimbrar y rellenar con material procedente de la excavación. Subsiguientemente, se comenzó a levantar las columnas en las zapatas fraguadas (Figura 13).

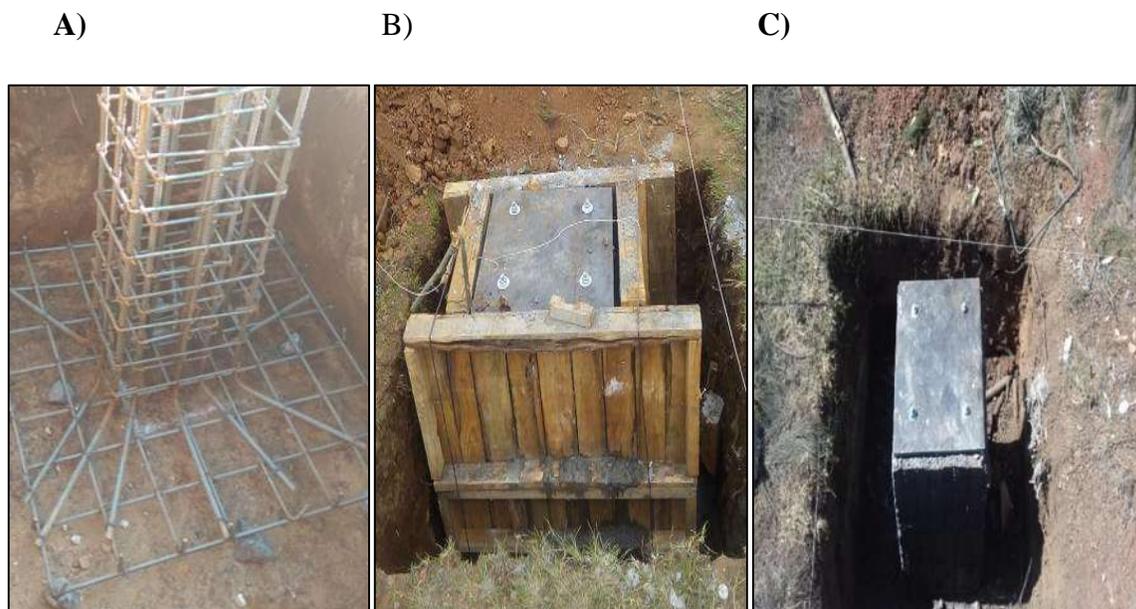


Figura 13. Proceso de elaboración de zapatas. A) En la primera figura se observa el acero de las varillas del número 3 y 4. B) Se observa la zapata cimbrada y colada. C) Finalmente, la zapata se encuentra cerrada.

4.3 Estructura

4.3.1 Anclaje de columnas

Se realizó el procedimiento de colocación de anclas de $5/8'' \times 1.55 \text{ kg/m}$, las cuales fueron sujetas a la zapata aislada en conjunto con el acero; con cuatro varilla número 4 y estribos número 3 de cada lado de 0.20m de sección de la placa de acero de $0.50 \times 0.50 \text{ m}$ de $1/2''$, (Figura 14).

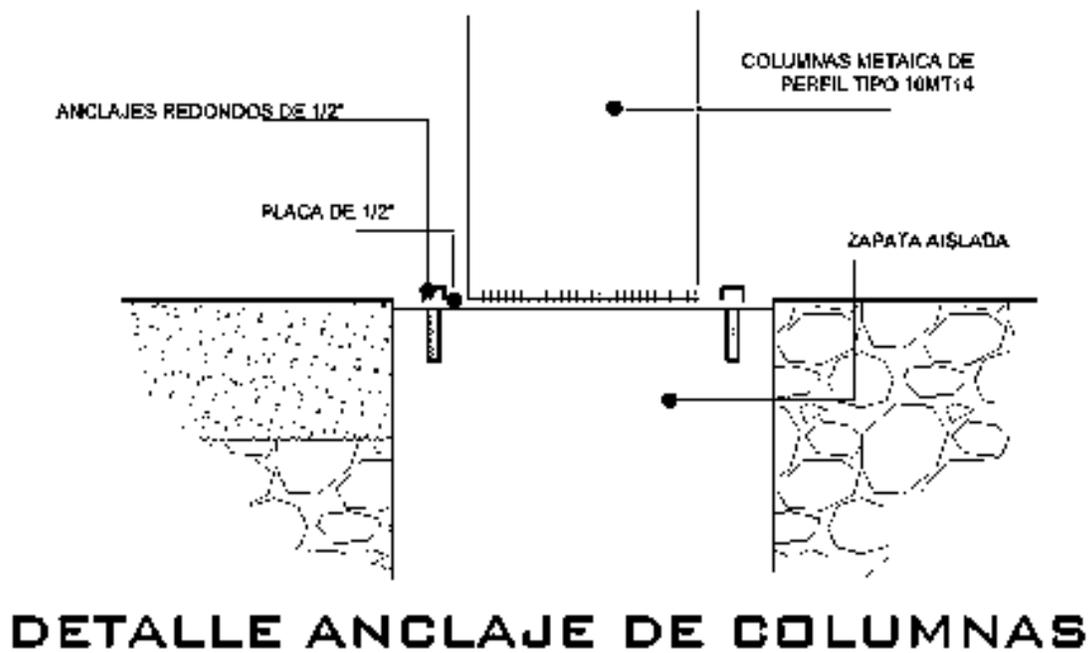


Figura 14. Anclaje de columnas.

4.3.2 Columnas

En cuanto a las columnas de acero, se les consideró con 2 perfiles de 10MT14 de medida $10'' \times 3 \frac{1}{2}''$, en cajón, lo cual formó una sección de $0.18 \times 0.254 \text{ m}$ y la altura fue de 6 m para cada columna. Se habilitó para soldar la placa de $0.50 \times 0.50 \text{ m}$ de $1/2''$, esta se ubicó en la zapata, mientras que la otra placa de $3/16''$ se colocó en la parte superior, (Figura 15).

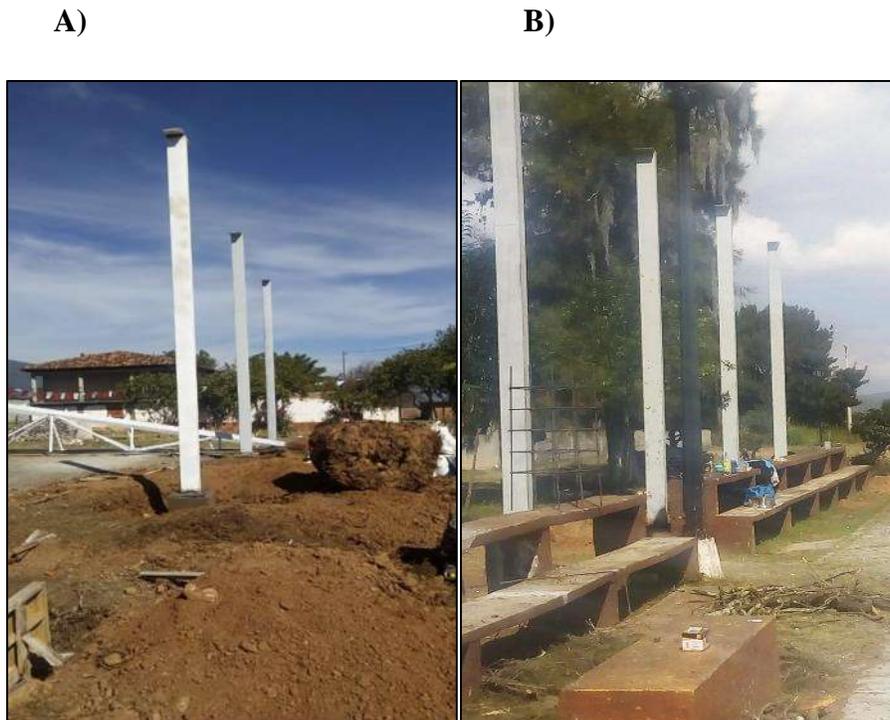


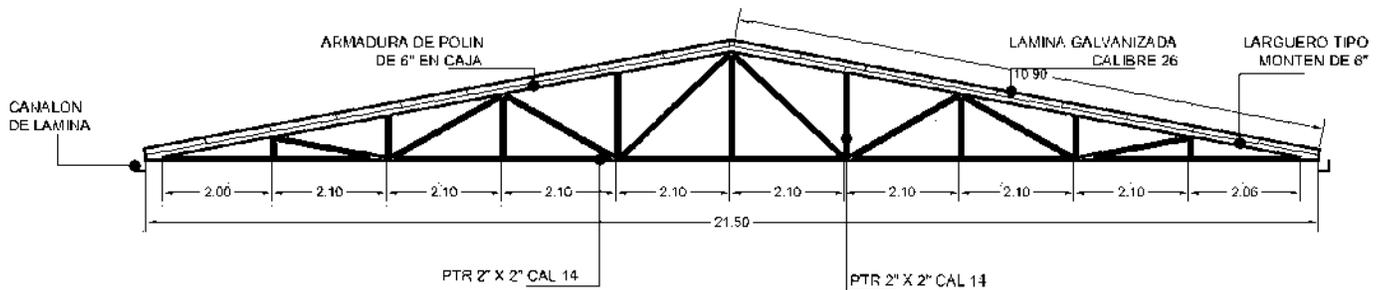
Figura 15. Columnas de acero. A) Se muestra en la primera figura las columnas de acero en el eje A. B) Mientras que, en la segunda figura se halla las columnas de acero correspondientes al eje B.

Las columnas fueron ubicadas en diferentes tramos de distancia, se refirió hacia la plataforma de concreto, con el fin de cubrir la parte de las gradas. El eje A, presentó la distancia 0.82 m, por otro lado la distancia del eje B fue de 2.78 m, con respecto la plataforma dirigida hacia el exterior de la misma, (Figura 15).

4.3.3 Armadura

Se realizó la construcción de siete armaduras, y se consideró que fueran de tipo abanico. Las armaduras, fueron soldadas con el electrodo, cuyo claro fue de 21.50 m y un peralte de 2.21 m. Las vigas en cajón y cuerda superior de monten de perfil 6MT14, cuyas medidas fueron de 6" x 2 ½". Mientas que las cuerdas verticales

(montantes), la cuerda inferior y la cuerda diagonal fueron de perfil PTR de medidas 2" x 2" x 1.90 mm con un ángulo en cuerdas de 2 x 3/16". Los tirantes, cuyo perfil fue de PTR de medidas 1"x 1" azul. Una vez que se tuvo armado el acero se coloca la pintura anticorrosiva y un esmalte alquidático para la protección de la estructura. Finalmente, las separaciones de crujiás entre armaduras fueron de 5.33 m y 5.34 m



DETALLE ARMADURA AR-1

(Figura 16).

Figura 16. Detallado de la armadura, realizado en AutoCAD.

Por lo tanto, cuando se tuvo soldadas las armaduras de acero, se procedió a empotrar en las columnas, estas ya levantadas e instaladas previamente en su sitio (Figura 16). Se colocó el nivel y la plomada de la armadura respecto a la columna para evitar cualquier desfase de la estructura. Mediante andamios, escaleras y poleas se levantaron las armaduras y mientras la persona encargada de soldar instalaba correctamente la armadura en la placa de la columna, (Figura 18 y 19).

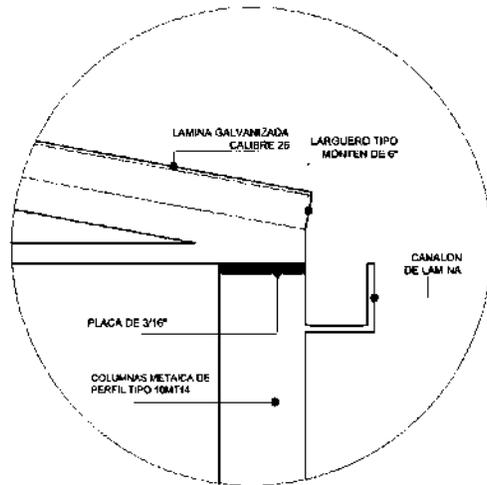


Figura 17. Detallado de la armadura.

A)

B)



Figura 18. Levantamiento e instalación de las armaduras.

4.3.4. Largueros

Los largueros, son elementos que se hallan transversalmente a la cuerda superior de la armadura, para recibir la lámina, (Figura 19). Dichos largueros, fueron de perfiles polín 6MT14, y medidas de 6" x 2 1/2". Las vigas de columna a columna en cajón fueron tomadas del mismo perfil, lo cual originó la formación de tableros, (Figura 19). Los largueros fueron soldados en las cuerdas, con un ángulo de 2 x 3/16" (Figura 20). Se pintó mediante un color blanco de pintura anticorrosiva la estructura y con esmalte alquidálico para la protección de la misma.

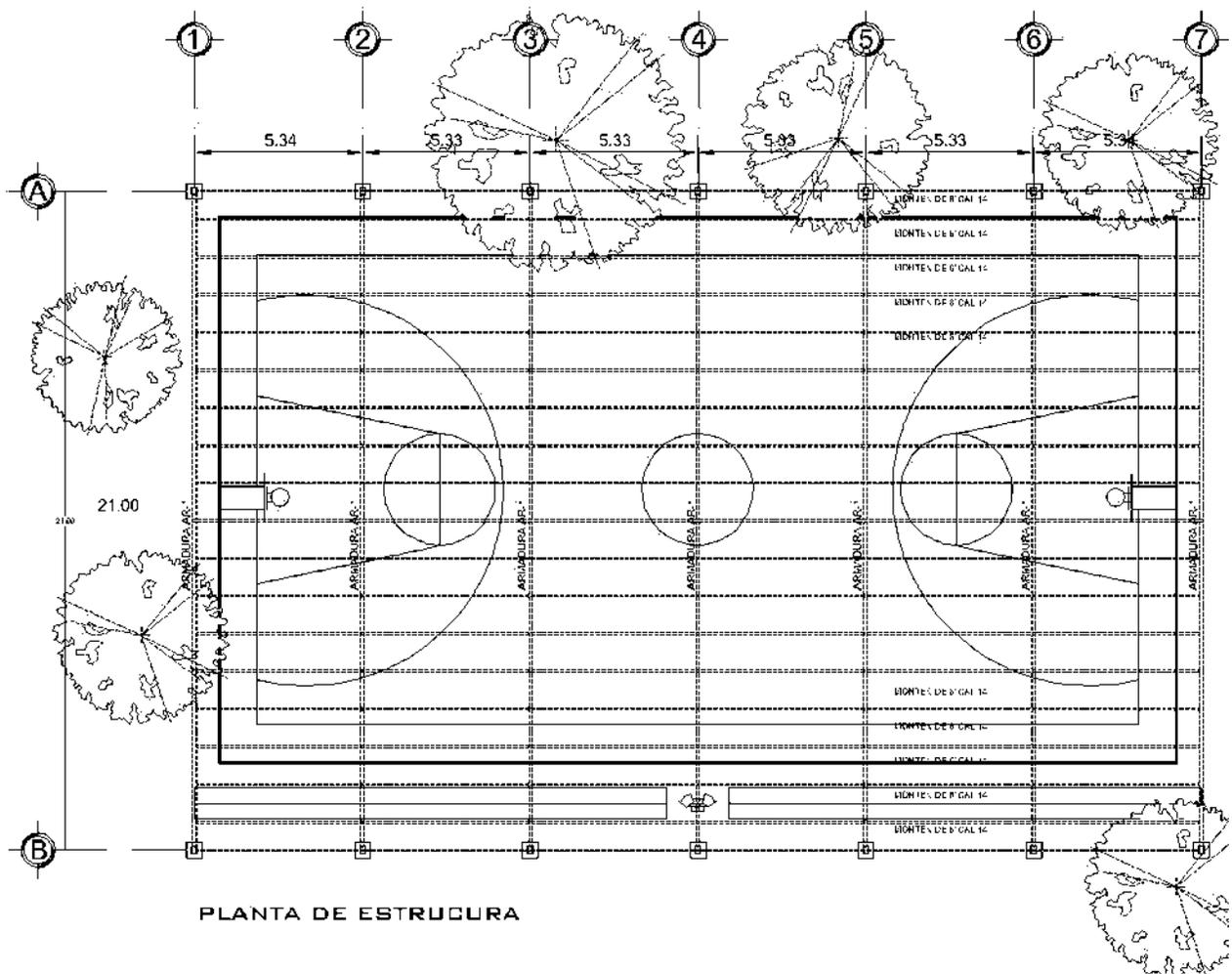


Figura 19. Estructura vista en planta, dibujo en Auto CAD.



Figura 20. Contravientos entre los largueros de ángulo en cuerdas de 2x3/16.

Después de haber concluido el proceso de instalación de la armadura y de los largueros, se obtuvo la estructura base de la techumbre. En la Figura 21, se muestra el plano realizado en Auto CAD de la estructura armada. Mientras que en la Figura 22, se logra apreciar los resultados en campo.

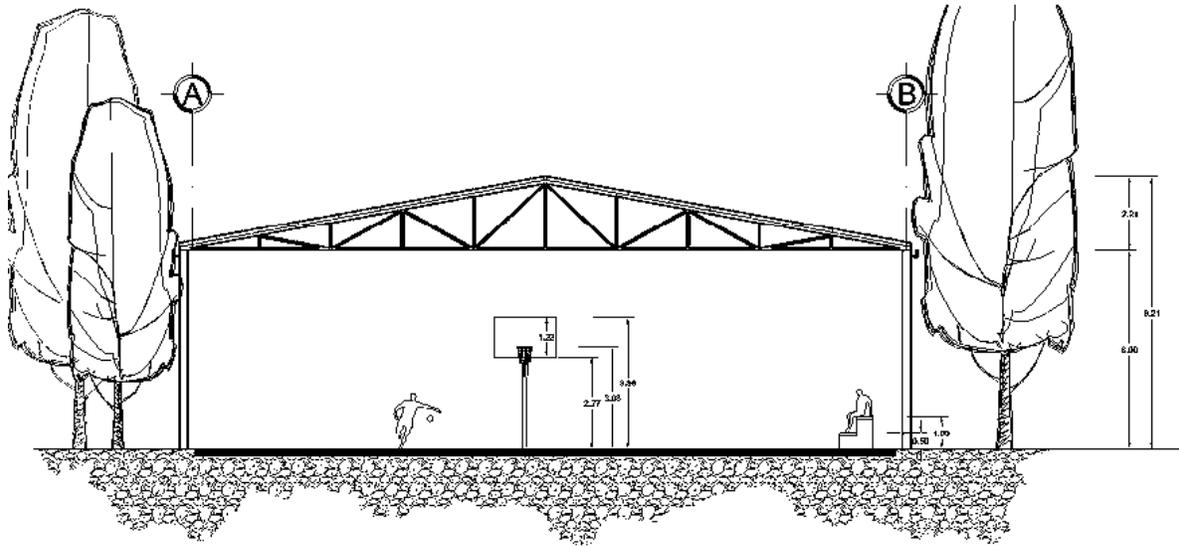


Figura 21. Techumbre vista de frente, dibujo en Auto CAD.



Figura 22. Estructura base de la techumbre, observada de frente.

4.3.5 Lamina de acero

Se utilizó el modelo lámina zintro-aluminio R: 101 Calibre 26, (Figura 24). La lámina acanalada de acero de configuración trapezoidal se diseñó para emplearse como cubierta de fijación expuesta, se instaló con la pija hexagonal punta de broca sobre los largueros, (Figura 25). Se colocó, una pintura anticorrosiva y un esmalte alquidámico en la estructura para la protección de la misma, (Figura 25).



Figura 23. Lamina acanalada ancho efectivo 101 cm y peralte 2.54 cm [15].



Figura 24. Se colocan la lámina monóticamente partiendo de un costado.

4.4 Instalaciones pluviales

4.4.1 Canaleta

Se puso la canaleta, a base de lámina galvanizada, en los costados de la estructura, la cual se sostuvo de los largueros laterales. A su vez, los largueros se unieron con los tubos de perfil PTR de 1" x 1" en ángulo, para obtener un buen soporte de la estructura, (Figura 26). Su función fue captar el agua que llegase a caer sobre la estructura, colectarla y dirigirla hacia las canaletas mediante la gravedad, hasta el tubo de PVC de 4", el cual llevará el agua hacia el terreno, (Figura 27).



Figura 25. Canaleta galvanizada, instalada en armadura a la dirección de los largueros.



Figura 26. Cuatro bajadas de PVC 4" con 3 codos de 90°.

Después, de haber colocado el resto de las láminas y las canaletas en la estructura, se concluyó la construcción de la techumbre, (Figura 28). Posteriormente, se realizó la limpieza del lugar para eliminar la basura que se generó en el proceso de construcción con la finalidad de entregar la construcción a las autoridades correspondientes.



Figura 27. Techumbre terminada.

CAPÍTULO V.- Discusión

En la Isla de Pacanda, ubicada en el municipio Tzintzuntzan, Morelia, Mich., cuenta con un espacio deportivo expuesto al aire libre y por lo tanto las condiciones climáticas contribuyen al deterioro de las instalaciones. Por ende, en el presente trabajo, se realizó la construcción de la techumbre en la cancha de basquetbol de Pancada. Debido al tipo de estructura, común dentro de la construcción civil, no fue necesario presentar los estudios de mecánica de suelos, cálculos estructurales e impacto ambiental. Lo anterior se justifica ya que, la construcción se realizó en claros pequeños, y apoyándose en la amplia experiencia de los constructores no fueron requeridos agregar dichos estudios. Se conoció el espécimen de suelo, el cual fue suelo de tipo A, debido a que este presentaba un color café, fuerza de compresión alta y es cohesivo, características fundamentales para diferenciar este suelo. Dichas particularidades del suelo fueron observadas a simple vista, en base de conocimientos empíricos, por lo tanto no fue necesario tomar muestras para el laboratorio. Todo fue en campo, como la mayoría de los estudios y decisiones tomadas en la construcción.

A partir del conocimiento del tipo de suelo, se determinó las dimensiones deseadas para cubrir el área de la cancha, se propuso el tipo de armadura, y la cimentación.

Los procesos constructivos, fueron descritos en la presente tesis de forma secuencial paso a paso de elaboración. No obstante, algunos procedimientos se realizaron simultáneamente (por ejemplo, la colocación de la canaleta y la fijación de las láminas), esto debido a dificultades climatológicas y además se optimizó la mano de obra del personal, se tomó la decisión de usar esta estrategia de tal forma que no se retrocedió el proceso de construcción.

El personal que participó en el trabajo y el material de construcción, fueron transportados a la Isla mediante lanchas de motor y vehículos. El material pesado, fue trasladado en plataformas acuáticas adaptadas. Adicionalmente, se contrató personal del lugar, lo que generó nuevos empleos a los ciudadanos de Pacanda.

CAPÍTULO VI.-Conclusión

El proyecto se comprendió en la realización de los trabajos preliminares mediante estudios empíricos en campo para la correcta ejecución en la construcción de la estructura metálica. Se determinó la nivelación topográfica del terreno para la estructura y consecuencia se establecieron los ejes de referencia en la superficie, teniendo como resultado los puntos de colocación de la zapata aislada cuadrada. Posteriormente, la techumbre, la cual estuvo basada en una columna de acero con dos monten en cajón, se edificó con la complementación de la armadura metálica, las canaletas y la lámina galvanizada.

La finalización de la construcción de la techumbre, se cumplió en tiempo y forma esperada, es decir en el lapso de seis semanas, gracias a la colaboración de ingenieros, arquitectos y obreros que estuvieron presentes en la ejecución del trabajo en campo y en escritorio. Se obtuvo satisfactoriamente la construcción de la techumbre con la utilización de los materiales propuestos inicialmente y los procesos empleados para su realización.

CAPÍTULO VII.-Perspectivas

- Mejorar la plancha de concreto con una lechada para cubrir grietas
- Balizamiento en la plancha de concreto
- Iluminación en la cancha
- Mejoramiento de las gradas
- Cambio de materiales en el tablero y pintura

CAPÍTULO VIII.-Bibliografía

1. Belandria, N., *Realizado por: Montoya Javier CI: 16.200. 480 Pinto Vega Francisco CI: 18.964. 152.*
2. Peck, R., et al., *Otros (2004)*. Ingeniería de Cimentaciones.
3. Manuel Ruiz Sandoval Hernández, G.d.I.C.V., Jovvani Javier and U.O.R. Hidalgo Sánchez, *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA ARMADURA TRIDIMENSIONAL PARA DOCENCIA* Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, 2009.
4. metálicas, E. *Tipo de armaduras*. Marzo de 2017; Available from: <http://asdfghijl.blogspot.com/2017/03/tipos-de-armaduras.html>.
5. Martínez Ruano Gonzalo, I.M., Ernesto Valdez, Saldaña Fernando, Hernández Flores, Luis Alberto Hernández, *Procedimiento Constructivo Con Estructura A Base De Marcos Rígidos De Acero*. 2017, Universidad Autónoma de Baja California "Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño".
6. Anonimo. *Los Marcos Rígidos*. 2019 [cited 2019]; Available from: <http://e-construir.com/estructuras/marcos-rigidos.html>.
7. Construcción, I.y. 2019 [cited 2019 23 de junio]; Available from: <https://civilgeeks.com/2015/05/09/estructura-de-techumbre/?fbclid=IwAR08NnK4ksGVOYmJ3sooSGM4ix6q6zx3z4AjcA8kWL-sHffKvw5QHcd8Wa4>.
8. Naturales, S.d.M.A.y.R., *Comisión Nacional del Agua, Estadísticas del Agua en México* 2010.
9. (CDI), C.N.p.e.D.d.I.P.I., *Los hogares y la población indígena* 2010.
10. Geografía, I.N.d.E.y., *MORELIA E14-1*. 1999.
11. Bradbury, J.P., *Limnologic history of Lago de Patzcuaro, Michoacan, Mexico for the past 48,000 years: impacts of climate and man*. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 2000. **163**(1-2): p. 69-95.
12. Correa Pérez, G., *Geografía del Estado de Michoacán: Geografía Física: t. 1*. GEM, Morelia, 1974.
13. Aparicio Mijares, F.J., *Fundamentos de hidrología de superficie*. 1999.
14. Naturales, S.d.M.A.y.R., *LAGO DE PÁTZCUARO, MICHOACÁN*. 2010.
15. Torres, G., *Ficha informativa de los humedales de Ramsar (FIR)–versión 2006-2008*. Secretaria de Desarrollo Agropecuario y Recursos Hidráulicos, 2008.