

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO ANZOÁTEGUI
EXTENSIÓN CANTAURA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



**ELABORACIÓN DE PROYECTO ESTRUCTURAL DE TECHADO PARA
CANCHA DE USOS MÚLTIPLES DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE,
EXTENSIÓN CANTAURA**

Autor:

Andrés José Pérez Campero

Trabajo de Grado presentado ante la Universidad de Oriente como Requisito para
optar al Título de:

INGENIERO CIVIL

Cantaura, Julio de 2021

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO ANZOÁTEGUI
EXTENSIÓN CANTAURA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



**ELABORACIÓN DE PROYECTO ESTRUCTURAL DE TECHADO PARA
CANCHA DE USOS MÚLTIPLES DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE,
EXTENSIÓN CANTAURA**

Asesor:

Prof. Jhonatan A. Martínez G.
Asesor Académico

Cantaura, Julio de 2021

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO ANZOÁTEGUI
EXTENSIÓN CANTAURA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



**ELABORACION DE PROYECTO ESTRUCTURAL DE TECHADO PARA
CANCHA DE USOS MULTIPLES DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE,
EXTENSION CANTAURA**

El jurado hace constar que asignó a esta tesis la calificación de

APROBADO

Jurados

Prof. González, Anabel

Jurado principal

Prof. Rojas, Laurimar

Jurado principal

Prof. Jhonatan A. Martínez G.

Asesor Académico

Cantaura, Julio de 2021

RESOLUCIÓN

De acuerdo al artículo 41 del reglamento de trabajos de grado de la Universidad de Oriente.

“Los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización”



DEDICATORIA

En primer lugar dedico esta investigación y toda mi carrera universitaria a Dios, por concederme fuerza y salud, además de brindarme la oportunidad de crecer como persona en el camino trazado para el cumplimiento de esta meta.

A mis padres, Anderson Pérez y Yinnys Campero, por brindarme su apoyo y su cariño incondicional, además de procurarme la educación necesaria para llegar hasta aquí y ser el pilar fundamental sobre el que se soportan los logros que he cultivado hasta el momento, sin ustedes esto no sería posible.

A mis hermanos Georgina, Luis David, Veronica y Yinneth, que siempre han estado allí para mí, en las buenas y en las malas, aquellos en los que sé que siempre podré contar y que siempre podrán contar con mi apoyo.

A mi esposa Annelys Gonzalez, por brindarme todo su cariño, amor y su apoyo incondicional en todo momento, estoy seguro que debe sentirse inmensamente feliz y orgullosa en este momento.

A mis tíos, primos y familiares en general por siempre estar atentos a mí, y por último a toda aquella persona que de una u otra forma estuvo allí para mí cuando la necesité.

Andrés Jose Pérez Campero

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, a Dios y a la Virgen del Valle por darme salud, constancia y paciencia durante esta etapa de mi vida; por ser mi guía, mi fortaleza en los momentos difíciles y brindarme el valor para superar cualquier obstáculo.

A mis padres, por hacer todo lo que estuvo en su disposición para permitirme alcanzar esta meta, por sus consejos y sus regaños, por su atención y paciencia, sus acciones me animan cada día a convertirme en un hombre de bien y en profesional honesto del cual puedan sentirse orgullosos. A mis hermanos, por ser el regalo más preciado que nuestros padres me han brindado, por su compañía y apoyo.

A mi casa de estudios, la Universidad de Oriente, por formarme como profesional y contribuir en el desarrollo de las personas de la comunidad. Al profesor Jhonatan Martínez, por su asesoría académica, que hizo posible la realización de este trabajo de grado. A mis compañeros de estudio, con los que compartí muchas horas de aprendizaje, así como decepciones, alegrías y experiencias.

Agradezco a todas aquellas personas que me han apoyado en este camino y nunca me dejaron caer, me dieron consejos y sobre todo las fuerzas y ganas necesarias para culminar con éxito nuestro trabajo de grado.

Andrés Jose Pérez Campero

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO ANZOÁTEGUI
EXTENSIÓN CANTAURA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



**ELABORACIÓN DE PROYECTO ESTRUCTURAL DE TECHADO PARA
CANCHA DE USOS MÚLTIPLES DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE,
EXTENSIÓN CANTAURA**

Autor: Andrés Jose Pérez Campero.

Tutor académico: Prof. Martínez, Jonathan.

Fecha: Julio de 2021.

RESUMEN

El área deportiva de la Universidad de Oriente, Extensión Cantaura, cuenta con tres canchas de usos múltiples, las cuales no cuentan con una cubierta de techo, que proteja a sus usuarios del clima y de las intemperies. es por ello que surgió la necesidad de proponer un diseño techado, que permita desarrollar eventos deportivos e impartir las cátedras de extra académicas deportivas, en momentos donde las condiciones meteorológicas adversas. El proyecto se desarrolla en un tipo de investigación y de campo, ya que se llevó a cabo primero mediante la observación directa la toma de medidas del área deportiva, es decir un levantamiento de las dimensiones de la planta física (levantamiento en sitio) con teodolito y cinta métrica, teniendo como resultado que la extensión del área de techado del área deportiva es de: 1.725,00 m². Una vez obtenido la nivelación del terreno, se aplicó una matriz de evaluación de opciones, con la cual se determinó el tipo de estructura a diseñar: Estructura tradicional con láminas de acero galvanizado: estructuras con vigas abiertas tipo armadura y columnas en concreto armado y cubierta de acero galvanizado. Por último una vez definido toda la información se trabajó en diseños en concreto armado y de acero, realizando los cálculos estructurales mediante el software SAP 2000 V19 Ultimate, con la finalidad de obtener un cálculo estructural más exacto y confiable. Así mismo se utilizó el “software” comercial LULOWI, para presentar los APU del proyecto.

Palabras clave: Estructura, techado, concreto armado, acero estructural.

ÍNDICE GENERAL

RESOLUCIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vi
RESUMEN.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I.....	16
EL PROBLEMA	16
1.1 Planteamiento del problema.....	16
1.2 Objetivos de la investigación	19
1.2.1. Objetivo general	19
1.2.2. Objetivos específicos.....	19
1.3. Justificación de la investigación.....	20
1.4. Delimitación de la investigación.....	20
CAPÍTULO II	21
MARCO TEÓRICO.....	21
2.1 Antecedentes de la investigación	21
2.2 Bases teóricas	24
2.2.1 Acero estructural.....	24
2.2.2 Ventajas del Acero.....	24

2.2.3 Desventajas del acero	25
2.2.4 Tipos de acero.....	26
2.2.5 Método de los estados límites.....	27
2.2.6 Estado límite resistente.....	28
2.2.7 Estado límite de servicio.....	28
2.2.8 Tipo de acciones	29
2.2.9 Análisis sísmico.....	30
2.2.10 Fundaciones	40
2.2.11 Análisis de acciones del viento sobre construcciones	41
2.2.12 Clasificación de las construcciones según el uso y las características de respuesta ante la acción del viento	42
2.2.13 Factor de importancia eólica.....	43
2.2.14 Clasificación según las características de respuesta	44
2.2.15 Parámetros que dependen de la zonificación eólica	45
CAPÍTULO III.....	56
MARCO METODOLÓGICO.....	56
3.1. Tipo de investigación	56
3.2 Diseño de investigación	56
3.3.1 Técnicas	57
3.3.3 Herramientas y equipos	59
CAPÍTULO IV.....	60
RESULTADOS.....	60
4.1 Ubicación y situación topográfica.....	60
4.1.1. Descripción de las instalaciones existentes	61
4.1.2 Levantamiento de las dimensiones de las áreas deportivas de la Universidad de Oriente, Extensión Cantaura.	61

4.2 Evaluación de opciones para techado para el techado del area deportiva de la Universidad de Oriente, Extensión Cantaura.	63
4.2.1 Criterios de evaluación	63
4.2.2 Factores de ponderación	63
4.2.3 Sistemas de cubierta de techo a evaluar	64
4.3. Desarrollo de estructura del techado para canchas en área deportiva de la Universidad de Oriente, Extensión Cantaura.	66
4.3.1 Implantación del proyecto	66
4.3.2 Diseño del sistema estructural de techado para canchas en área deportiva..	67
4.3.3 Definición de parámetros eólicos de techado	70
4.3.4 Cuantificación de la presión eólica en el techado.....	70
4.3.5 Definición de parámetros sísmicos de techado.....	72
4.3.6 Análisis del sistema estructural del techado de las canchas	73
4.3.7 Resultado del análisis sísmico del sistema estructural del techado de las canchas.....	75
4.3.8 Resultado del diseño del sistema estructural del techado de las canchas	76
4.4 Realización los planos de ingeniería de detalle empleando el “software” comercial autocad 2017.	81
4.5 Presentación de los análisis de precios unitarios y presupuesto del proyecto, empleando el “software” comercial LULOWIN.....	82
CAPÍTULO V	84
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
5.1 Conclusiones	84
5.2 Recomendaciones	85
BIBLIOGRAFÍA	87
ANEXOS	91
Anexo “A”: Análisis eólico de techado.....	92

Anexo “B”: Salidas de SAP2000 V19 Ultimate	94
Anexo “C”: Analisis de precios unitarios y presupuesto de obra.....	181
Anexo “D”: Planos de ingenieria	225

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de acero.	26
Tabla 2. Clasificación de acero.	26
Tabla 3. Espectral y Factor de Corrección.	33
Tabla 4. Factor de Importancia.	35
Tabla 5. Niveles de diseño.	36
Tabla 6. Desplazamientos máximos entre niveles.	39
Tabla 7. Factor de importancia eólica.....	44
Tabla 8. Velocidad básica del viento “V”, en km/h.....	48
Tabla 9. Acciones en sistemas resistentes al viento.....	53
Tabla 10. Constantes para el cálculo de $KZyKh$	53
Tabla 11. Coeficientes de exposición a la presión dinámica $KZyKh$	54
Tabla 12. Coeficiente de arrastre “k” sobre una superficie.....	54
Tabla 13. Factor de respuesta ante ráfagas.....	55
Tabla 14. Factores de ponderación.....	64
Tabla 15. Descripción de sistemas de techo.....	65
Tabla 16. Evaluación de opciones de sistemas de techo.....	66
Tabla 17. Datos usados para el análisis eólico del techado de las canchas.....	70
Tabla 18. Datos usados para el análisis sísmico del techado.	72
Tabla 19. Análisis de carga usado en el modelo en SAP2000V19.0.0 Ultimate	74
Tabla 20. Datos de entrada usados para el modelo en SAP2000V19.0.0 Ultimate	74
Tabla 21. Resultados obtenidos del análisis dinámico.....	75
Tabla 22. Peso sísmico de la edificación	75
Tabla 23. Derivas máximas del techado de las canchas.....	76
Tabla 24. Datos de entrada usados para el modelo en SAFE 2016 de las fundaciones del techado.	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zonificación sísmica de Venezuela.	32
Figura 2. Mapa de velocidades de viento.....	49
Figura 3 . Ubicación de la Universidad de Oriente (UDO) Extensión Cantaura.	60
Figura 4. Levantamiento planialtimetrico y mediciones realizado en el área de estudio.	61
Figura 5. Levantamiento del área deportiva de estudio, elevaciones en datum arbitrario.	62
Figura 6. Implantación propuesta del techado.	67
Figura 7. Estructuración propuesta en planta del techado.....	68
Figura 8. Pórticos típicos de techado de cancha.	69
Figura 9. Espectro de diseño para el techado.....	73
Figura 10. Modelo en SAP2000V19.0.0 Ultimate.....	74
Figura 11. Relación demanda capacidad de vigas y correas modelo en SAP2000V19.0.0 Ultimate.	77
Figura 12. Momento actuante en columnas de los porticos A e I (tn-cm/cm) modelo en SAP2000V19.0.0 Ultimate.	77
Figura 13. Momento actuante en columnas de los porticos B al H (tn-cm/cm) modelo en SAP2000V19.0.0 Ultimate.	78
Figura 14. Momento actuante en columnas del portico 3 (tn-cm/cm) modelo en SAP2000V19.0.0 Ultimate.	78
Figura 15. Capacidad de soporte para condiciones de servicio (kgf/cm ²) en modelo de el programa SAFE 2016.	80
Figura 16. Relación demanda capacidad de esfuerzo de punzonado en las zapatas modelo en SAFE 2016 del techado.....	80
Figura 17. Acero longitudinal necesario en las zapatas modelo en SAFE 2016 de las caminerías. Fuente: Autor.....	81

INTRODUCCIÓN

Uno de los materiales de fabricación y construcción más versátil, más adaptable y más ampliamente usado en edificios, puentes, torres, etc.; es el acero, debido a su bajo costo y su propiedades que combinan la resistencia y la posibilidad de ser trabajado. Actualmente, dichas propiedades han permitido dar paso a la construcción mixta de estructura de acero y hormigón, logrando así optimizar el trabajo de cada uno de los componentes (el acero a tracción o compresión, y el hormigón a compresión), logrando atractivas soluciones tanto desde el punto de vista de la estructura como del diseño.

Bajo este contexto, la presente tesis abarca el diseño de una estructura en acero (techado), para la cancha de usos múltiples de la Universidad De Oriente, Extensión Cantaura, en donde se realizó en primera instancia un levantamiento en sitio de las medidas de las áreas deportivas, para así poder establecer un estudio completo sobre las diferentes opciones de techado para las canchas de usos múltiples, tomando en cuenta criterios de costo, tiempo, estética, entre otros. El análisis se basó en diseños en concreto armado y de acero, realizando los cálculos estructurales mediante el *software* SAP 2000 V19 Ultimate, buscando como resultado la mejora y modificación de los espacios de desarrollo deportivos.

De igual forma, para el desarrollo de lo antes mencionado, se emplearon los principios de las normas Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), 1618-98 Estructuras de Acero para Edificaciones. Método de los Estados Límites. El Instituto Americano para Construcciones en Acero (AISC) 360-10 Especificaciones para Edificaciones en Acero Estructural, para el dimensionado de la estructura y el Instituto Americano del Concreto (ACI), 318-14 Requisitos del Código de Construcción para Concreto Estructural; la norma COVENIN 2003-89 Acciones de Viento sobre las construcciones, norma COVENIN 1756-01 Edificaciones Sismo

resistentes. En este sentido, la investigación se divide en cinco capítulos referidos fundamentalmente a lo siguiente:

- Capítulo I. El problema: en donde se presenta el planteamiento del mismo, los objetivos, la justificación y el alcance de la investigación.
- Capítulo II. Marco teórico: se presentan los antecedentes de la investigación, así como el conjunto de aspectos teóricos que permiten proporcionar una base conceptual del tema investigado.
- Capítulo III. Marco metodológico: en el cual se señala el tipo y diseño de la investigación, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, y las técnicas de procesamiento y análisis de datos; y por último, se describe paso a paso el proceso investigativo.
- Capítulo IV. Análisis e interpretación de los resultados: donde se presenta el análisis de los objetivos planteados, en los que se incluye la formulación de la propuesta: en el cual se expresa detalladamente la propuesta a considerar para la solución de la problemática planteada, basada en el análisis e interpretación de los datos obtenidos a través del proceso de investigación.
- Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones: se presentan las conclusiones y recomendaciones, producto de la investigación, las cuales dan respuesta a los objetivos planteados, y los anexos, que amplían aún más la información presentada.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

Por la iniciativa de la alcaldía del municipio Pedro María Freites bajo la dirección de la alcaldesa, Evelyn Urdaneta, y la Rectora de la Universidad de Oriente (UDO) Milena Bravo, se creó una nueva sede de la UDO en el municipio en el año 2009, brindado en el municipio la posibilidad de estudio de las carreras de Ingeniería Civil y Contaduría Pública. Esta extensión en sus inicios se creó con una planta física, con un área administrativa, módulo de aulas, su área cultural con un anfiteatro al aire libre, áreas deportivas, estacionamiento. El área deportiva cuenta con tres canchas de usos múltiples, dos de ellas tienen cerramiento lateral, elaborado con bloque y malla tipo alfajol, y no cuentan con una cubierta de techo, que proteja a sus usuarios del clima y de las intemperies.

Debido a lo anterior y las condiciones climatológicas imperantes del municipio, ocasionan que las áreas deportivas de la extensión no sean utilizadas de manera efectiva durante el día, es decir, no son aprovechadas al cien por ciento. En este sentido, actualmente las actividades deportivas son llevadas a cabo en horarios de la mañana, de 7:00 AM hasta las 10:00 AM, representando al menos de un treinta por ciento de las horas efectiva del día, por lo que la instalación se encuentran sin ningún uso en durante el resto del día, debido a que, hacer actividades deportivas, fuera de los horarios indicados, trae como consecuencia aumento del desgaste físico por las deshidratación, generada por las altas temperatura y la radicación solar en esas horas del día.

Por las consideraciones anteriores, surge la necesidad de proponer un proyecto para la construcción de techado de usos múltiples, considerando la entidad arquitectónica de la Universidad de Oriente y así como también las nuevas tendencias

en diseño de cubiertas de techo, tomando en cuenta las diferentes posibilidades en la elección de cubierta y nuevos materiales utilizados para el desarrollo de este tipo de proyectos.

Por ende, en su desarrollo se emplearán los principios definidos por las normas de la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) 1618-98 “Estructuras de Acero para Edificaciones. Método de los Estados Límites”, el Instituto Americano para Construcciones en Acero (en sus siglas en inglés AISC) 360-10 “Especificaciones para Edificaciones en Acero Estructural” y Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad (FONDONORMA) “Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural” 1753-2006 y el código del Instituto Americano del Concreto (ACI por sus siglas en inglés) 318-14, “Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario”, así como los usos prácticos en la ingeniería.

En este sentido, el proyecto estará basado en las etapas de desarrollo de ingeniería conceptual, hasta la etapa definitiva de ingeniería de detalle, realizando como producto definitivo los planos de ingeniería, así como también, el cálculo de los cómputos y presupuesto de obra, todo esto, limitado solamente al diseño del techado de las dos canchas contiguas en el área deportiva de la universidad.

Cabe destacar que los proyectos de techado de canchas de usos múltiples mediante construcciones mixtas, han sido ampliamente aceptados, tal es el caso de GÁLVEZ & MÁRTON ARQUITETURA y ADLUX (2012), en el cual elaboraron la ingeniería de detalle de para el techado en estructura mixta concreto acero en gimnasio y cancha e usos múltiples. En el mismo orden de ideas se debe señalar que el presente trabajo, es el primer proyecto que se desarrollará en la extensión para realizar la cubierta de las canchas de usos múltiples.

Dadas las condiciones que anteceden, la importancia de este proyecto radica, en que, con su elaboración, análisis y construcción del techado de cancha de usos múltiples, el mobiliario y las instalaciones deportivas podrán ser utilizadas durante toda la jornada, brindándole mejores condiciones para el desarrollo de las actividades deportivas y culturales dentro de la extensión, para toda la comunidad universitaria. De igual manera, hace gran aporte a la Universidad De Oriente, como antecedente de estudio, ya que ayuda de manera general a futuras investigaciones que estén relacionadas con el análisis y diseño de estructuras mixtas, el uso del *software*SAP 2000 y el manejo de criterios de normas COVENIN y ACI, en materia de predimensiamiento y calculo estructural.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1. Objetivo general

Elaborar proyecto estructural de techado de la cancha de usos múltiples de la Universidad de Oriente Extensión Cantaura.

1.2.2. Objetivos específicos

- Graficar el levantamiento de las dimensiones de planta física y levantamiento de sitio de las canchas de usos múltiples existente de la Universidad de Oriente, Extensión Cantaura.
- Seleccionar matriz de evaluación para las diferentes opciones de techado para las canchas de usos múltiples de la Universidad de Oriente, Extensión Cantaura.
- Calcular la estructura para el techado para las canchas de usos múltiples de la Universidad de Oriente, Extensión Cantaura, empleando el “software” comercial ETABS (Structural Software for Building Analysis and Desing).
- Realizar los planos de ingeniería de detalle empleado el software AutoCAD 2016.
- Presentar los análisis de precios unitarios y presupuesto del proyecto, empleando el “software” comercial LULOWIN.

1.3. Justificación de la investigación

En Ingeniería Civil, específicamente el campo de las estructuras, siempre se ha tenido presente garantizar la eficiencia de las obras diseñadas y calculadas; y entre las consideraciones para garantizarlo se destacan, reducir el peso y minimizar el uso de los recursos y materiales; es en este último aspecto cuando los metales cobran significación. Es por ello que, la investigación se plantea el diseño de techado de canchas de usos múltiples, bajo un criterio de diseño mixto (estructura metálica y de concreto), orientado a conseguir el máximo aprovechamiento estructural, al más bajo costo y gran durabilidad, además de estar diseñado para atender las necesidades de la comunidad universitaria.

En este sentido, se considera de igual forma que siendo el primer trabajo de grado de este tipo en ingeniería civil, que se realizaría en la Universidad de Oriente Extensión Cantaura, sirva como iniciativa tanto para la alcaldía del municipio Pedro María Freites, como para las autoridades competentes de la Universidad de Oriente (UDO), para la construcción y mejoramiento de las áreas deportivas de la institución, ya que ayudará a los docentes, estudiantes, obreros, entre otros, a desarrollar las actividades deportivas en momentos donde el clima sea un factor que impida realizar eventos de recreación y esparcimiento.

1.4. Delimitación de la investigación

El presente proyecto se encuentra delimitado a la proyección, diseño, análisis estructural y cálculo de APU de la edificación concerniente a la estructura de techado de la cancha de usos múltiples, específicamente para dos de las tres canchas, con las que cuenta el área deportiva de la Universidad de Oriente, Extensión Cantaura, ubicada en el municipio General Pedro María Freites, Cantaura, Estado Anzoátegui.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Todo proyecto de investigación debe estar respaldado por trabajos que se hayan realizado con anterioridad y se encuentren relacionados con el tema central en torno al cual gira la investigación en cuestión, debido a que mediante el estudio de éstos se puede generar una idea de la forma en la que ha sido tratada anteriormente una problemática similar a la que se planea investigar. Como parte del Marco Teórico, los antecedentes de la investigación se refieren a la revisión de trabajos previos sobre el tema en estudio, realizados por instituciones de educación superior.

En tal sentido, Rodriguez y Tirado (2018) presentaron una propuesta de techado del anfiteatro y caminerías de la Universidad de Oriente Extensión Cantaura, para poder realizar eventos culturales, en su propio anfiteatro, facilitando el desarrollo de los mismos. En su investigación, los autores establecieron un levantamiento en sitio de las dimensiones del anfiteatro y las caminerías existentes de la Universidad de Oriente, Extensión Cantaura, para así poder establecer el diseño más idóneo según una matriz de evaluación de opciones sobre los diferentes techados para el diseño y uso del anfiteatro y caminerías. Una vez definido el diseño de la estructura del techado para el anfiteatro y caminerías, realizaron los cálculos estructurales empleando el software comercial ETABS. Así mismo, presentaron los planos de ingeniería de detalle empleando el “software” comercial AutoCAD 2016.

La investigación realizada por Rodriguez y Tirado, se tomó en consideración para la elaboración del proyecto, ya que se relaciona en cuanto a los criterios utilizados para la recolección de datos (observación directa, levantamiento en sitio y revisión documental), así como también los diferentes procedimientos e instrucciones

dictaminados en las normas y guías referentes al diseño de una estructura de techado mixta. Del mismo modo sirvió como guía para ingreso de datos adecuados para los cálculos estructurales mediante el software ETABS. Todo esto con la finalidad de mejorar de buscar es la mejora los espacios culturales de la Universidad de Oriente, Extensión Cantaura.

En el mismo orden de ideas, Donoso et. al. (2015), realizó una publicación en la revista “Arquitectura+Acero”, en donde presentó su proyecto finalista de un de techado para un centro deportivo, ubicado en Ecuador en la ciudad de Puerto Hondo, en el sector Guayaquil de marcada connotación turística. La propuesta se desarrollo bajo dos metodologías, la arquitectónica basada en una estructura metálica por perfiles con cubiertas verdes permitiendo la luz hacia el centro deportivo, quedando las áreas deportivas se encontrarán en el interior de la estructura mientras que en el exterior será ajardinado para el área. Como segundo fundamento el estructural, basado en una cubierta verde a partir de tres cintas que genera un espacio abierto y permeable que alude a las zonas montañosas.

Así mismo, en su diseño planteó y unas vigas enlazadas con otras en las fachadas evitaran el pandeo entre columnas metálicas de 30 x 30m logrando así un efecto más orgánico a nivel de arquitectura y funcional a nivel ingenieril. Cabe destacar que el autor diseño la estructura en forma de cerchas que permitirán la buena distribución de fuerzas de la cubierta curva hacia al suelo logrando así un buen equilibrio de todo el proyecto. Dicho antecedente fue tomado en consideración, dada la relevancia de la información que aporta con respecto a los diseños arquitectónicos modernos, y el como se pueden combinar con estructuras de acero, permitiendo establecer en la investigación, un diseño que no solo soporte las cargas, sino que plantea ideas nuevas sobre la arquitectura en cuanto a techos para complejos deportivos.

Por otro lado, (*op. cit. pag. 21*), publicaron igualmente en la revista “Arquitectura+Acero”, su diseño atechado del Gimnasio de Clube dos Pinheiros en Sao Paulo, Brasil, que se caracteriza por ser una estructura mixta, pilares de concreto que apoyan una estructura metálica tubular en arco y cubierta por una membrana blanca tensionada. Los autores plantearon una estructura eficiente a partir de los pedestales de concreto armado que descansan en unos arcos compuestos de sección triangular conformada y prefabricada, hecho en base de tubo de sección circular, haciendo que durante el día la luz es filtrada por la membrana, evitando el uso de luz artificial. En los días de lluvias la forma de la cubierta dirige las aguas pluviales hacia rejillas de captación en la base de los pilares de concreto para encauzarlas a las cisternas de almacenamiento y reutilización.

Este antecedente de estudio, merece ser incorporado en esta investigación, debido a que los autores concluyen cuales son los parámetros más idóneos para la transmisión de cargas de una estructura de techo mixto (concreto y acero estructural), sirviendo como guía para definir las dimensiones y elementos estructurales más eficientes para predimensionar el diseño de techado de la cancha deportiva de la Universidad Deo Oriente Extensión Cantaura, una vez realizada la matriz de evaluación de opciones.

Por último, Mazzeo (1997), indicó que el diseño de una conexión capaz de soportar tensiones debido a solicitaciones sísmicas depende en gran medida de los tipos de soldadura y la manera en que deben realizarse. De igual manera lo relacionado con pernos, y especifica tanto el tipo de acero a usarse como las dimensiones mínimas de ellos. Esta investigación aporta al presente trabajo información importante en cuanto al diseño de conexiones en acero tomando en cuenta el aspecto sísmico resistente. Se detalla de gran manera todo lo relacionado a la soldadura de plancha.

2.2 Bases teóricas

Según Arias (2006), “Las bases teóricas implican un desarrollo amplio de los conceptos y proposiciones que conforman el punto de vista o enfoque adoptado, para sustentar o explicar el problema planteado” (p.107). Es decir que, son de suma importancia para todo proyecto de investigación ya que se definen y se aclaran los términos que se encuentren relacionados con su desarrollo, sirviendo para dar veracidad y validez al proceso de investigación del proyecto y a su vez, como base para sustentar el mismo. A continuación se detallan las bases teóricas de la presente investigación.

2.2.1 Acero estructural

Mccormac (2002), define el acero como una combinación de hierro y pequeñas cantidades de carbono, así como de otros minerales, generalmente menos del 1%, también contiene pequeños porcentajes de algunos otros elementos. Cabe destacar que estos otros elementos le brindan propiedades adicionales, dependiendo de su naturaleza y proporción, permitiendo que el acero sea hoy en día el material más utilizado en la edificación de estructuras debido a sus características de resistencia y trabajabilidad.

2.2.2 Ventajas del Acero

Op. cit., señala dentro de las ventajas del de acero como material estructural su alta resistencia, uniformidad, elasticidad, durabilidad, ductilidad, tenacidad, la posibilidad de ampliación de estructuras existentes, entre otras. A continuación se detallan dichas características:

- **Alta resistencia:** Implica que el acero resiste grandes presiones antes de deformarse, dependiendo de la calidad del mismo; sin que esto influya considerablemente en el peso del mismo.
- **Uniformidad:** Sus propiedades se mantienen prácticamente constantes en el tiempo, a diferencia de las construcciones en concreto armado.
- **Elasticidad:** El acero asemeja mucho su comportamiento al comportamiento elástico expresado en la Ley de Hooke hasta esfuerzos relativamente altos.
- **Durabilidad:** Bajo el mantenimiento adecuado, las estructuras de acero pueden durar un tiempo indefinido.
- **Tenacidad:** Es una característica de ciertos materiales que consiste en absorber grandes cantidades de energía sin fracturarse.

2.2.3 Desventajas del acero

De igual manera, Andrade (2006), señala ciertas desventajas del acero como material estructural, mencionadas a continuación:

- **Costo de mantenimiento:** Para evitar la corrosión y deterioro del material, las estructuras de acero deben pintarse periódicamente con pinturas especiales para ello.
- **Costo de la protección contra fuego:** La estructura de acero de una construcción debe protegerse mediante materiales con ciertas características aislantes o el edificio deberá acondicionarse con un sistema de anti incendios para que cumpla con los requisitos del código de seguridad de la localidad.
- **Susceptibilidad al pandeo:** El acero, al usarse como columnas, amerita gran cantidad de material ya que cuanto más largos y esbeltos sean los miembros a compresión, el peligro de pandeo será proporcional.
- **Fatiga:** El acero presenta una característica que reduce su resistencia cuando es sometido a tensiones de diferentes magnitudes o con sentidos contrarios.

- **Fractura frágil:** Bajo ciertas condiciones, el acero puede perder su ductilidad y la falla frágil puede ocurrir en lugares de concentración de esfuerzos.

2.2.4 Tipos de acero

De (*op. cit. pag.27*), señala que los aceros se agrupan según la clasificación de la ASTM (Sociedad Americana para Ensayos y Materiales). En esta clasificación se mencionan: Los aceros de propósitos generales (A 36), los aceros estructurales de carbono (A 529), los aceros estructurales de alta resistencia y abaja aleación (A 572), los aceros estructurales de alta resistencia, baja aleación y resistentes a la corrosión atmosféricas (A 242 y A 588), y la placa de acero templada y revenida (A 514 y A852). Ver Tabla 1 Y 2.

Tabla 1. *Tipos de acero.*

Tipo de acero	Norma ASTM	Fy (kg²/cm²)
Al carbono	A36	2530
	A529	2950
		2810
Alta resistencia – Baja aleación	A441	2950
		3235
		3515
Resistencia a la corrosión – Alta resistencia – Baja aleación	A242	2950
		3235
		3515

Fuente: ASTM (2002).

Tabla 2. *Clasificación de acero.*

Clasificación de los aceros, según ASTM	Limite elástico		Tensión de rotura	
	KSI	Mpa	KSI	Mpa
ASTM A36	36	250	58-80	400-550
ASTM A53 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A106 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A131 gra, B, Cs, D, Ds, E	34	235	58-71	400-490
ASTM A139 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A381 Grado 35	35	240	>60	>415
ASTM A500 Grado A	33	228	>45	>310
ASTM A500 Grado B	42	290	>58	>400
ASTM A501	36	250	>58	>400
ASTM A516 Grado 55	30	205	55-75	380-515
ASTM A516 Grado 60	32	220	60-80	415-550
ASTM A524 Grado I	35	240	60-85	415-586
ASTM A524 Grado II	30	205	55-80	380-550
ASTM A529	42	290	60-85	415-550
ASTM A570 Grado 30	30	205	>49	>340
ASTM A570 Grado 33	33	230	>52	>360
ASTM A570 Grado 36	36	250	>53	>365
ASTM A570 Grado 40	40	275	>55	>380
ASTM A570 Grado 45	45	310	>60	>415
ASTM A570 Grado 50	50	345	>65	>450
ASTM A709 Grado 36	36	250	58-80	400-550
API 5L Grado B	35	240	60	415
API 5L Grado X42	42	290	60	415

Fuente: MCCORMAC (2002).

2.2.5 Método de los estados límites

De sus siglas en inglés: LRFD (Load Resistent Factor Design), se basa en la consideración de los estados límites de utilidad estructural, es decir, el estado límite es la situación más allá de la cual una estructura, miembro o componente estructural, no es más apta para satisfacer la función para la cual fue diseñado. (Fratelli, 2003). En las estructuras metálicas existen varios límites de utilidad, como son: el límite de resistencia, el límite de deformabilidad, la fractura frágil, el colapso plástico, las vibraciones excesivas, la fatiga, la inestabilidad, el volcamiento, etc.

Señala también Fratelli, que el objetivo del uso de este método es mantener la estructura alejada de la probabilidad de superar la frontera de utilidad, asegurando, tanto en forma local como en forma global, la estabilidad, la resistencia y la rigidez de sus miembros, para cualquier combinación prevista de las solicitaciones que se pueden presentar durante la vida útil de la edificación. Para ello, es preciso considerar en el diseño el estado límite por agotamiento resistente y el estado límite de servicio, como requisitos mínimos según el Capítulo 3, de la norma COVENIN-MINDUR 2002: Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones.

2.2.6 Estado límite resistente

Mccormac, en su libro Diseño de estructuras de acero Método LRFD 2002, explica que, los estados límites de resistencia se basan en la seguridad o capacidad de carga de las estructuras y sus componentes e incluyen las resistencias plásticas, de pandeo, de fractura, de fatiga, de volteo, etc. Como su nombre lo dice, es el estado máximo que resiste un material hasta justo antes de fallar, bien sea por fractura, fatiga, entre otras.

En otras palabras, el diseño para el estado límite resistente verifica que la resistencia minorada de los componentes de la estructura sea mayor o igual que la carga demandada mayor; por lo tanto, asegura la integridad de la estructura con un alto porcentaje de confiabilidad, aun en circunstancias críticas.

2.2.7 Estado límite de servicio

Se refiere al comportamiento de las estructuras bajo cargas normales de servicio y tienen que ver con aspectos asociados con el uso y ocupación, tales como deflexiones excesivas, deslizamientos, vibraciones, y agrietamiento (*op. cit*). En este caso, se refiere al estado máximo que resiste un material hasta justo antes de dejar de funcionar

correctamente; como por ejemplo vibraciones excesivas, ruidos, deformaciones evidentes a simple vista, entre otros.

El diseño para el estado límite de servicio verifica que la estructura, estando en uso, no sobrepasara los valores límites del comportamiento estructural para la condición de servicio con la que fue diseñada. En este diseño se consideraran independientemente las solicitaciones más desfavorables de las acciones debido al viento o al sismo.

2.2.8 Tipo de acciones

2.2.8.1 Acciones permanentes

La norma COVENIN-MINDUR 2002, explica que las acciones permanentes son aquellas que actúan continuamente sobre la estructura y que por lo tanto pueden considerarse invariables en el tiempo. Dentro de estas acciones permanentes se encuentran: el peso propio de los componentes estructurales y no estructurales de la estructura, instalaciones fijas, tabiquería, etc. Para determinar la magnitud de esta carga permanente se utilizarón los pesos de todos los elementos a tomarse en consideración. Es preciso tener en cuenta que existen otras acciones permanentes que dependen del diseño de cada estructura en específico, como por ejemplo: equipos fijos que formen parte de las instalaciones eléctricas, sanitarias, de aire acondicionado, etc.

2.2.8.2 Acciones variables

Son aquellas que no permanecen constantes durante la vida útil de la estructura y que por ello no pueden considerarse en análisis de cargas como permanentes. Deben su magnitud al tipo de estructura y a su uso habitual, como las cargas por objetos eventuales, vehículos, ascensores, variaciones de temperatura, carga de personas, etc.

Para determinar la magnitud de las cargas variable se recurre a datos estadísticos que permitan describirlas probabilísticamente. De no contar con estos datos se puede recurrir a la Tabla 5.1, de la Norma COVENIN- MINDUR 2002. Debido a esta imprecisión en el cálculo de las acciones variables se puede observar que su factor de mayoración es mayor al factor de mayoración de las cargas permanentes.

Las acciones variables se dividen en dos: las acciones variables verticales y las acciones variables horizontales. Las primeras actúan en dirección de la fuerza de gravedad y van disminuyendo según el número de pisos que tenga la estructura; las segundas actúan de manera ortogonal a esta y dependen, en la mayoría de los casos, de lo estipulado en las normas COVENIN-MINDUR 1756 y COVENIN-MINDUR 2003, donde calculan los efectos sobre la estructura de sismos y vientos respectivamente.

2.2.8.3 Acciones accidentales

Estas acciones son las que, dentro de la vida útil de la estructura, tienen pocas probabilidades de ocurrir, como por ejemplo las provocadas por sismos y vientos. Las acciones por sismos son aquellas originadas por movimientos de las placas tectónicas, que ocasionan movimientos oscilatorios en la corteza terrestre y que afectan directamente las estructuras tanto horizontal como verticalmente. Para el cálculo de estas acciones es preciso la consulta de la norma COVENIN-MINDUR 1756: Edificaciones Sismorresistentes. Las acciones por viento se calculan consultando la norma COVENIN-MINDUR 2003: Acciones del Viento sobre las Construcciones.

2.2.9 Análisis sísmico

El análisis sísmico de una estructura consiste en plantear la hipótesis de la ocurrencia de un sismo que afecte directamente los elementos estructurales de la

misma. La acción sísmica se caracteriza mediante espectros de diseño planteados en el Capítulo 7, de la Norma COVENIN-MINDUR 1756. Éstos toman en cuenta la zonificación sísmica, los perfiles geotécnicos, el coeficiente de amortiguamiento y la ductilidad.

Los criterios de análisis se encuentran en el Capítulo 8, de la misma norma y los métodos de análisis en el Capítulo 9 y 11, tanto para la superestructura como para la infraestructura respectivamente. En cuanto a los desplazamientos máximos laterales, éstos no excederán los límites establecidos que se encuentran en el Capítulo 10.

2.2.9.1 Zonificación sísmica

Un sismo es un movimiento súbito e impredecible de una parte de la corteza terrestre, ocasionado por fuerzas que tienen su origen en el interior de la Tierra. Pueden ser de origen tectónico, producidos por el desplazamiento de bloques de la litosfera, o volcánico, producido por la extrusión de magma hacia la superficie.

Según la norma COVENIN 1756-2001, Venezuela está dividida en 8 zonas a los efectos de caracterizar su sismicidad, es decir, cada una de las zonas posee un valor diferente de amenaza sísmica, así como un coeficiente de aceleración horizontal (A_0), y un coeficiente de aceleración vertical ($0,7 A_0$), que definirán los parámetros que caracterizan los movimientos de diseño (ver figura 1).

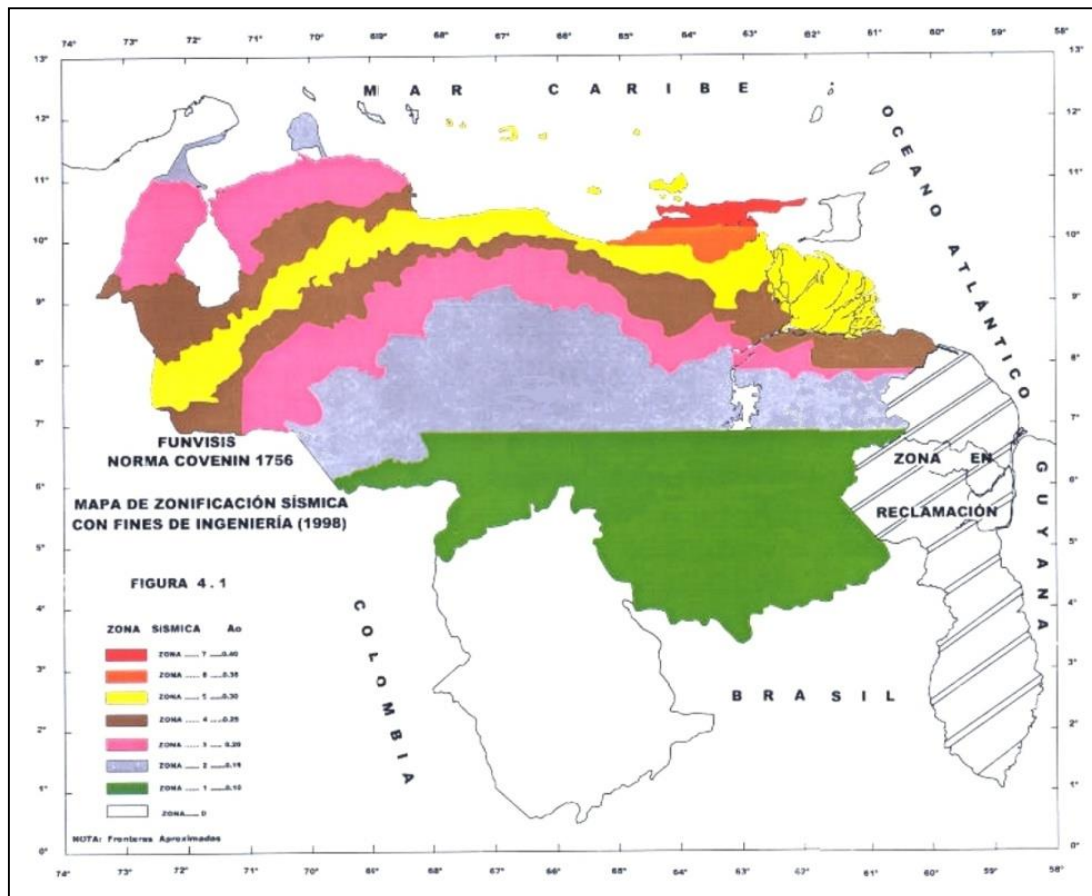


Figura 1. Zonificación sísmica de Venezuela.

Fuente: COVENIN (2001).

2.2.9.2 Formas espectrales

De acuerdo a la normativa vigente en Venezuela, se consideran 4 formas espectrales (S1 a S4) y un factor de corrección de aceleración horizontal (φ), dependiente de las características del perfil geotécnico del terreno de fundación. La selección de la forma espectral y su correspondiente factor de corrección se hará de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 3. *Espectral y Factor de Corrección.*

Material	Vsp	H	Zona Sísmica 1 a 4		Zona sísmica 5 a 7	
	M/s	M	Forma Espectral	φ	Forma Espectral	φ
Roca sana fracturada	>500	-	S1	0,85	S1	1,00
Roca blanda o meteorizada y suelos muy duros o muy densos	>400	>30 30-50 >50	S1 S2 S3	0,85 0,80 0,70	S1 S2 S2	1,00 0,90 0,90
Suelos duros o densos	250-400	<15	S1	0,80	S1	1,00
		15-50	S2	0,80	S2	0,90
		>50	S3	0,75	S2	0,90
Suelos firmes / Medio densos	170-250	≤ 50	S3	0,70	S2	1,00
		>50	S3 ^a	0,70	S3	0,80
Suelos blandos / Suelos blandos o sueltos(b) intercalados con suelos más rígidos	<170	≤ 15	S3	0,70	S2	0,90
		>15	S3 ^a	0,70	S3	0,80
	-	H1	S3(c)	0,65	S2	0,70

Fuente: COVENIN (2001).

En la tabla anterior V_{sp} se refiere a la velocidad promedio de las ondas de corte en el perfil geotécnico, H es la profundidad a la cual se consigue el material con esa velocidad promedio de ondas de corte, φ es el factor de corrección del coeficiente de aceleración horizontal y $H1$ es la profundidad desde la superficie hasta el tope del estrato blando.

2.2.9.3 Clasificación de las edificaciones según su uso

2.2.9.3.1 Grupo A

En este grupo se encuentran edificaciones que albergan instalaciones esenciales, de funcionamiento vital en condiciones de emergencia o cuya falla pueda dar lugar a cuantiosas o pérdidas humanas o económicas, tales como, aunque no limitadas a:

- Hospitales.

- Edificios gubernamentales o municipales de importancia, monumentos y templos de valor excepcional.
- Edificios que contienen objetos de valor excepcional, como ciertos museos y bibliotecas.
- Estaciones de bomberos, de policías y cuarteles.
- Centrales eléctricas, subestaciones de alto voltaje y de telecomunicaciones.
- Depósitos de materias tóxicas o explosivas y centros que utilicen materiales radiactivos.
- Torres de control, hangares, centros de tráfico aéreo,
- Edificaciones educacionales.
- Edificaciones que puedan poner en peligro alguna de las de este grupo.

2.2.9.3.2 Grupo B1

En este grupo se encuentran edificaciones de uso público o privado, densamente ocupadas, permanente o temporalmente, tales como:

- Edificios con capacidad de ocupación de más de 3000 personas o área techada de más de 20.000 m².
- Centros de salud no incluidos en el grupo A.
- Edificaciones clasificadas en los grupos B2 o C que pueden poner en peligro las de este grupo.

2.2.9.3.3 Grupo B2

En este grupo se encuentran edificaciones de uso público o privado, de baja ocupación, que no excedan los límites indicados en el grupo B1, tales como:

- Viviendas.

- Edificios de apartamentos, oficinas y hoteles.
- Bancos, restaurantes, cines y teatros.
- Almacenes y depósitos.
- Toda edificación clasificada en el grupo C, cuyo derrumbe puede poner en peligro las de este grupo.

2.2.9.3.4 Grupo C

Construcciones no clasificables en los grupos anteriores, ni destinadas a la habitación o al uso público y cuyo derrumbe no pueda causar daños a edificaciones de los tres primeros grupos.

- Usos mixtos: las edificaciones que contengan aéreas que pertenezcan a más de un grupo, serán clasificadas en el grupo más exigente.
- Factor de importancia: de acuerdo con la clasificación anterior, la norma COVENIN 1756-01, establece un factor de importancia para cada uno a mencionar la siguiente tabla:

Tabla 4. *Factor de Importancia.*

Grupo	A
A	1,30
B1	1,15
B2	1,00

Fuente: COVENIN (2001).

2.2.9.4 Clasificación de las edificaciones según su nivel de diseño

La selección del nivel de diseño se hará tomando en consideración lo estipulado por la normal COVENIN 1756-01, según la zona sísmica donde se ubica la edificación, su importancia dada por grupo a cual pertenece, se elegirá el nivel de diseño, en función al desempeño. (Ver Tabla 5).

Tabla 5. *Niveles de diseño.*

Grupo	Zona Sísmica		
	1 y 2	3 y 4	5,6 y 7
A, B1	ND2	ND3	ND3
	ND3		
B2	ND1(*)	ND2	ND3
	ND2		
	ND3	ND3	ND2

Fuente: COVENIN (2001), modificada por el autor.

2.2.9.5 Clasificación de las edificaciones según el tipo de estructura

Los tipos de sistemas estructurales se establecen en función de los componentes del sistema resistente a sismos. En ese sentido, se aprecian 4 clasificaciones, a mencionar:

2.2.9.5.1 Tipo I

Son estructuras capaces de resistir la totalidad de las acciones sísmicas mediante sus vigas y columnas, tales como los sistemas estructurales constituidos por pórticos. La condición para este tipo de estructuras es que los ejes de sus columnas deben mantenerse continuos hasta su fundación.

2.2.9.5.2 Tipo II

Son estructuras construidas mediante la combinación de los tipos I y III, teniendo ambos el mismo nivel de diseño. Su acción conjunta debe ser capaz de resistir la totalidad de las fuerzas sísmicas. Los pórticos por si solos deberán estar en capacidad de resistir por lo menos 25% de esas fuerzas.

2.2.9.5.3 Tipo III

Estructuras capaces de resistir la totalidad de las acciones sísmicas mediante pórticos diagonalizados o muros estructurales de concreto armado o de sección mixta acero-concreto, que soportan la totalidad de las cargas permanentes y variables. Los últimos son los sistemas comúnmente llamados de muros. Se consideraran también dentro de este grupo las combinaciones de los tipos I y III, cuyos pórticos no sean capaces de resistir por si solos por lo menos 25% de las cargas sísmicas totales, respetando en su diseño el Nivel de Diseño, adoptado para toda la estructura. Se distinguen como tipo III, a los sistemas conformados por muros de concreto acoplados con dinteles o vigas dúctiles, así como los pórticos de acero con diagonales excéntricas acopladas con eslabones dúctiles.

2.2.9.5.4 Tipo IV

Son estructuras que no poseen diafragmas con la rigidez y resistencia necesarias para distribuir eficazmente las cargas sísmicas entre los diversos miembros verticales. Estructuras sustentadas por una sola columna. Estructuras con losas sin vigas.

2.2.9.6 Clasificación de las edificaciones según su regularidad

Según la norma venezolana de edificaciones Sismoresistentes (COVENIN 1756-2001), las edificaciones se clasifican según su regularidad en estructuras regulares e irregulares. Las primeras son aquellas estructuras que no tienen discontinuidades considerables en su configuración en planta y configuración vertical o en su sistema resistente a las fuerzas laterales. Las segundas son lo contrario a las primeras, son estructuras que presentan discontinuidades significativas en su configuración de planta o vertical, en su sistema resistente a fuerzas laterales o que presentan alguna de las siguientes condiciones: entrepiso blando, entrepiso débil, distribución irregular de

masas, aumento considerable de la masa con la elevación, esbeltez excesiva, falta de conexión entre miembros verticales, gran excentricidad, riesgo torsional elevado, diafragma flexible, etc.

2.2.9.7 Espectro de diseño

Se refiere a la representación gráfica de las ordenadas A en función de un periodo T , el cual está definido dependiendo del método de análisis a utilizar. Se eligió el método de análisis tomando en consideración varios factores, como son: zona sísmica, clasificación de la estructura según su uso, clasificación de la estructura según su nivel de diseño, clasificación de la estructura según su tipo y la regularidad de la estructura.

2.2.9.8 Control de desplazamientos

Para cumplir con lo establecido en la norma COVENIN 1756-2001, el desplazamiento lateral total Δ_i del nivel i se calculó como:

$$\Delta_i = 0.8 R \Delta_{ei}$$

Ec. 1

Donde:

R= Factor de reducción de respuesta dado en el artículo 6.4 de la misma norma, incluidas las eventuales modificaciones establecidas en la sección 6.4.1.

Δ_{ei} = Desplazamiento lateral del nivel i , calculado para las fuerzas de diseño, suponiendo que la estructura se comporta elásticamente, incluyendo los efectos traslacionales, de torsión en planta y P- Δ .

Se denomina deriva δ_i a la diferencia de los desplazamientos laterales totales entre dos niveles consecutivos:

$$\Delta i = \Delta_i - \Delta_{i-1}$$

Ec. 2

La verificación del cumplimiento de los valores límites para Δi , se realizó en cada línea resistente. El cociente que sigue no excederá en ningún nivel los valores dados en la Tabla 6:

$$\Delta i / (h_i - h_{i-1})$$

Ec. 3

Donde:

$h_i - h_{i-1}$ = separación entre pisos o niveles consecutivos.

$$V_o \text{Min} = \alpha \frac{A_o}{R} X W$$

Ec. 4

Tabla 6. *Desplazamientos máximos entre niveles.*

Tipo y disposición de los elementos no estructurales	Edificaciones		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Susceptibles de sufrir daños por deformaciones de la estructura	0,012	0,015	0,018
No susceptibles de sufrir daños por deformaciones de la estructura	0,016	0,020	0,024

Fuente: COVENIN (2001).

2.2.10 Fundaciones

Las fundaciones o cimientos son elementos imprescindibles de una estructura, pues son las encargadas de transmitir las cargas que soporta la estructura al suelo que se encuentra debajo de ella. Una fundación mal diseñada no le brindará la estabilidad necesaria a los elementos constructivos provocando inestabilidad en la estructura, asientos en el suelo, grietas en los cerramientos y, en el peor de los casos, colapso de la misma.

Existen diferentes tipos de fundaciones. Su uso dependerá de las solicitaciones a las que esté sometida la estructura, las condiciones del terreno y las dimensiones en planta de los cimientos. Las más comunes son: fundaciones aisladas, fundaciones continuas, fundaciones conectadas y losas de fundación.

Las fundaciones aisladas resultan del ensanchamiento de extremo inferior de las columnas o pedestales en el plano de apoyo sobre el suelo. Las fundaciones continuas transmiten al suelo de fundación las cargas de los muros de concreto, las paredes de mampostería, o una fila de columnas alineadas próximas entre sí. Las fundaciones conectadas soportan cargas excéntricamente aplicadas en las columnas, y unidas mediante tensores o vigas rígidas se anula el efecto de volcamiento otorgando estabilidad al conjunto. Las placas de fundación son las que reciben las cargas de un grupo de columnas y muros. Se las utiliza cuando el área en planta de las bases aisladas resulta prácticamente la misma que la superficie del terreno bajo la construcción.

En Venezuela, para el diseño de fundaciones en estructuras de secciones de concreto sometidas a cualquier tipo de solicitación, se debe utilizar, exclusivamente, la teoría de rotura, ya que es el único procedimiento contemplado en la norma venezolana COVENIN-MINDUR 1753: Estructuras de concreto armado para edificaciones. Análisis y diseño.

2.2.11 Análisis de acciones del viento sobre construcciones

Entre las características más resaltantes de las normas Acciones del Viento sobre las Construcciones, se puede citar la selección de las velocidades del viento para muchas localidades del país, la clasificación de las construcciones en cuanto su uso y características de respuesta, y el tratamiento de las acciones según sean sistemas resistentes o componentes y cerramientos de la construcción.

Las acciones por efectos del viento se analizaron considerando las siguientes hipótesis básicas:

- 1 Se supone, salvo experiencias que demuestren lo contrario, que el viento actúa en 2 direcciones ortogonales entre sí. En general, no se considera la superposición de efectos en direcciones ortogonales. Se elijan las direcciones que representen las condiciones más desfavorables para la estabilidad de la construcción en conjunto o de elementos de la misma.
- 2 Se considera que la fuerza resultante de la acción del viento coincide con el centro de presiones de empuje o succiones del área expuesta. Según las características de la construcción, la autoridad competente podrá exigir la consideración de los efectos de torsión en planta.
- 3 En general, se estudió cada construcción como si estuviese completamente aislada, despreciando los efectos de protección que puedan producirse por la existencia de construcciones vecinas. En casos especiales, deberá tomarse en cuenta cualquier incremento en las succiones, los empujes o algún otro efecto desfavorable que resulte de dicha cercanía.

2.2.12 Clasificación de las construcciones según el uso y las características de respuesta ante la acción del viento

2.2.12.1 Clasificación según su uso

Las acciones consideradas en estas Normas son función del grado de seguridad aconsejable para las construcciones, el cual está implícito en la clasificación que de acuerdo al uso se hace a continuación:

2.2.12.1.1 Grupo A:

Son aquellas construcciones cuya falla puede ocasionar cuantiosas pérdidas humanas o económicas, o que contienen instalaciones esenciales cuyo funcionamiento es vital en condiciones de emergencia, tales como, aunque no limitadas a:

- Hospitales, puestos de emergencia o centros de salud en general.
- Estaciones de bombero o de policía e instalaciones económicas.
- Centrales eléctricas y de telecomunicaciones.
- Torres de transmisión y antenas.
- Estaciones de bombeo y depósitos de agua.
- Tanques elevados y chimenea.
- Redes de distribución de agua, gas, electricidad, etc.
- Edificaciones gubernamentales o municipales de importancia.
- Institutos educacionales en general.
- Depósitos de materias tóxicas o explosivas y centros que utilicen materiales radiactivos.
- Edificaciones que contienen objetos de valor excepcional, tales como museos y bibliotecas.

También se incluyen en este grupo las construcciones cuyo uso principal implique aglomeraciones de más de 300 personas con cierta frecuencia, tales como: auditorios, cines, teatros, estadios, etc.

2.2.12.1.2 Grupo B

Pertenecen a este grupo las construcciones de uso público o privado tales como, aunque no limitadas a:

- Viviendas unifamiliares y bifamiliares en general.
- Edificios destinados a viviendas, oficinas, comercios y actividades similares.
- Plantas e instalaciones industriales.
- Almacenes y depósitos en general.

También abarca este grupo toda construcción cuyo colapso pueda poner en peligro las de este grupo o las del Grupo A.

2.2.12.1.3 Grupo C

Este grupo comprende las construcciones no clasificables en los grupos anteriores, no destinados a uso como habitación o al uso público, y cuyo colapso no puede causar daños a las construcciones de los 2 primeros grupos.

2.2.13 Factor de importancia eólica

De acuerdo a la anterior clasificación, se establece para cada grupo un factor de importancia eólica α , conforme a la tabla 7, para cada edificación o estructura en estudio.

Tabla 7. Factor de importancia eólica

Grupo	α
A	1,15
B	1,00
C	0,90

Fuente: COVENIN (1989).

2.2.14 Clasificación según las características de respuesta

Atendiendo a la naturaleza de los principales efectos que el viento puede ocasionar en las construcciones, estas se clasifican según las características de la geometría expuesta a la acción del viento en los siguientes tipos:

- Tipo I: Este tipo comprende las construcciones cerradas poco sensibles a las ráfagas y a los efectos dinámicos del viento, y aquellas cerradas en general, cuya esbeltez sea menor o igual a 5 o cuyo periodo natural de vibración sea menor o igual a 1 segundo. Están comprendidas en este tipo las construcciones con cubiertas de láminas, con una o más fachadas abiertas destinadas a naves industriales, teatros, auditorios, depósitos, etc., y otras construcciones cerradas destinadas a usos similares. También se incluyen las cubiertas estructurales rígidas, o sea, aquellas que sean capaces de resistir las acciones debidas al viento sin variar sustancialmente su geometría.
- Tipo II: Se incluyen dentro de este tipo las construcciones abiertas cuya esbeltez sea menor o igual a 5 o que tengan un período natural de vibración menor o igual 1 segundo, tales como las torres o antenas atirantadas y en voladizo, los tanques elevados, los parapetos y las vallas.
- Tipo III: Pertenecen a este tipo aquellas construcciones especialmente sensibles a las ráfagas de corta duración, las cuales favorecen las ocurrencias de oscilaciones importantes. Comprende las construcciones definidas como tipos I y II, cuya relación de esbeltez sea mayor de 5 o cuyo período natural de

vibración sea mayor a 1 segundo, o las que por su geometría sean propensas a fuertes vibraciones.

- Tipo IV: Se tipifican en este grupo las construcciones que presentan problemas aerodinámicas particulares, tales como las cubiertas colgantes excluidas del tipo I, las formas aerodinámicas inestables, las construcciones flexibles con varios períodos de vibración próximos entre sí, etc.

2.2.15 Parámetros que dependen de la zonificación eólica

2.2.15.1 Tipo de exposición

El tipo de exposición para el sitio donde se edificara la construcción se seleccionó tomando en cuenta las características de las irregularidades en la superficie del terreno. Se consideraron debidamente las variaciones importantes en la rugosidad de la superficie del terreno, las cuales pueden atribuirse tanto a la vegetación y a la topografía naturales, como al efecto de las construcciones existentes. El tipo de exposición quedará clasificado de acuerdo con las características generales que se describen a continuación:

- Tipo de exposición A: Este tipo corresponde a grandes centros urbanos donde al menos 50% de las construcciones tiene alturas superiores a 20 metros. Se atribuye este tipo a las aéreas en las cuales prevalecen esas características en la dirección desde donde sopla el viento, por lo menos en una distancia que sea el mayor valor entre 800 metros o 10 veces la altura de la construcción en estudio. Se tomarán en cuenta los posibles efectos de canalización o incrementos en la presión dinámica cuando la construcción en estudio este ubicada detrás de construcciones adyacentes.
- Tipo de exposición B: Este tipo incluye a las aéreas urbanas, suburbanas, boscosas u otros terrenos con numerosas obstrucciones que tengan las

dimensiones usuales de viviendas unifamiliares, con altura promedio no mayor a 10 metros. Se clasifican en este tipo las aéreas en las cuales se presentan esas características en la dirección desde donde sopla el viento, por lo menos en una distancia que sea el mayor valor entre 500 metros y 10 veces la altura de la construcción en estudio.

- Tipo de exposición C: Este tipo corresponde a las planicies, los campos abiertos, las sabanas y terrenos abiertos con obstrucciones dispersas cuya altura general no sobrepasa los 10 metros.
- Tipo de exposición D: Se clasifican en este tipo las áreas planas del litoral que no tengan obstrucciones y que estén expuestas a vientos que soplan sobre grandes masas de agua. Comprende este tipo las áreas con las características descritas y ubicadas con relación a la costa a una distancia que sea el mayor valor entre 500 metros y 10 veces la altura de la construcción en estudio.

2.2.15.2 Velocidad básica del viento

La selección de la velocidad básica del viento V , que en estas normas se define como la velocidad correspondiente al tiempo patrón de recorrido del viento medida a 10 metros sobre un terreno de exposición C y asociada a un periodo de retorno de 50 años, se seleccionó de acuerdo con la región utilizando la tabla 8 o el mapa de la figura 8. En ningún caso la velocidad básica es menor de 70 km/h.

Se dió una consideración especial a aquellas regiones donde las mediciones o experiencias indican que las velocidades del viento son superiores a las mostradas en el mapa de la figura 8. Todos los terrenos montañosos, los desfiladeros, los promontorios oceánicos, etc., se estudiarán adecuadamente para detectar posibles condiciones especiales del viento y cuando la autoridad lo juzgue necesario, se deberá ajustar los valores de la figura 8 o de la tabla 8 para considerar velocidades locales del

viento más elevadas. En estos casos la velocidad básica se obtuvo a partir de una información meteorológica apropiada.

En las zonas costeras o en las localidades que a juicio de la autoridad competente sean asimilables a las condiciones de estas zonas, el factor de importancia eólica α , dando en la tabla 7, se incrementará en un 10%.

2.2.15.3 Estimación de la velocidad básica del viento a partir de datos climatológicos

Los datos climatológicos regionales pueden utilizarse en lugar de las velocidades básicas dadas en el mapa de la figura 8 o en la tabla 8, siempre y cuando satisfagan los siguientes requisitos:

- Procedimientos aceptables de análisis estadísticos de valores extremos para procesar datos.
- Consideración adecuada de la duración de los registros, el tiempo promedio de medición, la altura del anemómetro sobre el nivel del terreno, la calidad de los datos y el tipo de exposición del terreno. En ningún caso la velocidad básica del viento será menor de 70km/h.

Tabla 8. *Velocidad básica del viento "V", en km/h.*

Localidad	Viento	Localidad	Viento
ANZOATEGUI		LARA	
Barcelona	95	Barquisimeto	100
APURE		MERIDA	
Guasdalito	87	Mérida	70
San Fernando	85	MONAGAS	
ARAGUA		Maturín	102
Colonia Tovar	70	NUEVA ESPARTA	
Maracay	72	Porlamar	70
		PORTUGUESA	
BOLIVAR		Acarigua	70
Ciudad Bolívar	77	Guanare	70
Sta. Elena de Uairen	74	SUCRE	
Tumeremo	80	Cumana	79
CARABOBO		Guiria	83
Morón	70	TACHIRA	
Puerto Cabello	70	Colon	70
DISTRITO FEDERAL		La Grita	70
Caracas	78	San Antonio	83
La Orchila	76	TERRITORIO FEDERAL	
Maiquetía	93	AMAZONAS	
FALCON		Puerto Ayacucho	83
Coro	75	ZULIA	
GUARICO		Maracaibo	96
Carrizal	73	La Cañada	103
		Mene Grande	81

Fuente: COVENIN (1989).

o de ubicaciones en sitios donde los efectos de canalización o los embates del viento que se producen detrás de obstrucciones a barlovento puedan requerir de consideraciones especiales, el proyectista se podrá referir a una bibliografía suficientemente reconocida para documentarse en relación a las acciones por efecto del viento o utilizar los procedimientos descritos en el artículo 6.3.

2.2.15.6 Acciones

Las acciones de servicio por efecto del viento se determinarán mediante la expresión general:

$$W = q G C A$$

Ec. 5

Donde:

W: Magnitud del empuje o succión que el viento produce sobre la superficie A, determinada de acuerdo con las formulas dadas en las tablas 6.2.2 (a) y (b)

Q: Presión dinámica ejercida por el viento de *velocidad básica* sobre la proyección de la superficie sobre el plano normal a su dirección, donde dicha velocidad se anula. Se calcula mediante las fórmulas definidas en la sección 6.2.3.

G: Factor de respuesta ante ráfagas para considerar la naturaleza fluctuante del viento y su interacción con las construcciones.

C: Coeficiente de empuje o succión que depende de la forma de la construcción.

A: Área de la superficie expuesta o área proyectada sobre un plano normal a la dirección del viento.

2.2.15.7 Presión dinámica

La presión dinámica “q”, en kgf/m², fue evaluada en forma diferente para fachadas a barlovento y a sotavento.

Para fachadas a barlovento q , varía en función de la altura z , sobre el terreno según la siguiente expresión:

$$q_z = 0.00485 K_z \alpha V^2$$

Ec. 6

Donde:

$$K_z = 2.58 \left(\frac{4.50}{z_g} \right)^{\frac{2}{\beta}} \text{ para } z \leq 4.50 \text{ m}$$

Ec. 7

$$K_z = 2.58 \left(\frac{z}{z_g} \right)^{\frac{2}{\beta}} \text{ para } z > 4.50 \text{ m}$$

Ec. 8

Para fachadas a sotavento “q” es constante y se evaluara a la altura de “h” sobre el terreno según la expresión:

$$q_h = 0.00485 K_h \alpha V^2$$

Ec. 9

Donde:

$$K_h = 2.58 \left(\frac{4.50}{z_g} \right)^{\frac{2}{\beta}} \text{ para } h \leq 4.50 \text{ m}$$

Ec.10

$$K_h = 2.58 \left(\frac{h}{z_g} \right)^{\frac{2}{\beta}} \text{ para } h > 4.50 \text{ m}$$

Ec. 11

Los valores de z_g y β se dan en la tabla 10. En la tabla 11, se suministran los valores de K_z y K_h para las alturas más usuales.

El factor importancia eólica α , se ha establecido en la tabla 7 y V es la velocidad básica del viento km/h, seleccionada de acuerdo a los requisitos del artículo 5.1.

2.2.15.8 Coeficientes de empuje y succión

Los coeficientes de empuje y succión dependen principalmente de la forma geométrica de la construcción. Los coeficientes llevan signo positivo o negativo según se trate de un efecto de empuje o succión, respectivamente. Los subíndices “i” o “e” indicaran si la acción es interna o externa a la construcción.

$$C_p = -0,70 - \frac{F}{L}$$

Ec. 12

2.2.15.9 Acciones en sistemas resistentes al viento

Tabla 9. *Acciones en sistemas resistentes al viento.*

Tipo de construcción		Presiones o fuerzas
I	Cerrada	Barlovento: $P_z = q_z G_h C_p$
		Sotavento: $P_h = q_h G_h C_p$
II	Abierta	En el caso de estructuras de un solo piso y similares se incluirá el efecto de las acciones internas y se verificarán las siguientes formulas: Barlovento: $P_z = q_z G_h C_p - q_h G C_{PI}$
		Sotavento: $P_h = q_h G_h C_p - q_h G C_{PI}$
III	Cerrada	Barlovento: $P_z = q_z G_h C_p$
	Abierta	Sotavento: $P_h = q_h G_h C_p$ $F = q_z G_h C_f A_f$
IV	Cerrada o abierta	Requiere estudios especiales, pero las acciones no serán menores que las correspondientes al tipo III.

Fuente: COVENIN (1989).

2.2.15.10 Constantes para el cálculo de K_z y K_h

Tabla 10. *Constantes para el cálculo de K_z y K_h .*

Tipo de Exposición	Factor β	Altura Z_g (m)
M	3,00	460
B	4,50	370
C	7,00	270
D	10,00	200

Fuente: COVENIN (1989).

2.2.15.11 Coeficientes de exposición a la presión dinámica K_z y K_h

Tabla 11. *Coeficientes de exposición a la presión dinámica K_z y K_h*

Altura sobre terreno z o h metros	Tipo de Exposición			
	A	B	C	D
0 a 4,50	0,118	0,363	0,800	1,207
5	0,126	0,380	0,825	1,233
6	0,142	0,413	0,869	1,279
7	0,158	0,422	0,908	1,319
8	0,173	0,469	0,943	1,355
9	0,187	0,494	0,976	1,387
10	0,200	0,518	1,006	1,417
11	0,214	0,540	1,033	1,444
12	0,226	0,562	1,059	1,469
13	0,239	0,582	1,084	1,493
14	0,251	0,601	1,107	1,515
15	0,263	0,620	1,129	1,536

Fuente: COVENIN (1989).

2.2.15.12 Coeficiente de arrastre “k” sobre una superficie

Tabla 12. *Coeficiente de arrastre “k” sobre una superficie.*

Tipo de exposición	Coeficiente “k”
A	0,025
B	0,010
C	0,005
D	0,003

Fuente: COVENIN (1989).

2.2.15.13 Factor de respuesta ante ráfagas

Tabla 13. *Factor de respuesta ante ráfagas.*

Altura sobre terreno h o z sobre el terreno metros	Tipo de Exposición			
	A	B	C	D
0 a 4,50	2,359	1,651	1,320	1,154
5	2,299	1,627	1,309	1,148
6	2,202	1,588	1,292	1,139
7	2,124	1,557	1,278	1,131
8	2,060	1,530	1,266	1,125
9	2,006	1,507	1,256	1,119
10	1,959	1,487	1,247	1,114
11	1,918	1,470	1,239	1,110
12	1,882	1,454	1,232	1,106
13	1,849	1,440	1,225	1,102
14	1,820	1,427	1,219	1,099
15	1,793	1,415	1,213	1,096

Fuente: COVENIN (1989).

Las tablas 9, 10, 11, 12 y 13, fueron usadas para tomar datos y ser utilizados para el cálculo eólico tanto para el techado de las caminerías como del anfiteatro, indicados en la norma COVENIN-MINDUR 2003-89: Acciones del viento sobre las construcciones.

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de investigación

Según Arias, F. (2006), expresa que “es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos”. (p.31). Por consiguiente, queda sustentado que este trabajo se circunscribió en una investigación de campo, en vista, que se investigó la situación existente en el lugar donde ocurren los hechos, con el fin de establecer su estructura o comportamiento, basado en la interpretación, observación, registro y definición; en donde se describe el procedimiento para realizar el diseño de techado de las canchas de uso múltiple de la Universidad de Oriente, Extensión Cantaura.

Adicionalmente, el proyecto atiende a un tipo de investigación documental, ya que se recolecta y aplica información impartida en normas y teorías ya estudiadas, necesarias para la formulación de los diseños propuestos. Donde explica Arias (2006), que la investigación documental es:

“Un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos.” (Pág. 27)

3.2 Diseño de investigación

Según el nivel de profundidad, la investigación se ubicó en el descriptivo, de acuerdo Arias, F. (2006), dice que: “La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno o grupo con el fin de establecer su estructura o

comportamiento” (p. 24). En ese sentido, queda sustentado que la investigación indagó la situación existente en el lugar donde ocurren los hechos.

Es decir, no se buscó verificar una hipótesis, sino que a partir de modelos teóricos definidos con anterioridad se levantó la información de la situación actual de las canchas del área deportiva de la Universidad de Oriente, Extensión Cantaura, y a partir de allí se estableció un modelo estructural de techado, basado en la descripción de la aplicación de los distintos métodos de diseño, partiendo de las consideraciones técnicas correspondientes, contempladas en las normas utilizadas en la investigación.

3.3.1 Técnicas

Las técnicas de relación de datos, (*op.cit. Pag.57*), son las distintas formas o maneras por medio de las cuales se puede obtener la información necesaria para el desarrollo de un proyecto. Son ejemplos de técnicas: La observación directa, la encuesta (en sus dos modalidades; entrevistas o cuestionarios), el análisis documental, las cuales permiten verificar, constatar e informar que dará veracidad al trabajo.

3.3.1.1 Observación directa

Se llevó a cabo mediante visitas guiadas al sitio de estudio, donde se observó la geografía del terreno, zonas aledañas a las canchas, vegetación y desechos que puedan obstruir el paso de materiales y equipo, así como también se empleó esta técnica para la toma de mediciones y nivelación del terreno.

3.3.1.2 Revisión documental

Cabe señalar, que con esta técnica se consultaron manuales, informes y trabajos de grado como antecedentes para la presente investigación, así como textos

relacionados con los métodos de construcción y la normativa vigente aplicable a este estudio, tales como:

- COVENIN-MINDUR 1618-98: Estructuras de acero para edificaciones.
- COVENIN-MINDUR 1756-01: Edificaciones Sismoresistentes.
- COVENIN-MINDUR 2003-89: Acciones del viento sobre las construcciones.
- COVENIN-MINDUR 2000-2 1999: Mediciones y codificaciones de partidas para estudios, proyectos y construcción.
- COVENIN-MINDUR 2002-88: Criterios y acciones mínimas para el proyecto de edificaciones.
- Textos citados en la bibliografía.

3.3.1.3. Entrevista no estructurada

Estuvo enfocada en el tutor de tesis de grado el profesor Jhonatan Martinez, y en profesionales encargados de materias como la topografía y análisis estructural, con el fin de obtener información imprescindible, al momento de realizarse tanto el levantamiento como el diseño estructural del techado, así mismo, esta técnica permitió de igual forma obtener información sobre el manejo de software ETABS 15 (2015.), SAFE 14 (2014) y LULOWIN.

3.3.1.4 Análisis de resultados

A través de esta técnica se pudieron organizar, analizar, comparar y explicar los datos obtenidos en la investigación. Los resultados del análisis pueden ser cuantitativos y cualitativos, para este estudio se consideraron las dos formas.

3.3.1.5 Matriz de evaluación

La matriz de evaluación permitió evaluar cada uno de los componentes del currículo, diagnóstico, marco doctrinario, perfil, objetivos, estructura organizativa, plan de estudios, etc. Tiene la propiedad de mostrar la consistencia del proyecto de evaluación, por lo cual es importante no solo para quien lo hizo sino para quien controla. Dicha tencina permite de igual forma, determinar que el proyecto desarrollado no sólo se encuentra completo y que cumple con las exigencias de toda investigación, sino para demostrar que el proyecto tiene un fundamento lógico.

3.3.3 Herramientas y equipos

- Computador portátil HP Pavilion dv4-216 nr Entertainment Notebook.
- Impresora laser HP Envy 4501.
- Calculadora HP.
- Dispositivos de almacenamiento masivo (pendrive) de 16 gb.
- ETABS 15 (2015.)
- SAFE 14 (2014).
- Cámara fotográfica.
- Cinta métrica: utilizada para tomar las medidas de dimensiones en sitio.
- Trípode.
- Teodolito topográfico.
- Herramientas de oficina: tales como papel bond para la impresión de documentos, lápices, bolígrafos, grapas, etc.

CAPÍTULO IV RESULTADOS

4.1 Ubicación y situación topográfica

Como se plantea en capítulos anteriores, la estructura está situada dentro de las instalaciones de la Universidad de Oriente (UDO), Extensión Cantaura, la cual se encuentra en Cantaura edo. Anzoátegui. La dirección exacta de esta institución universitaria es: Prolongación Av. Bolívar, en Cantaura, Municipio Freites, Edo. Anzoátegui.

La situación topográfica de la ubicación definitiva de la estructura es idónea, puesto que todas las áreas circundantes a la zona deportiva la Universidad de Oriente (UDO), Extensión Cantaura, se encuentran niveladas y libres de material orgánico, siendo ideal para cualquier tipo de trabajo y se tiene data reciente del análisis del suelo respectivo. La ubicación específica en la que se plantea llevar a cabo el proyecto se muestra a continuación, gracias a la herramienta informática Google Earth. (Figura 3)



Figura 3 . Ubicación de la Universidad de Oriente (UDO) Extensión Cantaura.
Fuente: Google Maps, editado por el autor.

4.1.1. Descripción de las instalaciones existentes

La zona en estudio se encuentra ubicada en el área deportiva que cuenta con tres canchas de usos múltiples, dos de ellas tienen cerramiento lateral, elaborado con bloque y malla tipo alfajol, en donde el área a desarrollar el proyecto tiene una extensión de mil setecientos metros cuadrados (1725m^2), aplicado en la dos (02) canchas con cerramiento.

4.1.2 Levantamiento de las dimensiones de las áreas deportivas de la Universidad de Oriente, Extensión Cantaura.

En la presente etapa se establecen las mediciones planialtimétricas realizadas en el área en estudio, antes mencionadas. Para las mediciones efectuadas se empleó Nivel topográfico marca Cst / Berger 24, con trípode y mira graduada, también cinta métrica de cincuenta 50 metros, marca Stanleyen (Figura 4). Los trabajos de medición fueron elaborados por esfuerzo propio durante el desarrollo del trabajo, y supervisados por el Profesor Jhonatan Martínez, del 15 al 30 de septiembre del 2016, los cuales se describirán en los siguientes párrafos. El levantamiento se realizó a partir de un datum arbitrario de diez metros ($\pm 10,00$).



Figura 4. Levantamiento planialtimétrico y mediciones realizado en el área de estudio.

Fuente: Autor.

Seguidamente, de las mediciones realizadas, se procedió a realizar el plano con las dimensiones y elevaciones de las canchas, con ayuda del programa comercial AutoCAD 2017. En la Figura 5, se muestra la vista en planta del levantamiento realizado en el área de estudio.

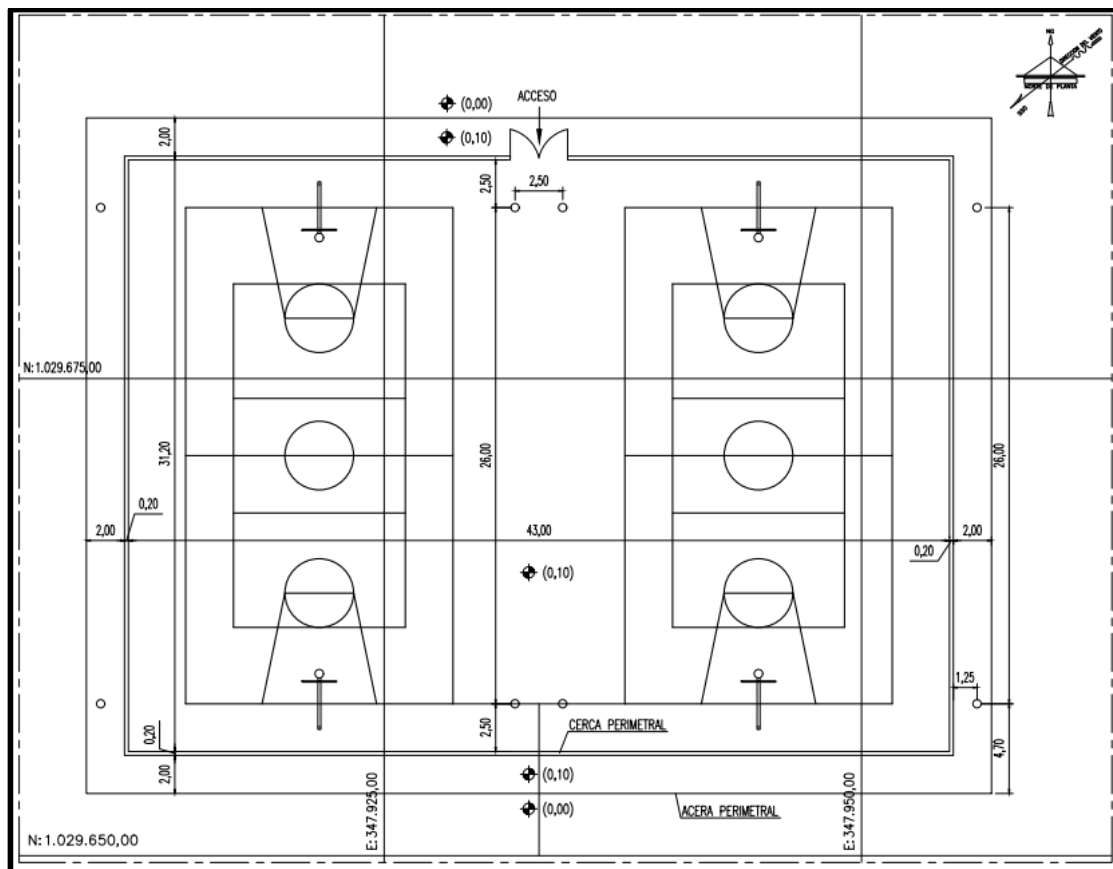


Figura 5. Levantamiento del área deportiva de estudio, elevaciones en datum arbitrario.

Fuente: Autor.

4.2 Evaluación de opciones para techado para el techado del area deportiva de la Universidad de Oriente, Extensión Cantaura.

4.2.1 Criterios de evaluación

Con la finalidad de evaluar los distintos aspectos de una solución, así como también, la factibilidad de diversas soluciones a considerar frente al problema en particular, se establecieron criterios técnicos para elegir el mejor sistema de cubierta de techo, que se adapte mejor a la tipología del proyecto, así como también, a la identidad corporativa de la Universidad de Oriente. Se fijaron los siguientes parámetros técnico-económicos, definidos de la A hasta la E:

- Constructibilidad (A): se evaluó la facilidad y eficiencia con las cuales se pueden construir las estructuras.
- Costos de construcción (B): se cuantificó los costos por cada metro cuadrado de cubierta y cada tipología evaluada.
- Facilidad en procura (C): se especificó la facilidad de acceso a la procura de cada tipología de cubierta.
- Durabilidad y costo de mantenimiento (D): se realizaron comparaciones sobre los costos de mantenimiento por cada metro cuadrado de cubierta, para cada tipología evaluada, posterior a la construcción.
- Identidad corporativa y estética arquitectónica (E): Se contrastaron las diferentes cubiertas con la identidad visual de la Universidad de Oriente, se relacionaron precisamente con la arquitectura de las edificaciones construidas, formas colores, y texturas.

4.2.2 Factores de ponderación

De las consideraciones anteriores, se establecieron las puntuaciones de cada ponderación a cada una de los criterios a evaluar, del 01 al 05, por ejemplo, en función

de la importancia o que puede representar excelente, muy bueno, bueno, regular y malo. En la tabla 14, se muestran los parámetros de ponderación. Por tanto, a partir de las ponderaciones, en teoría se llegó a conclusiones acertadas o al menos las consideradas por completo todas las variables que en los sistemas evaluados, alcanzando el panorama general de las condiciones que presentamos dentro del problema. Con valoraciones de cinco (05), límite inferior a veinticinco (25), como límite superior.

Tabla 14. *Factores de ponderación.*

Condición	Ponderación
Mala	1,00
Regular	2,00
Bueno	3,00
Muy Bueno	4,00
Excelente	5,00

Fuente: Autor.

4.2.3 Sistemas de cubierta de techo a evaluar

Los sistemas constructivos o sistemas de cubierta de techo valorados en la matriz de evaluación, fueron elegidos considerando que los materiales utilizados tengan un uso extendido dentro de varias construcciones en el país, es decir sistemas ya usados en proyectos de similar alcance, y que se describen a continuación, definidos de la 1 hasta la 4:

- Tensoestructura o lonas (1): sistema de construcción basado en estructuras ligeras, usadas básicamente como coberturas. Estas estructuras logran una gran estabilidad combinando y equilibrando la fuerza de elementos rígidos (postes, arcos, etc.) Con la versatilidad y adaptabilidad de elementos flexibles (lonas y cables).
- Tridilosa (2): sistema estructural tridimensional altamente ligero en aluminio o acero galvanizado.

- Estructura tradicional con láminas de policarbonato (3): estructuras con vigas y columnas y cubierta de policarbonato.
- Estructura tradicional con láminas de acero galvanizado (4): estructuras con vigas y columnas y cubierta de acero galvanizado.

Seguidamente, se estudiaron cada característica de cada sistema constructivo o sistema de cubierta de techo, para ello se realizó una revisión de las especificaciones técnicas comerciales y en la bibliografía técnica, así como también diversas experiencias constructivas realizadas en el país en los últimos años. El resultado de este proceso está resumido en la tabla 15.

Tabla 15. Descripción de sistemas de techo.

Criterios	Sistema de techo			
	1	2	3	4
A	Necesita mano de obra calificada y es de rápida construcción.	Necesita mano de obra calificada y rápida construcción.	No requiere mano de obra calificada y rápida a media construcción.	No requiere mano de obra calificada y rápida a media construcción.
B	Altos costos de construcción.	Altos costos de construcción.	Costos de medio a elevados.	Costos de medio a elevados.
C	Materiales importados.	Materiales importados.	Materiales nacionales	Materiales nacionales
D	Alto mantenimiento	Alto mantenimiento	Mantenimiento medio	De bajo a medio
E	De gran estética arquitectónica, pero no cumple con la identidad de la Universidad	De gran estética arquitectónica, pero no cumple con la identidad de la Universidad	De gran estética arquitectónica, pero cumple con la identidad de la Universidad	De gran estética arquitectónica, pero cumple con la identidad de la Universidad

Fuente: Autor.

Teniendo en cuenta que las características ya mencionadas, se procedió a realizar la ponderación de cada condición estudiada. Las ponderaciones impuestas son las indicadas en la tabla 15, dando como resultado final los datos señalados en la tabla 16, como mejor puntaje de diecisiete (17), para la mejor opción cuatro (4), la de estructura tradicional con láminas de acero galvanizado.

Tabla 16. *Evaluación de opciones de sistemas de techo.*

Sistema	Criterio A	Criterio B	Criterio C	Criterio D	Criterio E	Total
1	02	02	02	01	03	10
2	02	02	02	01	03	10
3	03	03	04	02	03	15
4	03	03	04	04	03	17

Fuente: Autor.

4.3. Desarrollo de estructura del techado para canchas en área deportiva de la Universidad de Oriente, Extensión Cantaura.

4.3.1 Implantación del proyecto

Avanzando en nuestro razonamiento, con la delimitación del área de trabajo y las características del sistema estructural ya definido, se procedió a realizar una propuesta de implantación de la estructura. Mediante las mediciones topográficas se determinó que las canchas multiples cuentan con una extensión libre de mil seicientos cuarenta y cinco metros cuadrados para ser techada (1645,00 m²), en donde se implantará un proyecto con mas de dos mil metros cuadrados (2053,20 m²). Es decir, el area neta a cubrir con la estructura de techado superará los mil setecientos metros cuadrados (1725 m²) de área total que se indicó previamente en la figura 5. Asi mismo, en la figura 6, se muestra el resultado del área total a cubrir una vez realizada la implantación del proyecto de techado.



Figura 6. Implantación propuesta del techo.
Fuente: Autor

4.3.2 Diseño del sistema estructural de techo para canchas en área deportiva

Al realizarse la etapa de implantación, se procedió a la estructuración de las áreas de implantación o de estudio, en donde distribución del sistema estructural se realizó de la siguiente manera: Cinco (05) ejes estructurales en dirección X , nombrados con numeros enteros consecutivos y nueve (09) ejes estructurales en dirección Y , nombrados con letras consecutivas en orden alfabético, teniendo estos diferentes tipos de separaciones, que estas mismas se pueden apreciar en la figura 7. Por su parte, en el plano Z con una separación del nivel techo 9,60 metros (ver figura 8). Cabe destacar, que es un techo curvo, con una flecha de cuatro metros (4,00 m), para así evitar la acumulación de agua en el mismo o en su superficie y poder drenar a sus laterales.

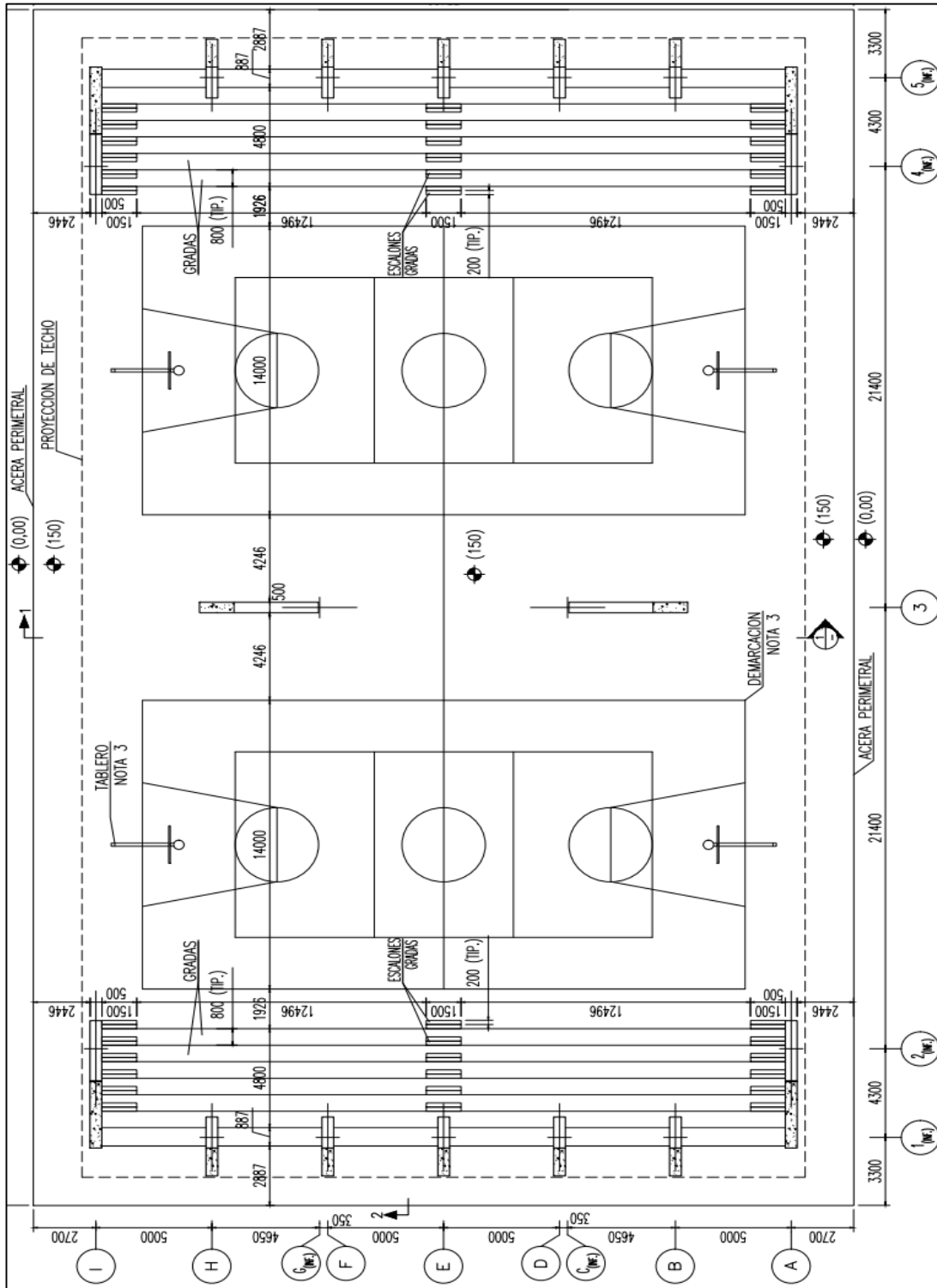


Figura 7. Estructuración propuesta en planta del techo.

Fuente: Autor.

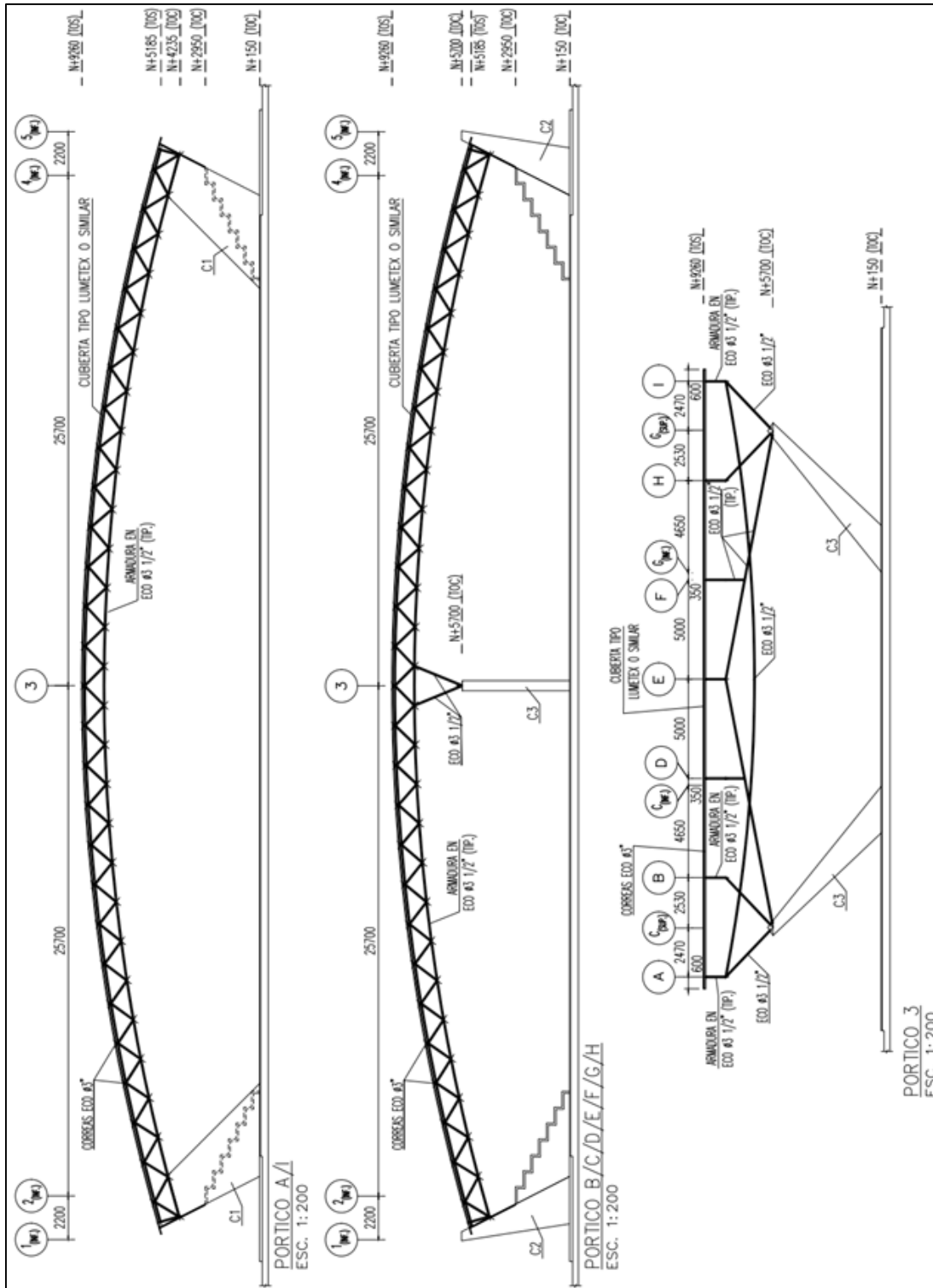


Figura 8. Pórticos típicos de techado de cancha.
Fuente: Autor.

4.3.3 Definición de parámetros eólicos de techado

Los datos eólicos, de la edificación definidos, para el diseño del techado de las canchas, son los indicados en la tabla 17, los cuales fueron obtenidos de la norma COVENIN (1986), para las condiciones de las estructuras analizadas y especificaciones para la zona en estudio. Clasificada como grupo A, por estar anexa a una estructura de gran importancia (edificios de aulas), se clasificó con una respuesta tipo IV, por tener una cubierta flexible, y exposición tipo C, se consideró una velocidad básica de viento de noventa kilómetros por hora (90,00 kph).

Tabla 17. *Datos usados para el análisis eólico del techado de las canchas.*

Datos	Resultado
Clasificación de según uso	Grupo A
Factor de importancia eólica(α)	1,15
Clasificación según su respuesta	Tipo IV
Tipo de exposición	Tipo C
Velocidad básica del viento (km/h)	90,00
Método de análisis	Sistemas resistentes al viento
Factor β	7,00
Altura Z_g	270,00
Altura sobre terrenos z o h	0,800
Coefficiente de arrastre	0.005
Factor de respuesta ante ráfagas	1,320
Altura de la flecha del techo “f” (m)	4,00
Longitud del techo “l” (m)	55,20

Fuente: Autor.

4.3.4 Cuantificación de la presión eólica en el techado

Considerando ya los datos antes expuestos, se procedió al cálculo de las presiones dinámicas, para ello se debe definir previamente los valores de los coeficientes de presión dinámica en barlovento (K_z) y sotavento (K_h), se debe indicar que para una estructura abierta con techo curvo los coeficientes K_z y K_h son los mismos. Aplicando las ecuaciones 7 y 10, se obtuvo el siguiente resultado:

$$K_z = 2,58 \left(\frac{4,50}{270} \right)^{\frac{2,00}{7,00}} = 0,8008 \text{ Kgf/m}^2$$

De manera subsiguiente, se cuantificó la presión dinámica sobre el techado de las canchas, a manera de cálculo de las acciones del viento en condiciones de servicio sobre los componentes de la edificación estudiada, mediante el uso de la acción dinámica para barlovento (q_z) y sotavento (q_h), aplicando la ecuación 8:

$$q_z = 0,00485 \times 0,800 \times 1,15 \times (90,00)^2 = 36,142 \text{ Kgf/m}^2$$

En el mismo orden de ideas, se computó el coeficiente de empuje y succión (C_p), para una relación flecha-luz (f/l) de 0,072 y considerando que el coeficiente para la mitad del arco central, el coeficiente sobre una estructura está dado por la ecuación 12:

$$C_p = -0,70 - \frac{F}{L} = -0,70 - \left(\frac{4,00}{55,20} \right) = -0,628$$

Por lo tanto, para concluir el análisis de viento, se empleó la ecuación 5, dando como resultado de la acción eólica de servicio sobre el techado de las canchas, está sobre los treinta y siete kilos por metros cuadrado, depresión, en succión ($-37,12 \text{ kgf/m}^2$), la acción de servicio por efecto de viento como se muestra a continuación:

$$W = 36,142 \times 1,320 \times (-0,628) = -29,96 \text{ Kgf/m}^2$$

En definitiva, la acción eólica de servicio es menor a la mínima requerida establecida por COVENIN (1986), de treinta por metros cuadrado, depresión ($30,00 \text{ kgf/m}^2$), aplicada en la proyección del área, sobre el plano vertical de la cubierta o sistemas de techo de las estructuras en estudio.

4.3.5 Definición de parámetros sísmicos de techado

Con las finalidad establecer las cargas sísmicas en función de la amenaza de la zona sísmica correspondiente al sitio de estudio, en el diseño estructural se definieron de acuerdo a la arquitectura del techado de las canchas, para este análisis se tomaron en cuenta diferentes aspectos que ya se muestran a en la tabla 18. En la figura 9 se muestra el espectro de diseño utilizado en el análisis dinámico espacial con tres grados de libertad por nivel.

Tabla 18. *Datos usados para el análisis sísmico del techado.*

Datos	Resultado
Tipo de Estructura según el sistema estructural resistente a sismo	Estructura tipo pórtico
Materiales a emplear en la construcción	Concreto y Acero estructural
Uso de la edificación	Recreación
Zonificación Sísmica	Zona sísmica 4
Coefficiente de aceleración horizontal (A_o)	0,25
Coefficiente de aceleración Vertical (A_{ov})	0,175
Tipo de suelo	S3
Factor de corrección (ϕ)	0,70
Clasificación según el uso	B2
Factor de importancia (α)	1,00
Nivel de diseño	ND3
Factor de reducción de respuesta (R)	4,50
Altura del edificio	9.60 m

Fuente: Autor.

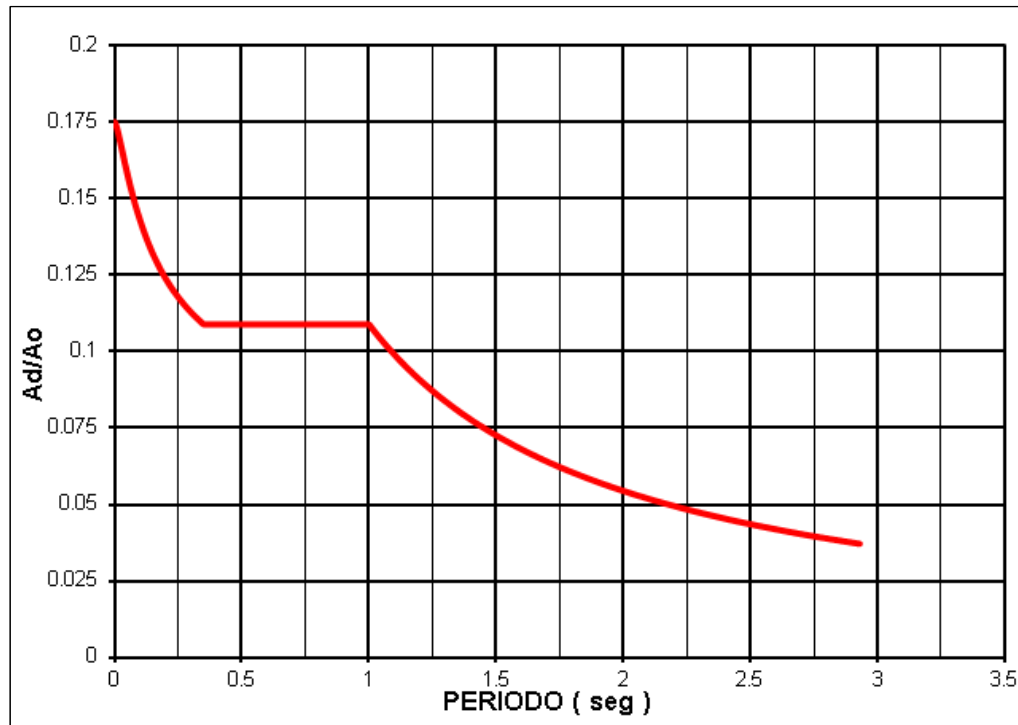


Figura 9. Espectro de diseño para el techado.

Fuente: Autor.

4.3.6 Análisis del sistema estructural del techado de las canchas

A este contexto, el proyecto del techado de las canchas de la Universidad de Oriente (UDO), Extensión Cantaura, el proyecto estructural está constituido en un (01) nivel, y once (11) pórticos, como se muestra en la Figura 10. Para este fin, como lo es el análisis de carga aplicadas, son los descritos en la Tabla 19 y los datos de entrada para el programa SAP2000 V19.0.0 Ultimate, los descritos en la Tabla 20. En todo el análisis estructural, se precisó el análisis de cargas que actúan tanto de forma permanente como de forma variable sobre ella, haciendo uso de la norma COVENIN (1988). El peso propio (CP), de los elementos es asumido directamente por el programa de cálculo.

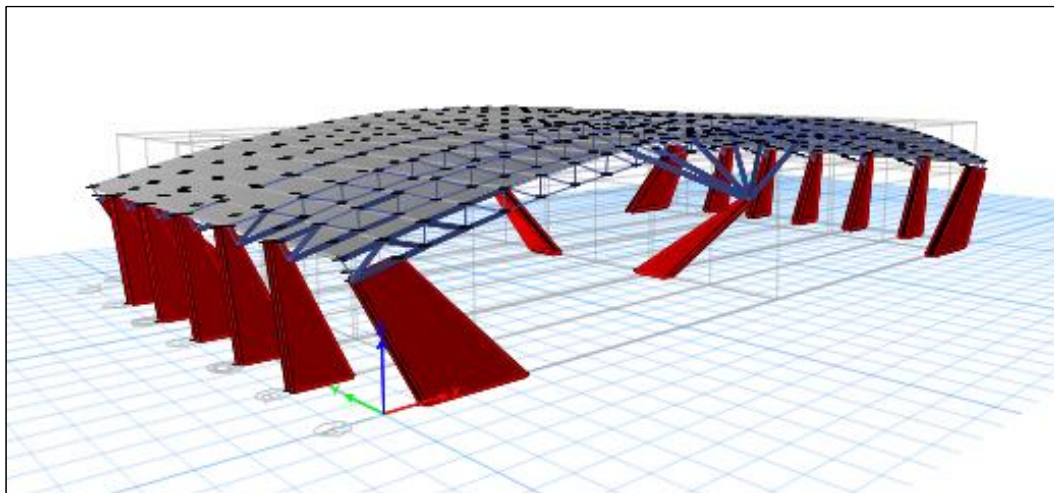


Figura 10. Modelo en SAP2000V19.0.0 Ultimate.

Fuente: Autor.

Tabla 19. Análisis de carga usado en el modelo en SAP2000V19.0.0 Ultimate

Carga muerta o permanente (C.P.P)	Valor
Peso de lamina	20,00 kgf/m ²
Cargas variable (C.V.)	Valor
Techo sin acceso	100,00 kgf/m ²
Cargas variable (C.W.)	Valor
Sobrecarga de viento	30,00 kgf/m ²

Fuente: Autor.

Tabla 20. Datos de entrada usados para el modelo en SAP2000V19.0.0 Ultimate

Datos	Valor
Unidades	Kgf, cm, C
Resistencia del concreto (kgf/cm ²)	250,00
Módulo de Elasticidad de concreto (kgf/cm ²)	238.751,9633
Resistencia del Acero N-60 (kgf/cm ²)	4.200,00
Módulo de Elasticidad del Acero (kgf/cm ²)	2,10x10 ⁶
Resistencia del Acero A36 (kgf/cm ²)	2530,00
Resistencia del Acero A500 (kgf/cm ²)	3515,00
Dimensiones de las columnas (cm)	Variables
Sección de armadura	Cordones, y puntales en ECO 3"
Sección de correas	ECO 3"

Fuente: Autor.

4.3.7 Resultado del análisis sísmico del sistema estructural del techado de las canchas

En el mismo orden de ideas, la cuantificación de las acciones sísmica se llevó a cabo con aplicando el método de superposición modal con tres grados de libertad por nivel, los dos grados de libertad traslacionales y el torsional. En la tabla 21 y 22, se muestran los valores de los modos de vibración y los resultados de cortante basal para cada dirección de análisis, respectivamente, períodos de cada modo de vibración y coeficiente de participación de masa, los resultados mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 21. Resultados obtenidos del análisis dinámico

Modo	Periodo (seg.)	Sum UX	Sum UY
1	0,245	0,000	0,0556
2	0,232	0,0285	0,0556
3	0,165	0,0285	0,0593

Fuente: Autor.

Tabla 22. *Peso sísmico de la edificación*

Caso	% Uso	Carga (tn)	Carga (tn)
CP	100%	15,778	15,778
CPP	100%	3,769	3,769
Wtot			19,547
SX			1,094
SY			1,095

Fuente: Autor.

Para la verificación de constante en la base de la edificación, se calculó el peso sísmico de la estructura, el cual está por el orden de las diecinueve toneladas (ver tabla 22), posteriormente se verificó que el análisis dinámico cumpliera con las condiciones establecidas en la COVENIN (2001), en el control del cortante en la base. Aplicando la ecuación 4, se obtuvo cortante basal mínimo sobre una tonelada. El cálculo del cortante basal mínimo de las estructuras se muestra a continuación:

$$V_0 \min = \frac{\alpha A_0}{R} W = \frac{(1,00)(0,25)}{(4,50)} (19,547) = 1,086 \text{tn} \quad \left\{ \begin{array}{l} < 1,094 \text{tn} \\ < 1,095 \text{tn} \end{array} \right. \text{Cumple}$$

Seguidamente, se procedió a la verificación de la desplazabilidad lateral de la estructura, bajo la acción sísmica, la cual cumple con los requisitos exigidos en la COVENIN (2001), como puede observarse en la tabla 23, en la cual el valor límite de deriva (0,024) es superior a los obtenidos en el análisis dinámico espacial de superposición modal.

Tabla 23. Derivas máximas del techado de las canchas

Caso	H (m)	Δe (m)	$\Delta i=0,80R\delta e$ (m)	Δ/h	Valor limite
SX Max	2,63	0,00223	0,00803	0,00305	0,024
SY Max	2,63	0,00177	0,006372	0,00242	0,024

Fuente: Autor.

4.3.8 Resultado del diseño del sistema estructural del techado de las canchas

Los elementos del sistema de techo, el cual se encuentran compuesto por la viga acero y correas, cumplen con la relación de demanda capacidad, es decir son menores a la unidad, obteniendo valores que varían de 0,060 al 0,623, lo que indica que el elemento con más exigencia en la viga está en el orden del ochenta y siete por cien (62,30%), por lo que se puede indicar que las secciones utilizadas son suficientes, con respecto a la demanda requerida (ver figura 11).

Para las exigencia de diseño de ACI 318-14 impuestas a los elementos de concreto armado las secciones están sobre 1% de área gruesa debido a un momento maximo es de 15,89 tn-cm (ver figuras 12 a la 14), por lo que se instalaran 128 cabillas de $\Phi 1/2''$ para las columnas de los porticos A e I (162,65 cm²), 32 cabillas de $\Phi 1/2''$ para las columnas de los porticos B al H (40,64 cm²), 34 cabillas de $\Phi 1/2''$ para las

columnas del portico 3 ($43,18 \text{ cm}^2$) como acero longitudinal y estribos de dos ramas $\Phi 3/8''$, a cada 10 cm, para refuerzo transversal.

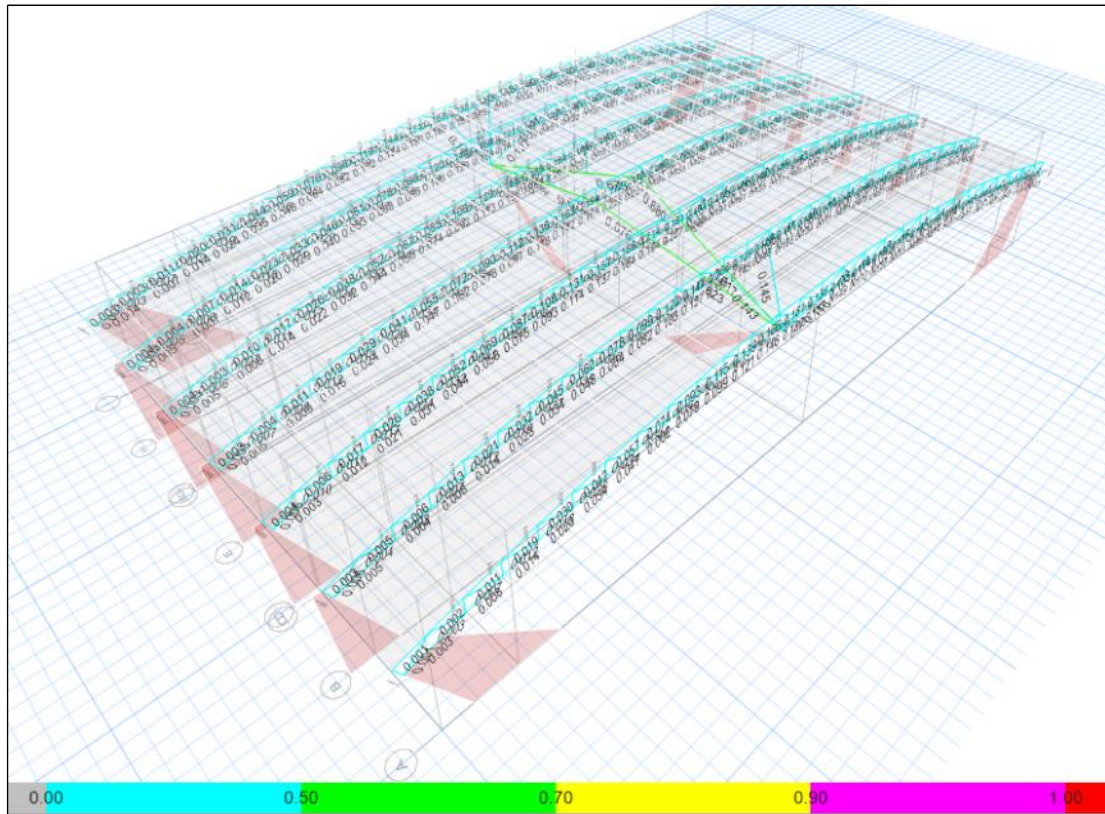


Figura 11. Relación demanda capacidad de vigas y correas modelo en SAP2000V19.0.0 Ultimate.
Fuente: Autor.

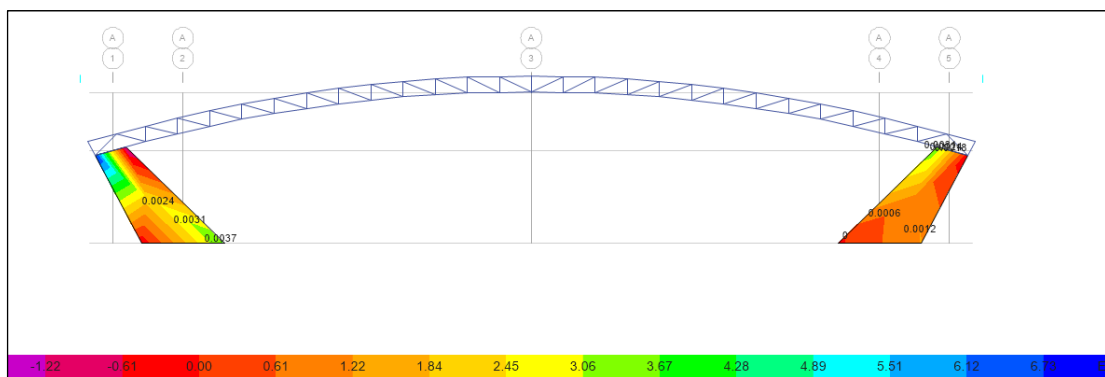


Figura 12. Momento actuante en columnas de los porticos A e I (tn-cm/cm) modelo en SAP2000V19.0.0 Ultimate.
Fuente: Autor.

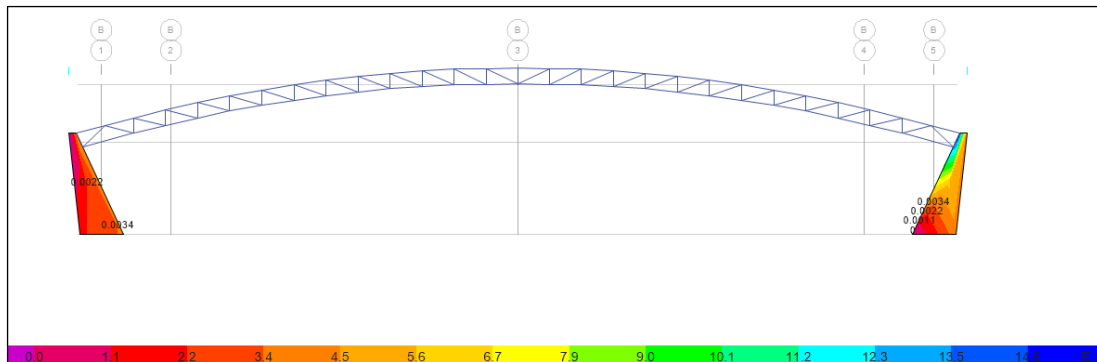


Figura 13. Momento actuante en columnas de los porticos B al H (tn-cm/cm) modelo en SAP2000V19.0.0 Ultimate.

Fuente: Autor.

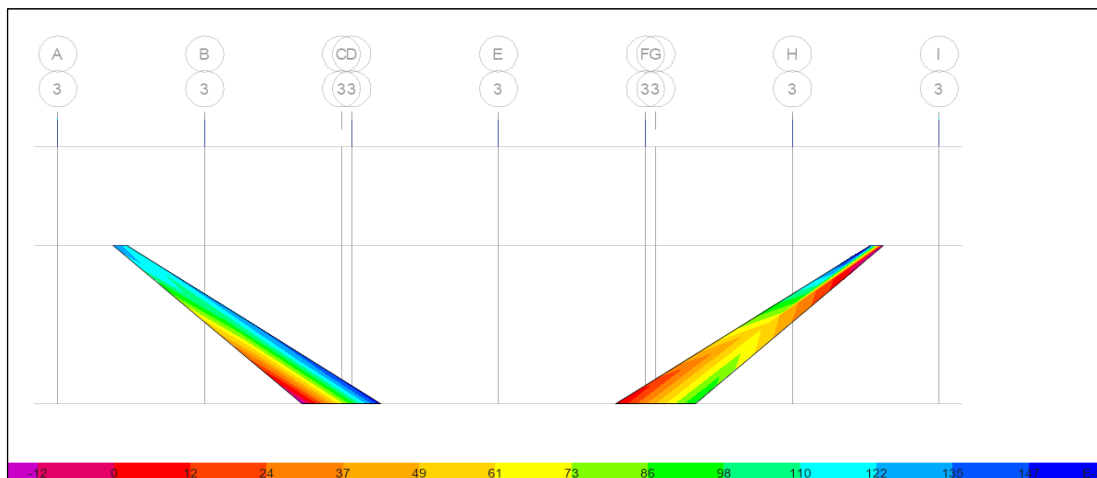


Figura 14. Momento actuante en columnas del portico 3 (tn-cm/cm) modelo en SAP2000V19.0.0 Ultimate.

Fuente: Autor.

En el mismo orden de ideas, para el sistema de fundación del techado, se empleó el programa comercial SAFE 2016. En la tabla 24 se muestran los datos de entrada del programa, dimensiones de los elementos estructurales y calidad de los materiales, de igual manera, se consideró una capacidad admisible del suelo de fundación $1,00 \text{ kgf/cm}^2$, para la cual cota de desplante de un metro (1,00 m).

En la figura 14, 15 y 16, muestran los resultados obtenidos por el programa SAFE 2016, al realizar el análisis y diseño del sistema de fundación, la capacidad de soporte

sobre el suelo de fundación, para las condiciones de carga de servicio, relación de demanda capacidad de punzonado para condiciones últimas y área de acero longitudinal mínima en las zapatas para condiciones últimas definidas en el del código ACI 318-14 respectivamente.

Tabla 24. *Datos de entrada usados para el modelo en SAFE 2016 de las fundaciones del techo.*

Datos	Valor
Unidades	Kgf, cm, C
Resistencia del concreto (kgf/cm ²)	250,00
Módulo de Elasticidad de concreto (kgf/cm ²)	238.751,9633
Resistencia del Acero N-60 (kgf/cm ²)	4.200,00
Módulo de Elasticidad del Acero (kgf/cm ²)	2,10x10 ⁶
Dimensiones de las columnas (cm)	40x40
Módulo de Balasto (kgf/cm ³)	1,00
Dimensiones de la zapata bxl (m)	1,00x1,00
Espesor de zapata (cm)	30,00

Fuente: Autor.

En complemento a lo ya descrito, en la figura 14, se muestra que la presiones de contacto zapata-suelo de fundación, está por debajo del límite admisible de 1,00 kgf/cm², lo que indica que las dimensiones de 6,50x1,00 metros para las zapatas de los porticos A e I y de 4,00x1,00 metros para los porticos restantes, las cuales tienen dimensiones adecuadas. De igual manera, en la figura 15, observa ver que la máxima relación demanda capacidad por punzonado (0,112) es menor a la unidad, y el espesor de la zapata de 30 cm es apropiada para la exigencia de las solicitaciones. De igual manera se verificó la cantidad mínima de acero de refuerzo longitudinal de las zapatas, cabillas de 1/2” en ambos sentidos (ver figuras 16 y 17).

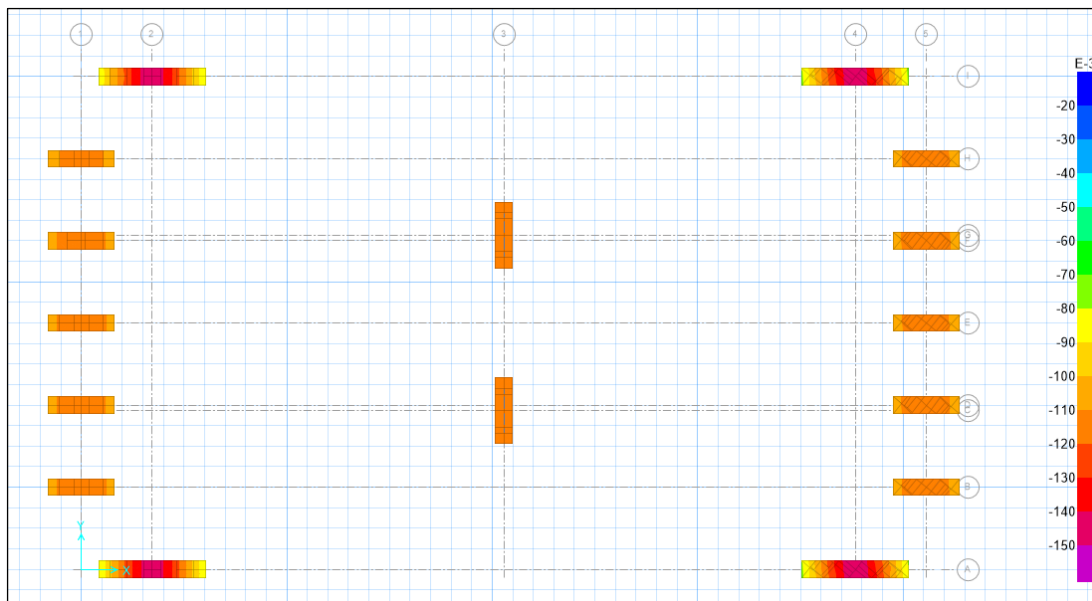


Figura 15. Capacidad de soporte para condiciones de servicio (kgf/cm²) en modelo de el programa SAFE 2016.

Fuente: Autor.

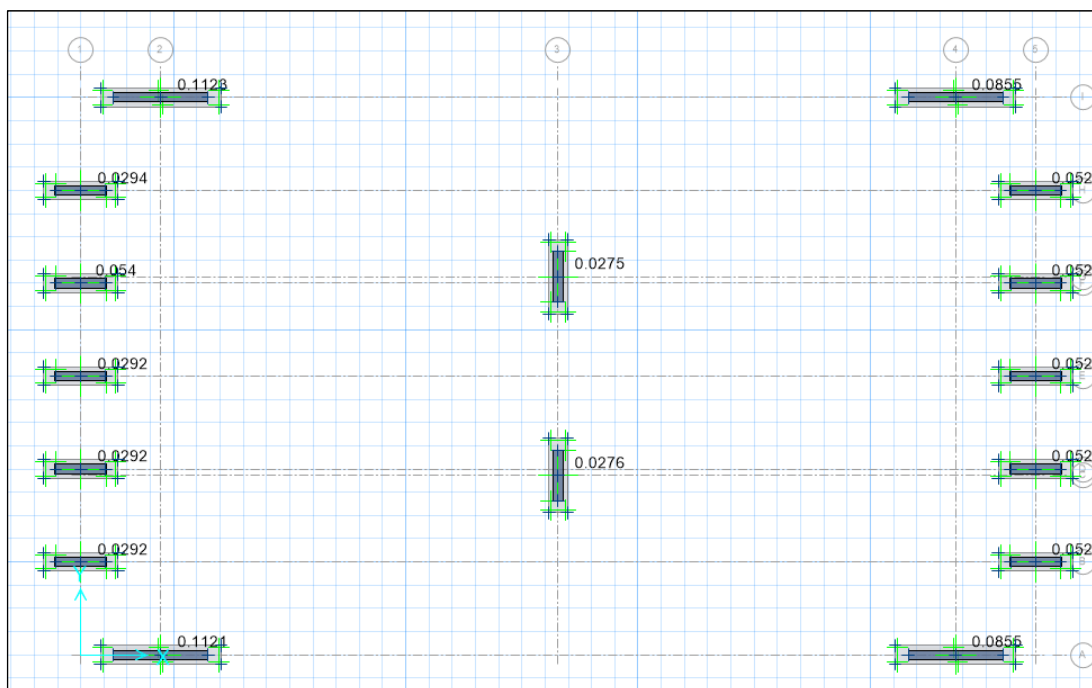


Figura 16. Relación demanda capacidad de esfuerzo de punzonado en las zapatas modelo en SAFE 2016 del techo.

Fuente: Autor.

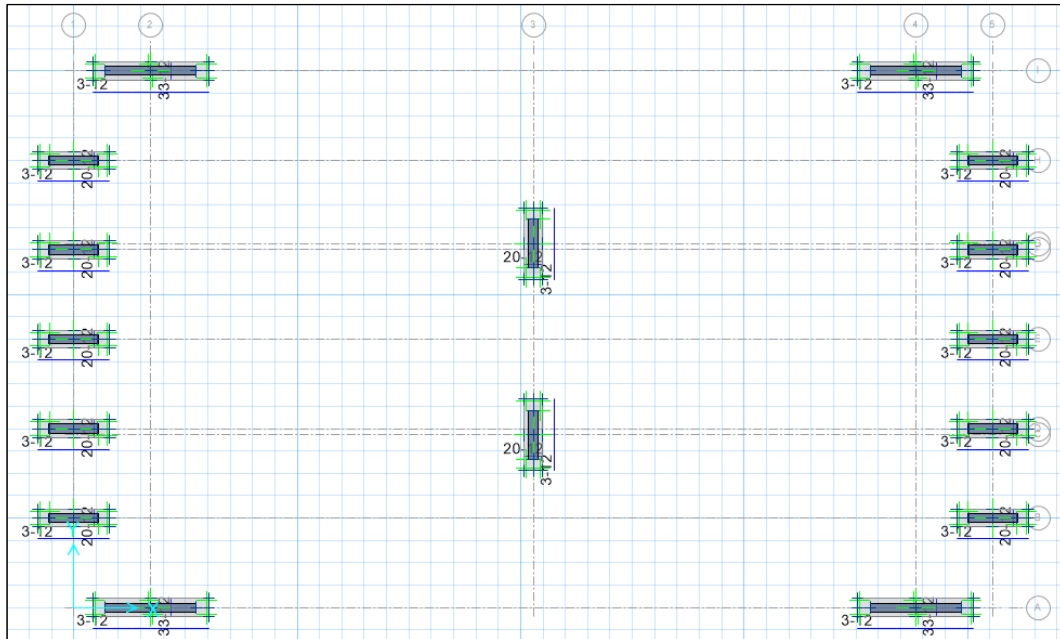


Figura 17. Acero longitudinal necesario en las zapatas modelo en SAFE 2016 de las caminerías.

Fuente: Autor.

En conclusión, de esta etapa, el Anexo B, está el resumen de los cálculos o salidas de las corridas, de los programas SAP2000V19.0.0 Ultimate y SAFE 2016, para ambas estructuras de techado, la cual sustenta los resultados mostrados durante el desarrollo presente capítulo.

4.4 Realización los planos de ingeniería de detalle empleando el “software” comercial autocad 2017.

En complemento de esta etapa, en la realización de estos planos fue utilizado como base el programa “AutoCAD 2017”. Existen diversas normas disponibles para la elaboración de planos, que datan de la época en que los planos se realizaban de manera manual. Las normas internacionales ISO y DIN, tienen una gran cantidad de publicaciones relacionados con la realización de planos, y cada uno especifica las características de cada parte de un plano y la manera más idónea para llevarla a cabo.

Ambas normas pueden diferir en aspectos específicos, pero sus lineamientos generales se rigen por los mismos patrones, tanto de elaboración como de procedimiento.

En el presente proyecto se tomó en consideración, el manual elaborado por el Ministerio de Obras Públicas (MOP), titulado Instrucciones para la elaboración de planos para edificios (1962 tomo I y 1969 tomo II). Es una norma completa y explica detalladamente y paso a paso el procedimiento a seguir para elaborar planos estructurales que son necesarios para llevar a cabo la elaboración de un proyecto, así como también, los usos prácticos de ingeniería. En este sentido, en el proyecto se elaboraron una serie de planos que se pueden visualizar en Anexo D, basado en dichas normativas ya mencionadas. Se diseñaron de la siguiente manera:

- Plano de demolición
- Plano de levantamiento
- Planta elevación
- Planta de techo
- Plano de corte y elevación
- Plano de estructuras
- Plano de fundaciones
- Plano de planta física
- Plano de Pórtico

4.5 Presentación de los análisis de precios unitarios y presupuesto del proyecto, empleando el “software” comercial LULOWIN.

El costo total de la obra fue calculado a través de un *software* de cálculo de presupuestos de obra llamado LULOWIN Control de Obras. Fueron ingresadas las partidas a utilizar para la estructuración del presupuesto y posteriormente se procedió a colocar las cantidades de obra para que de esta manera fuera generando los Análisis de Precios Unitarios y obtener el monto total del proyecto.

Es importante destacar que el presupuesto está conformado por un total de 35 partidas, algunas con código COVENIN, y otras creadas manualmente. así mismo, los APU se calcularon con precios referenciales de la zona actualizados a septiembre de 2020, junto con el costo de mano de obra según lo indicado por la Cámara de la Construcción para esa misma fecha, con prestaciones sociales de 845%, bono alimenticio de 915.000 (novecientos quince mil) bsf, gastos administrativos de 15% y utilidad de 15%. El presupuesto total de la obra de techado de una cifra de: 147.164.599.893.178,00 Bs, el mismo puede apreciarse en la sección de Anexos C.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como etapa definitiva en el desarrollo del presente proyecto de investigación, se realizaron y plantearon las conclusiones, y recomendaciones presentadas a continuación:

5.1 Conclusiones

- Las mediciones realizadas en la zona de trabajo permitieron cuantificar la extensión, dimensiones y áreas de cobertura en el sitio de estudio, así como también la morfología existente en el terreno; obras de infraestructura y servicios existentes en dichas zonas, para proyectar la incidencia y las modificaciones de las mismas para la elaboración e implantación del presente proyecto y posibles demoliciones
- De la matriz de evaluaciones de opciones empleada en el presente proyecto se obtuvo como resultado un sistema estructura tradicional con láminas de acero galvanizado, ya que tuvo la mayor ponderación. Dicho es el que mejor se adecua a las características propias del proyecto, así como también el que más se asemeja a la identidad arquitectónica de la Universidad de Oriente, garantizando la durabilidad y el menor mantenimiento. Así mismo, representa la menor relación peso de estructura/m² de proyecto.
- Una vez definido el diseño y las áreas, mediante el software SAP 2000 V19, se realizaron los respectivos cálculos estructurales, ingresando cada una de las variables a tomar en consideración, aplicado a un modelo de estructura mixto, en donde los resultados fueron satisfactorios, cumpliendo los parámetros eólicos y sísmicos con las normativas COVENIN. Del mismo modo se empleó el programa comercial SAFE 2016 para el sistema de fundación del techado, dando como

resultado resultados que cumplen con la normativa ACI 318-14 impuestas a los elementos de concreto armado.

- Durante el proceso de elaboración de los planos de ingeniería, se aplicaron las consideraciones y criterios establecidos en la norma (MOP) titulado Instrucciones para la elaboración de planos para edificios (1962 tomo I y 1969 tomo II). Cabe destacar que se uso el software Autocad 2017 para la realización de planos de arquitectura y planos estructurales de ambos techados.
- Debido a la situación económica del país, el valor del proyecto es elevado no solo por los altos costos del material, sino que el constante aumento de la mano de obra y los beneficios sociales se traducen en un factor de costo labor superior a los doscientos por cien. Sin embargo, para el momento del cálculo en este estudio, el monto reflejado para la construcción de la estructura propuesta es de 147.164.599.893.178,00 Bs.

5.2 Recomendaciones

- Las dimensiones de los planos deberán ser verificadas y ajustadas en la etapa de obra, a las condiciones topograficas del sitio, por lo que se recomienda realizar un levantamiento planialtimétrico durante el proceso constructivo, para cuantificar las demoliciones y cambios en la infraestructura existente
- Para el sistema estructural elegido, debe elaborarse un plan de manteminiento posterior a su construcción para ambas edificaciones, aunque el sistema tiene una gran durabilidad y es de bajo costo de mantenimiento, es necesario proyectar un plan de mantenimiento y limpieza.
- Aunque en el presente trabajo se desarrollaron todas las actividades civiles como el diseño estructural y arquitectónico, requeridos para su construcción, es necesario realizar el diseño del sistema de iluminación y alumbrado de las edificaciones para completetar el proyecto. Para el mismo se recomienda el uso

de energía solar, con celdas fotoeléctricas, garantizando que el proyecto tenga un bajo consumo de carbono en su período de funcionamiento.

- En la etapa de desarrollo y construcción, se deberá elaborar los planos de fabricación para una mejor comprensión del proyecto durante el proceso de construcción y montaje
- Actualizar el presupuesto de la obra, antes de ser contratada, debido a la situación económica del país. El valor del proyecto es elevado no solo por los altos costos del material, sino que el constante aumento de la mano de obra, los beneficios sociales y actualización del factor de costo labor.

BIBLIOGRAFÍA

- ALVARADO, L. (2010). *Diseño del centro endógeno de comercio turístico-comunitario de la unidad de desarrollo urbano 1.3 Colombia, municipio Guanta, estado Anzoátegui*. Trabajo de grado presentado ante la Universidad de Oriente, núcleo Anzoátegui, para optar al título de Ing. Civil.
- ANDRADE, L. (2006). *Proyecto estructural de edificación multifamiliar de 17 niveles*. Presentado ante la Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Nacional, para optar al título de Ing. Civil.
- ARIAS, F. (2006). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica*. 5ª Edición. Editorial Espítome. Caracas.
- CRISAFULLI, J. (S. F.). *Diseño sismorresistentes de construcciones de acero*. Editorial ILAFA. Santiago de Chile.
- FRATELLI, M. (1991). *Proyectos estructurales de Acero*. Edición provisional. Editorial UNIVE. Venezuela.
- FRATELLI, M (1993). *Suelo, fundaciones y muros*. Editorial Bonalde Editores. Venezuela.
- FRATELLI, M. (2003). *Diseño de Estructuras Metálicas Estados Límites LRFD*. Editorial Ediciones UNIVE. Venezuela.
- HURTADO, J. (2000). *El Proyecto de Investigación. Metodología de Investigación Holística*. 2ª. Edición. Editorial SYPAL. Venezuela.
- MAZZEO, M. (1997). *Diseño Sísmico de Conexiones Viga-Columna en Estructuras de Acero*. Presentado ante la Universidad Católica Andrés Bello, para optar al título de Ing. Civil.

- MCCORMAC, J. (2002). *Diseño de Estructuras de Acero: Método LRFD*. 2da Edición. Editorial Alfaomega. México.
- MUÑOZ (1998). *Metodología de la investigación contable*. 2da Edición; Editorial Trillas.
- UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR. (2006). *Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales*. 3ra Edición. Editorial FEDUPEL. Venezuela.
- RODRIGUEZ, L y TIRADO G. (2018). *Elaboración De Proyecto De Techado Para El Anfiteatro Y Caminerías De La Universidad De Oriente, Extensión Cantaura*. Presentado ante la Universidad de Oriente Extension Cantaura, para optar al título de Ing. Civil.
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. (1970). *Diccionario de la lengua española*. 19ª. Edición. España.
- SÁNCHEZ, J (2001). *Metodología de la Investigación*. 4ª Edición; Editorial Let Learn. México.
- SRIRAMULU, V. (2006). *Estructuras de Acero: Comportamiento y LRFD*. 1era Edición. Editorial mcgraw-Hills. México.
- COVENIN (2001). *Edificaciones Sismorresistentes 1756-2001*. Caracas: Fondonorma.
- COVENIN (1998). *Estructuras De Acero para Edificaciones. Método de los Estados Límites 1618-1998*. Caracas: Fondonorma.

COVENIN (2003). *Acciones del viento sobre las construcciones 2003-89*. Caracas: Fondonorma.

COVENIN (1999). *Mediciones y codificaciones de partidas para estudios, proyectos y construcción 2000-2*. Caracas: Fondonorma.

COVENIN (1999). *Dibujo Técnico. Rotulado de Planos 3476-99*. Caracas: Fondonorma.

COVENIN (2002). *Acciones Mínimas sobre las Edificaciones*. Caracas: Fondonorma.

COVENIN (1999). *Dibujo Técnico. Formato y plegado de dibujos y planos 3477-99*. Caracas: Fondonorma.

OPSU (1999). *Compilación de indicadores generales y específicos de planta física para instituciones universitarias*. Caracas.

SITIOS WEB

DONOSO, C., NORIEGA, N., TRUJILLO, E., y YUPA, E. (2015). *Ecuador, finalista Concurso Alacero 2015*. Recuperado el 25 de Mayo del 2016, de <http://www.arquitecturaenacero.org/proyectos/edificios-de-equipamiento-y-servicios-proyectos-de-estudiantes/ecuador-finalista-local>.

JAUREGUI, L (S.F.) *Introducción a la Topografía*. [Documento en línea]. Disponible: http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/iluis/publicaciones/Topograf%eda/TEMA_1.pdf

GÁLVEZ & MÁRTON ARQUITETURA y ADLUX (2012). *Gimansio Clube Alto dos Pinheiros*. Recuperado el 25 de Mayo del 2016, de <http://www.arquitecturaenacero.org/proyectos/edificios-para-el-deporte/gimnasio-clube-alto-dos-pinheiros>.

GUEVARA, S. Y FUENTES, J. (S.F.) *Topografía*. [Documento en línea]. Disponible: <http://www.monografias.com/trabajos14/topograf/topograf.shtml>

KING SHIH ARCHITECTS (2010). *Taipei Flora Center*. [Documento en línea]. Disponible:<http://www.arquitecturaenacero.org/proyectos/edificios-de-equipamiento-y-servicios/taipei-flora-center>

PÓRTICO ESTRUCTURAS LTDA (2008). *Pabellón Alfa*. [Documento en línea]. Disponible:<http://www.arquitecturaenacero.org/proyectos/edificios-de-equipamiento-y-servicios/pabellon-alfa>.

HOJAS DE METADATOS

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

Título	“Proyecto estructural de techado para cancha de usos múltiples de la Universidad de Oriente, Extension Cantaura”
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Andrés Jose Pérez Campero	CVLAC	23.546.823
	e-mail	Ajpc1993@gmail.com
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Palabras o frases claves:

Estructura
Techado
Concreto armado
Acero estructural

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ingeniería y Ciencias Aplicadas	Ingeniería Civil

Resumen (abstract):

Este proyecto de techado, es de gran necesidad para la Universidad de Oriente, Extensión Cantaura, para poder desarrollar eventos deportivos e impartir las cátedras de extra académicas deportivas, así como, también otras actividades académicas y culturales propias de la universidad, facilitando la realización de los mismos de una manera más cómoda ya que el desarrollo de este proyecto permitiría un mejor aprovechamiento de las instalaciones deportivas durante todo el día, extendiendo su uso, en momentos donde las condiciones meteorológicas adversas, hacen difícil el desarrollo de las actividades deportivas. En la elaboración de dicho proyecto se llevó a cabo, la toma de medidas del área deportiva, compuesta de tres canchas de usos múltiples, se realizó el levantamiento de las dimensiones de la planta física (levantamiento en sitio). Adecuadamente, se trabajó en diseños en concreto armado y de acero, realizando los cálculos estructurales mediante el software SAP 2000 V19 Ultimate. Se aplicó una matriz de evaluación de opciones, con la cual se determinó el tipo de estructura: Estructura tradicional con láminas de acero galvanizado: estructuras con vigas abiertas tipo armadura y columnas en concreto armado y cubierta de acero galvanizado. La extensión del área de techado del área deportiva de: 1.725,00 m². Estructura, techado, concreto armado, acero estructural.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail										
Martínez, Jhonatan	ROL	CA		AS	X	TU		JU			
		x									
		CVLAC	V-15.376.400								
	e-mail	ingmartinezgj@gmail.com									
	e-mail										
González, Anabel	ROL	CA		AS		TU		JU			
		x									
		CVLAC	V-16.573.233								
	e-mail	gonzalez85anabel@gmail.com									
	e-mail										
Rojas, Laurimar	ROL	CA		AS		TU		JU			
		x									
		CVLAC	V-15.563.371								
	e-mail	rojaslaurimar@gmail.com									
	e-mail										

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2021	07	22

Lenguaje: SPA

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
PG-PerezAndres.docx	Aplication/word

Alcance:

Espacial: UNIVERSAL

Temporal: INTEMPORAL

Título o Grado asociado con el trabajo:

Ingeniero Civil

Nivel Asociado con el Trabajo: Pregrado

Área de Estudio:

Ciencias aplicadas, Ingeniería.

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

Universidad de Oriente, Extensión Cantaura.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN° 0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho


Estimado Profesor Martínez:


Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,


JUAN A. BOLAÑOS CUNELES
Secretario



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
SISTEMA DE BIBLIOTECA
RECIBIDO POR *[Signature]*
FECHA 5/8/09 HORA 5:30

C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009): “Los trabajos de grados son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y solo podrá ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Concejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Concejo Universitario, para su autorización”.

Andrés Jose Pérez Campero

AUTOR

Prof. Jhonatan Martínez

TUTOR