

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TOMO I

**DISEÑO ESTRUCTURAL DEL “CENTRO DEPORTIVO CULTURAL DEL GRAN
CHACO” BARRIO JUAN XXIII, MUNICIPIO DE YACUIBA DEL
DEPARTAMENTO DE TARIJA.**

Por:

YEISON PABLO VARGAS JUCHANI

Semestre I - 2021

TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TOMO I

**DISEÑO ESTRUCTURAL DEL “CENTRO DEPORTIVO CULTURAL DEL GRAN
CHACO” BARRIO JUAN XXIII, MUNICIPIO DE YACUIBA DEL
DEPARTAMENTO DE TARIJA.**

Por:

YEISON PABLO VARGAS JUCHANI

Proyecto realizado en la asignatura CIV-502 Proyecto de Ingeniería Civil II.

Semestre I - 2021

TARIJA – BOLIVIA

El docente y tribunal evaluador del Proyecto de Ingeniería Civil no se solidarizan con los términos, la forma, los modos y las expresiones empleados en la elaboración del presente trabajo, siendo los mismos únicamente responsabilidad del autor.

DEDICATORIA

A mis padres por creer en mí y por brindarme su apoyo incondicional para concluir con satisfacción este trabajo académico.

AGRADECIMIENTO

A Dios por estar siempre a mi lado bendiciéndome con salud y fuerza para seguir adelante y a mi familia por ser un pilar fundamental en el proceso de mi formación profesional.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|----|
| CAPÍTULO I ANTECEDENTES | 1 |
| 1.1. El problema..... | 1 |
| 1.1.1. Planteamiento..... | 1 |
| 1.1.2. Formulación..... | 2 |
| 1.1.3. Sistematización..... | 3 |
| 1.2. Objetivos..... | 3 |
| 1.2.1. General..... | 3 |
| 1.2.2. Específicos..... | 3 |
| 1.3. Justificación..... | 4 |
| 1.3.1. Académica..... | 4 |
| 1.3.2. Técnica..... | 4 |
| 1.3.3. Social..... | 5 |
| 1.4. Alcance del proyecto..... | 5 |
| 1.4.1. Resultados a lograr..... | 5 |
| 1.4.2. Restricciones y limitaciones..... | 6 |
| 1.4.3. Aporte académico..... | 6 |
| 1.5. Localización del proyecto..... | 6 |
| 1.5.1. Aspectos socioeconómicos relevantes..... | 9 |
| 1.5.1.1. Población..... | 9 |
| 1.5.1.2. Servicios básicos existentes..... | 10 |
| 1.5.1.3. Actividad económica de la región..... | 10 |
| CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO..... | 11 |
| 2.1. Levantamiento topográfico..... | 11 |
| 2.2. Estudio de suelo..... | 12 |

| | | |
|------------|--|----|
| 2.2.1. | Distribución granulométrica. | 12 |
| 2.2.2. | Análisis granulométrico por mallas. | 12 |
| 2.2.3. | Límites de tamaños de suelos. | 13 |
| 2.2.4. | Límites de Atterberg. | 14 |
| 2.2.5. | Sistema de clasificación de suelos. | 14 |
| 2.2.6. | Ensayo de penetración estándar (SPT). | 16 |
| 2.3. | Diseño arquitectónico. | 16 |
| 2.4. | Análisis y diseño estructural. | 17 |
| 2.4.1. | Idealización estructural. | 17 |
| 2.4.1.1. | Sustentación de cubiertas. | 17 |
| 2.4.1.1.1. | Cubiertas metálicas. | 18 |
| 2.4.1.1.2. | Componentes de la cubierta metálica. | 18 |
| 2.4.1.1.3. | Tipos de conexiones de estructuras metálicas. | 20 |
| 2.4.1.2. | Sustentación de la edificación. | 20 |
| 2.4.1.2.1. | Losas. | 20 |
| 2.4.1.2.2. | Vigas. | 21 |
| 2.4.1.2.3. | Columnas. | 21 |
| 2.4.1.3. | Fundaciones. | 22 |
| 2.4.2. | Diseño estructural. | 22 |
| 2.4.2.1. | Análisis de cargas. | 22 |
| 2.4.2.1.1. | Acciones directas. | 23 |
| 2.4.2.1.2. | Acciones indirectas. | 23 |
| 2.4.2.2. | Estructura de sustentación de cubierta. | 24 |

| | | |
|--------------|--|----|
| 2.4.2.2.1. | Combinaciones de carga..... | 24 |
| 2.4.2.2.2. | Parámetros de Diseño | 26 |
| 2.4.2.2.3. | Propiedades mecánicas del acero..... | 26 |
| 2.4.2.2.4. | Elementos estructurales. | 27 |
| 2.4.2.3. | Estructura de sustentación de la edificación. | 34 |
| 2.4.2.3.1. | Norma de diseño. | 34 |
| 2.4.2.3.2. | Hormigón. | 34 |
| 2.4.2.3.3. | Acero..... | 37 |
| 2.4.2.3.4. | Adherencia del Hormigón y Acero..... | 40 |
| 2.4.2.3.5. | Parámetro de diseño..... | 40 |
| 2.4.2.3.5.3. | Hipótesis de carga..... | 42 |
| 2.4.2.3.6. | Diseño de elementos estructurales. | 51 |
| 2.4.2.4. | Estructura complementaria. | 66 |
| 2.4.2.5. | Fundaciones. | 67 |
| 2.4.2.5.1. | Losa de fundación..... | 67 |
| 2.4.2.5.2. | Diseño de zapatas aislada..... | 67 |
| 2.5. | Estrategia para la ejecución del proyecto | 68 |
| 2.5.1. | Especificaciones Técnicas. | 68 |
| 2.5.2. | Cóputos Métricos..... | 68 |
| 2.5.3. | Precios unitarios..... | 68 |
| 2.5.4. | Presupuesto general. | 69 |
| 2.5.5. | Planeamiento y cronograma de obras: | 69 |

| | |
|--|-----|
| CAPÍTULO III INGENIERÍA DEL PROYECTO | 70 |
| 3.1. Análisis de la topografía. | 70 |
| 3.2. Análisis del estudio de suelos. | 71 |
| 3.3. Análisis del diseño arquitectónico. | 73 |
| 3.4. Análisis y diseño estructural. | 75 |
| 3.4.1. Planteamiento estructural. | 75 |
| 3.4.2. Datos del proyecto | 76 |
| 3.4.3. Análisis, cálculo y diseño. | 78 |
| 3.4.3.1. Estructura de la cubierta. | 78 |
| 3.4.3.1.1. Diseño de correas. | 78 |
| 3.4.3.1.2. Diseño de la cercha más solicitada | 83 |
| 3.4.3.1.3. Diseño de la placa base. | 95 |
| 3.4.3.2. Diseño de la estructura de sustentación de la edificación. | 97 |
| 3.4.3.2.1. Losa reticular. | 97 |
| 3.4.3.2.2. Diseño de vigas. | 104 |
| 3.4.3.2.3. Diseño de columna. | 106 |
| 3.4.3.3. Diseño de la estructura complementaria. | 107 |
| 3.4.3.3.1. Diseño de escalera de H°A° | 107 |
| 3.4.3.4. Fundaciones. | 107 |
| 3.4.3.5. Diseño de la cubierta metálica de la cancha polifuncional. | 107 |
| 3.4.3.5.1. Diseño de correas. | 107 |
| 3.4.3.5.2. Diseño de la cercha más solicitada | 107 |
| 3.4.3.5.3. Diseño de la placa base y pernos de anclaje. | 109 |

| | | |
|--|---|-----|
| 3.5. | Estrategia para la ejecución del proyecto. | 109 |
| 3.5.1. | Especificaciones Técnicas | 109 |
| 3.5.2. | Cómputos Métricos..... | 109 |
| 3.5.3. | Precios unitarios..... | 109 |
| 3.5.4. | Presupuesto general | 109 |
| 3.5.5. | Planeamiento y cronograma de obras. | 109 |
| CAPÍTULO IV APORTE ACADÉMICO (DISEÑO DE LOSA DE FUNDACIÓN) | | 110 |
| 4.1. | Generalidades. | 110 |
| 4.1.1. | Tipos de losas de fundación..... | 110 |
| 4.1.2. | Diseño estructural. | 110 |
| 4.1.2.1. | Método rígido convencional. | 110 |
| 4.1.2.2. | Método flexible aproximado..... | 110 |
| 4.2. | Determinación del método de diseño a utilizar. | 110 |
| 4.3. | Diseño por el método rígido convencional..... | 110 |
| 4.3.1. | Datos..... | 110 |
| 4.3.2. | Cálculo de la presión neta..... | 110 |
| 4.3.3. | Momento de inercia. | 110 |
| 4.3.4. | Excentricidades..... | 110 |
| 4.3.5. | Momento debido a la excentricidad..... | 110 |
| 4.3.6. | Determinación de presiones..... | 110 |
| 4.3.7. | Determinación del esfuerzo promedio..... | 110 |
| 4.3.8. | Carga promedio..... | 111 |
| 4.3.9. | Presión del suelo modificada. | 111 |
| 4.3.10. | Carga o peso resultante modificado..... | 112 |
| 4.3.11. | Determinación del canto útil..... | 112 |

| | |
|---|-----|
| 4.3.12. Verificación del corte por punzonamiento..... | 112 |
| 4.3.13. Diseño de la armadura. | 112 |
| 4.3.13.1. Armadura en la dirección “X” | 112 |
| 4.3.13.2. Armadura en dirección de “Y” | 112 |
| CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 114 |
| 5.1. Conclusiones..... | 114 |
| 5.2. Recomendaciones. | 114 |
| BIBLIOGRAFÍA | 115 |
| ANEXOS | 116 |

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO 1 Estudio de suelos
- ANEXO 2 Análisis de cargas
- ANEXO 3 Comprobación de miembros de las cherchas metálicas
 - ANEXO 3.1 Comprobación de la estructura Bloque 1
 - ANEXO 3.2 Comprobación de la Cancha Polifuncional
- ANEXO 4 Armadura en la estructura
 - ANEXO 4.1 Armadura en vigas
 - ANEXO 4.2 Armadura en columnas
 - ANEXO 4.3 Armadura en escalera
 - ANEXO 4.4 Armadura en zapatas de cancha polifuncional
- ANEXO 5 Pliego de especificaciones técnicas
- ANEXO 6 Cómputos métricos
- ANEXO 7 Análisis de precios unitarios
- ANEXO 8 Presupuesto general
- ANEXO 9 Cronograma del proyecto – Diagrama de Gantt
- ANEXO 10 Planos

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1.5-1 Localización del proyecto..... | 7 |
| Figura 1.5-2 Localización de la provincia Gran Chaco..... | 8 |
| Figura 1.5-3 Municipio de Yacuiba..... | 8 |
| Figura 2.4-1 Partes de una cubierta metálica..... | 18 |
| Figura 2.4-2 Diagrama esfuerzo deformación del acero | 26 |
| Figura 2.4-3 Valores para el factor K..... | 30 |
| Figura 2.4-4 Momento nominal en función del patín de compresión. | 30 |
| Figura 2.4-5 Diagrama Esfuerzo-Deformación de un hormigón de 28 días. | 36 |
| Figura 2.4-6 Diagrama parábola-rectángulo..... | 36 |
| Figura 2.4-7 Diagrama rectangular..... | 37 |
| Figura 2.4-8 Diagrama de cálculo tensión-deformación. | 39 |
| Figura 2.4-9 Barlovento y sotavento. | 46 |
| Figura 2.4-10 Empalme por traslape o solapo..... | 50 |
| Figura 2.4-11 Sección de losa reticular. | 51 |
| Figura 2.4-12 Pórticos Intraslacionales. | 61 |
| Figura 2.4-13 Pórtico Traslacionales..... | 61 |
| Figura 2.4-14 Ábaco en roseta para flexión esviada. | 63 |
| Figura 3.1-1 Planimetría del terreno en la ciudad. | 70 |
| Figura 3.4-1 Esquema del Planteo Estructural. | 76 |
| Figura 3.4-2 Cercha tipo Howe. | 78 |
| Figura 3.4-3 Diagrama de Momento y Cortante máximos..... | 80 |
| Figura 3.4-4 Análisis de la cercha N° 2..... | 84 |
| Figura 3.4-5 Cercha Cargada..... | 86 |
| Figura 3.4-6 Disposición de armadura de reparto en losa reticular..... | 103 |
| Figura 3.4-7 Envoltorio de Momento en viga de estudio..... | 104 |
| Figura 3.4-8 Envoltorio de Cortantes de la viga en estudio. | 105 |
| Figura 3.4-9 Diseño por el software Cypecad..... | 105 |
| Figura 3.4-10 Vista 3D del pilar a diseñar..... | 106 |
| Figura 3.4-11 Tabla de armado columna P6 Planta Bajo por Cypecad..... | 106 |
| Figura 3.4-12 Dimensiones de la escalera..... | 107 |

| | |
|---|-----|
| Figura 3.4-13 Armadura de escalera obtenida por Cypecad. | 107 |
| Figura 3.4-14 Cercha tipo para la cancha polifuncional..... | 107 |
| Figura 3.4-15 Diagrama de Momento y Cortante máximos..... | 107 |
| Figura 3.4-16 Análisis de la cercha T2..... | 108 |
| Figura 3.4-17 Cercha Tipo cargada. | 108 |
| Figura 4.1-1 Tipos de losa de fundación. | 110 |
| Figura 4.1-2 Principio del método rígido convencional..... | 110 |
| Figura 4.1-3 Distribución de cargas en franja. | 110 |
| Figura 4.1-4 Principio del método flexible aproximado..... | 110 |
| Figura 4.3-1 Vista en planta de la cimentación. | 110 |
| Figura 4.3-2 Sección en corte de la losa de fundación | 110 |
| Figura 4.3-3 Momento debido a las excentricidades..... | 110 |
| Figura 4.3-4 Distribución de áreas de aporte..... | 110 |
| Figura 4.3-5 Franjas más solicitadas en la losa de cimentación..... | 112 |
| Figura 4.3-6 Cargas en la franja "X" | 112 |
| Figura 4.3-7 Cargas en franja "Y" | 112 |
| Figura 4.3-8 Sección de la losa de fundación..... | 112 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| Tabla 1.5-1 Crecimiento poblacional en Tarija | 9 |
| Tabla 1.5-2 Crecimiento poblacional por municipio..... | 10 |
| Tabla 2.2-1 Tamaño de Tamices U.S. Standar | 13 |
| Tabla 2.2-2 Límites de tamaño de suelos. | 13 |
| Tabla 2.2-3 Clasificación de suelos Método AASHTO. | 15 |
| Tabla 2.2-4 Símbolos usados en el Método SUCS..... | 15 |
| Tabla 2.4-1 Propiedades de la calamina tipo trapezoidal. | 19 |
| Tabla 2.4-2 Factores de reducción de resistencia. | 25 |
| Tabla 2.4-3 Resistencia característica del acero. | 26 |
| Tabla 2.4-4 Diámetros y áreas de acero. | 38 |
| Tabla 2.4-5 Coeficientes de minoración de la resistencia de los materiales. | 41 |
| Tabla 2.4-6 Coeficientes de ponderación de las acciones. | 42 |
| Tabla 2.4-7 Peso de fábricas y macizos..... | 43 |
| Tabla 2.4-8 Sobrecargas | 45 |
| Tabla 2.4-9 Coeficiente eólico de sobrecarga en una construcción cerrada..... | 47 |
| Tabla 2.4-10 Porcentaje máximo de barras empalmadas con relación a la sección total del acero..... | 50 |
| Tabla 2.4-11 Cuantías geométricas mínimas..... | 54 |
| Tabla 2.4-12 Cuadro de valores límites..... | 55 |
| Tabla 2.4-13 Tabla universal para sección simple. | 56 |
| Tabla 2.4-14 Longitud de pandeo de las piezas aisladas. | 60 |
| Tabla 3.2-1 Tensión admisible Fosa 1 | 71 |
| Tabla 3.2-2 Tensión admisible Fosa 2..... | 72 |
| Tabla 3.3-1 Distribución de ambientes planta baja | 74 |
| Tabla 3.3-2 Distribución de ambientes planta alta | 74 |
| Tabla 3.4-1 Longitud mínima de anclaje..... | 97 |
| Tabla 3.4-2 Comparación del diseño de viga. | 105 |
| Tabla 3.4-4 Longitud mínima de anclaje..... | 109 |
| Tabla 4.1-1 Valores comunes de la reacción de la subrasante. | 110 |
| Tabla 4.3-1 Esfuerzos sobre la losa | 110 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 4.3-2 Esfuerzo promedio por franja..... | 111 |
| Tabla 4.3-3 Ancho de franja y esfuerzos en dirección X. | 111 |
| Tabla 4.3-4 Ancho de franja y esfuerzos en dirección Y | 111 |
| Tabla 4.3-5 Presión del suelo modificada en X..... | 111 |
| Tabla 4.3-6 Presión del suelo modificada en Y..... | 112 |
| Tabla 4.3-7 Cargas modificadas en X. | 112 |
| Tabla 4.3-8 Cargas modificadas en Y. | 112 |