

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y C.M.**



**DISEÑO ESTRUCTURAL “CENTRO DE CAPACITACION  
TECNICA VILLA ABECIA”**  
**(Provincia Sud Cinti, Departamento de Chuquisaca)**

Por:

**HENRY ANAGUA AMADOR**

Proyecto de Grado presentado a consideración de la "UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO", como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

**SEMESTRE II - 2017**  
**TARIJA – BOLIVIA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y C.M.**

**DISEÑO ESTRUCTURAL “CENTRO DE CAPACITACION  
TECNICA VILLA ABECIA”**  
**(Provincia Sud Cinti, Departamento de Chuquisaca)**

Por:

**HENRY ANAGUA AMADOR**

Proyecto de Grado presentado a consideración de la "UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO", como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

**SEMESTRE II - 2017**  
**TARIJA – BOLIVIA**

**V°B°**

-----  
Ing. Juan Pablo Ayala Yañez  
**DOCENTE DE LA MATERIA**

-----  
M.Sc. Ing. Ernesto Álvarez G.  
**DECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**Y TECNOLOGÍA**

-----  
M.Sc. Ing. Elizabeth Castro Figueroa  
**VICEDECANA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**Y TECNOLOGIA**

**TRIBUNAL:**

-----  
M.Sc. Ing. Freddy Gonzalo Gandarillas Martínez

-----  
M.Sc. Ing. Víctor Francisco Mostajo Rojas

-----  
Ph.D. M.Sc. Ing. Alberto Benítez Reynoso

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo estas responsabilidades del autor.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado con todo mi amor a mi querida familia, mis padres Gregorio y Emma por ayudarme a cumplir mis metas, a mi amada esposa Yobana y a mi querida hija Silvana Nayeli quién me dio la fortaleza para cumplir este logro.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme la vida y fortaleza en los momentos difíciles.

A mis queridos padres por el apoyo ofrecido durante mi permanencia dentro del núcleo familiar.

A mis hermanos por estar siempre conmigo en todos los momentos y dedicarme todo su amparo en el transcurso de mi vida estudiantil.

A todos mis amigos y amigas de la universidad por ser buenos compañeros.

A todos los docentes que me brindaron sus conocimientos en toda mi carrera.

## ÍNDICE

Advertencia	
Dedicatoria	
Agradecimiento	
Resumen del proyecto	
	Página
CAPÍTULO I: ANTECEDENTES .....	1
1.1. El Problema.....	2
1.1.1. Planteamiento.....	2
1.1.2. Formulación .....	2
1.1.3. Sistematización .....	3
1.2. Objetivos .....	4
1.2.1. Objetivo General .....	4
1.2.2. Objetivo Específico.....	4
1.3. Justificación.....	5
1.3.1. Técnica .....	5
1.3.2. Académica.....	<a href="#">5</a>
1.3.3. Social-Institucional .....	5
1.4. Alcance del proyecto.....	5
1.5. Localización .....	7
1.5.1. Descripción de la infraestructura .....	8
1.5.2. Descripción del area de emplazamiento.....	8
1.5.3. Servicios básicos .....	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	9
2.1. Planos arquitectónicos.....	10
2.2. Levantamiento topográfico .....	10
2.3. Estudio de suelos.....	11
2.4. Diseño estructural.....	11
2.4.1. Estructuración .....	12
2.4.2. Análisis.....	12
2.4.3. Dimensionamiento .....	13
2.5. Secuencia temporal del proceso de diseño estructural.....	13

2.5.1. Planteamiento de soluciones preliminares .....	14
2.5.2. Evaluación de soluciones preliminares .....	14
2.5.3. Diseño detallado.....	15
2.5.4. Transferencia de los resultados del diseño.....	15
2.5.5. Supervisión.....	15
2.6. Reglamentos de construcción.....	15
2.6.1. Especificaciones AISI-2007.....	16
2.6.2. Norma Boliviana del Hormigón CBH-87 .....	16
2.7. Cargas.....	16
2.7.1. Cargas estáticas .....	17
2.7.2. Cargas dinámicas. ....	17
2.7.3. Otras solicitaciones. ....	18
2.8. Materiales.....	18
2.8.1. Acero estructural. ....	18
2.8.2. Hormigón Armado. ....	19
2.8.3. Acero de refuerzo.....	19
2.8.3.1. Disposición de las armaduras.....	20
2.8.3.2. Distancia entre barras.....	21
2.8.3.3. Distancia a los paramentos.....	22
2.8.3.4. Doblado de las armaduras .....	23
2.8.3.5. Anclaje de las armaduras .....	24
2.9. Sistemas estructurales. ....	24
2.9.1. Estructuras de sustentación de la cubierta.....	25
2.9.1.1. Cerchas.....	25
2.9.1.2. Diseño con factores de carga y resistencia (LRFD).....	26
2.9.1.3. Factores de carga y combinaciones de cargas.....	26
2.9.1.4. Factores de resistencia.....	27
2.9.1.5. Diseño por resistencia de miembros en tensión .....	27
2.9.1.6. Selección de perfiles .....	28
2.9.1.7. Diseño de miembros en compresión .....	28
2.9.1.8. Miembros sometidos a flexión.....	30

2.9.1.9. Flexión asimétrica .....	30
2.9.1.10. Soldadura .....	31
2.9.1.11. Sociedad Americana de Soldadura (AWS) .....	31
2.9.2. Estructura de sustentación de la edificación .....	31
2.9.2.1. Método de diseño para el Hormigón Armado.....	31
2.9.2.2. El diseño por estado limite .....	31
2.9.2.3. Hipótesis de carga para la estructura de Hormigón Armado .....	32
2.9.2.4. Coeficiente de Poisson .....	33
2.9.2.5. Coeficiente de dilatación térmica.....	33
2.9.2.6. Resistencias de Calculo.....	33
2.9.2.7. Diagrama de calculo Tensión- Deformación .....	34
2.9.2.8. Módulo de deformación longitudinal.....	35
2.9.2.9. Módulo de Elasticidad del Acero.....	36
2.9.2.10. Elementos Estructurales .....	36
2.9.2.10.1. Vigas de Hormigón Armado .....	36
2.9.2.10.2. Columnas de Hormigón Armado .....	40
2.9.2.10.3. Cimentación de Hormigón Armado .....	46
2.9.2.10.4. Losas con viguetas prefabricadas de hormigón pretensadas.....	49
2.9.2.10.5. Muros .....	51
2.9.2.10.6. Escalera .....	52
2.10. Especificaciones técnicas .....	54
2.11. Precios unitarios .....	54
2.12. Cómputos métricos .....	55
2.13. Presupuesto .....	55
2.14. Planeamiento y cronograma.....	55
<b>CAPÍTULO III: INGENIERÍA DEL PROYECTO .....</b>	<b>56</b>
3.1. Análisis del levantamiento topográfico.....	57
3.2. Análisis del ensayo de suelos.....	57
3.3. Análisis Arquitectónico.....	59
3.4. Planteamiento estructural.....	59
3.5. Datos de Proyecto .....	62

3.6. Análisis, cálculo y diseño estructural.....	63
3.6.1. Estructura de la cubierta.....	64
3.6.1.1. Diseño de correas.....	64
3.6.1.2. Diseño de los cordones de la armadura.....	68
3.6.1.3. Diseño de Unión mediante Soldadura.....	81
3.6.1.4. Diseño de la Placa Base.....	82
3.6.1.5. Diseño de los Pernos de Anlaje.....	84
3.7. Verificación de la Vigüeta pretensada .....	85
3.8. Diseño de la viga de hormigón armado.....	118
3.8.1. Verificación en estados límites de servicio (ELS) .....	129
3.9. Verificación del diseño de la Columna .....	134
3.10. Verificación del diseño de Zapata Aislada.....	138
3.11. Verificación del diseño de la Escalera .....	146
3.12. Desarrollo de la estrategia para la ejecución del proyecto .....	153
3.12.1 Especificaciones técnicas .....	153
3.12.2. Presupuesto general.....	153
<b>CAPÍTULO IV: APORTE ACADEMICO .....</b>	<b>155</b>
4.1. Marco conceptual del aporte .....	156
4.2. Consideraciones generales .....	156
4.2.1. Materiales.....	157
4.2.2. Secciones de acero utilizadas. ....	157
4.2.3. Principales ventajas de laminado en frío. ....	158
4.2.4. Soldabilidad.....	158
4.3. Producto del aporte.....	158
4.3.1. Objetivos.....	158
4.3.2. Precio Unitario .....	159
4.3.3. Selección de la tipología estructural .....	160
4.3.4. Análisis económico .....	160
4.3.5. Evaluación del costo de construcción .....	161

4.3.6. Cuantificación de la cantidad de materiales.....	161
4.3.7. Cuantificación de la mano de obra.....	166
4.3.8. Cuantificación del equipo .....	167
4.3.9. Determinación del costo total de la alternativa de diseño.....	168
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>172</b>
5.1. Conclusiones .....	173
5.2. Recomendaciones.....	174
<b>BIBLIOGRAFÍA. ....</b>	<b>176</b>
<b>ANEXOS. ....</b>	<b>178</b>

## **INDICE DE FIGURAS**

Figura 1.1 Ubicación Geográfica del proyecto .....	7
Figura 2.1 Identificación de las barras.....	20
Figura 2.2 Doblado del acero en obra .....	23
Figura 2.3 Armadura tipo Howe .....	25
Figura 2.4 Distribución de las cargas sobre el perfil.....	30
Figura 2.5 Diagrama parábola-rectángulo.....	34
Figura 2.6 Diagrama de cálculo tensión – deformación del acero.....	35
Figura 2.7 Coeficientes de pandeo para piezas aisladas .....	41
Figura 2.8 Análisis de la estructura y cimentación .....	47
Figura 2.9 Formas típicas de zapatas aisladas.....	47
Figura 2.10 Armadura de tracción en una zapata aislada.....	49
Figura 2.11 Losa Aliviada con viguetas pretensadas .....	49
Figura 2.12 Partes constitutivas de una escalera.....	54
Figura 3.1 Ubicación de Pozos .....	58
Figura 3.2 Estratificación del suelo de cimentación .....	58
Figura 3.3 Esquema de la Estructura de la cubierta .....	61
Figura 3.4 Esquema de la Estructura de hormigón .....	61
Figura 3.5 Cercha Tipo Howe.....	64
Figura 3.6 Estructura Metálica en 3D .....	64

Figura 3.7 Distribución de las cargas sobre el perfil.....	65
Figura 3.8 Diagrama de momentos para viga continua de 3 luces.....	66
Figura 3.9 Fuerzas Axiales para combinaciones de carga LRFD .....	68
Figura 3.10 Diagrama de Fuerzas Axiales .....	68
Figura 3.11 Vista en Planta de Placa Base .....	83
Figura 3.12 Longitud Mínima de Anclaje.....	85
Figura 3.13 Características geométricas del Plastoform. ....	87
Figura 3.14 Espesor mínimo de la carpeta de hormigón.....	87
Figura 3.15 Características geométricas de la vigueta pretensada.....	89
Figura 3.16 Características geométricas de la carpeta de hormigón in situ .....	90
Figura 3.17 Características geométricas de la sección compuesta de la losa.....	90
Figura 3.18 Características geométricas de la sección homogeneizada (21MPa) ....	92
Figura 3.19 Características geométricas de la sección homogeneizada (35 MPa) ....	92
Figura 3.20 Consideraciones de los apoyos para la vigueta pretensada .....	95
Figura 3.21 Momentos máximos positivos en el centro luz de la vigueta .....	100
Figura 3.22 Esfuerzos elasticos en una viga preesforzada sin agrietar .....	100
Figura 3.23 Punto de aplicación de la fuerza de pretensado .....	103
Figura 3.24 Relajamiento del alambre y cordon de siete alambres estabilizado ....	112
Figura 3.25 Sección donde se realiza la comprobación a esfuerzo rasante .....	116
Figura 3.26 Diagrama de Momentos Envolventes.....	119
Figura 3.27 Diagrama de Cortantes Envolventes.....	123
Figura 3.28 Detalle de armado en viga .....	128
Figura 3.29 Representación gráfica de elementos que concurren a columna .....	135
Figura 3.30 Representación gráfica de la columna .....	137
Figura 3.31 Representación de Solicitaciones actuantes.....	138
Figura 3.32 Valores de $\alpha$ , $\alpha_{prom}$ y $\alpha_r$ .....	144
Figura 3.33 Consideración de la escalera para el cálculo de armadura principal ....	148
Figura 3.34 Como una losa plana, apoyo simple .....	148
Figura 3.35 Consideración de la escalera para el cálculo de la armadura negativa. ....	149
Figura 3.36 Como una losa plana, apoyo empotrado.....	149

Figura 4.1 Hoja de cotización .....	159
Figura 4.2 Grafica de costo unitario de las alternativas .....	165
Figura 4.3 Grafica de costo total de las alternativas .....	166

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Distribución de Ambientes .....	6
Tabla 2.1 Recubrimientos Mínimos.....	22
Tabla 2.2 Diámetro de los ejes de doblado. ....	23
Tabla 2.3 Factores de carga según el método LRFD. ....	26
Tabla 2.4 Factores de resistencia según el método LRFD .....	27
Tabla 3.1 Costo de la Alternativa 1.....	59
Tabla 3.2 Costo de la Alternativa 2.....	60
Tabla 3.3 Limitación de aberturas de fisuras .....	130
Tabla 3.4 Datos geométrico de los elementos que concurren a columna .....	134
Tabla 3.5 Modulo de Elasticidad “E” .....	144
Tabla 4.1 Descripción y costo de la cercha. Alternativa N°1(a).....	161
Tabla 4.2 Descripción y costo de la cercha. Alternativa N°1(b) .....	162
Tabla 4.3 Descripción y costo de la cercha. Alternativa N°1(c).....	162
Tabla 4.4 Descripción y costo de la cercha. Alternativa N°2(a).....	162
Tabla 4.5 Descripción y costo de la cercha. Alternativa N°2(b) .....	163
Tabla 4.6 Descripción y costo de la cercha. Alternativa N°2(c).....	163
Tabla 4.7 Descripción y costo de la cercha. Alternativa N°3(a).....	163
Tabla 4.8 Descripción y costo de la cercha. Alternativa N°3(b) .....	164
Tabla 4.9 Descripción y costo de la cercha. Alternativa N°3(c).....	164
Tabla 4.10 Resumen de costo unitario de cada alternativa .....	164
Tabla 4.11 Resumen de costo total de cada alternativa .....	165
Tabla 4.12 Costo de mano de obra.....	167
Tabla 4.13 Costo unitario de material .....	167
Tabla 4.14 Costo unitario y rendimiento de materiales .....	168

## **INDICE DE ANEXOS**

Anexo 1. Estudio Topográfico .....	179
Anexo 2. Estudio de Suelos .....	182
Anexo 3. Análisis de Cargas .....	199
Anexo 4. Predimensionamiento de Elementos.....	214
Anexo 5. Solicitaciones y Armaduras .....	218
Anexo 6. Especificaciones Técnicas .....	250
Anexo 7. Cómputos Métricos .....	283
Anexo 8. Precios Unitarios .....	286
Anexo 9. Cronograma de Ejecución .....	308
Anexo 10. Figuras .....	310
Anexo 11. Tablas .....	313
Anexo 12. Varios .....	321
Anexo 13. Planos .....	336