

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES**



**“DISEÑO ESTRUCTURAL DEL COLEGIO-INTERNADO SAN TELMO RÍO  
BERMEJO”  
(MUNICIPIO PADCAYA)**

**TOMO I  
(TEXTO Y ANEXOS)**

**POR:**

**JHONNY ESTEBAN GUERRERO MARTINEZ**

**SEMESTRE I - 2021**

**TARIJA - BOLIVIA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES**

**“DISEÑO ESTRUCTURAL DEL COLEGIO-INTERNADO SAN TELMO RÍO**  
**BERMEJO”**  
**(MUNICIPIO PADCAYA)**

**POR:**

**JHONNY ESTEBAN GUERRERO MARTINEZ**

**CIV 502-PROYECTO DE INGENIERÍA CIVIL II**  
**SEMESTRE I - 2021**

**TARIJA - BOLIVIA**

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

.....  
M. Sc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa  
**VICEDECANA**  
**FACULTAD DE**  
**CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**TRIBUNAL:**

.....  
Ing. Moisés Díaz Ayarde

.....  
Ing. Carola Sánchez López

.....  
M.Sc. Ing. David Zenteno Benítez

El docente y tribunal evaluador del presente proyecto, 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

Este trabajo está dedicado con todo mi cariño y amor a mis padres Fidel Guerrero y Dina Martínez por ayudarme a cumplir este gran sueño.

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias principalmente a Dios por darme la vida y fortaleza para poder llegar a esta etapa y concluir con gran anhelo y satisfacción mi carrera.

A mis queridos padres por el apoyo incondicional que me dieron en todo momento.

A mis hermanas por estar siempre a mi lado en todos los momentos que más necesitaba.

A todos mis amigos de la universidad por brindarme su apoyo.

A todos los docentes que me brindaron sus conocimientos en todo este tiempo que permanecí en la facultad.

Finalmente, gracias a todas las personas que me ayudaron a llegar a esta etapa final de mi carrera y el principio de un nuevo reto.

**¡MUCHAS GRACIAS!**

## ÍNDICE

**ETICA DE AUTORÍA**

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTOS**

**RESUMEN**

### **CAPÍTULO I**

1. ANTECEDENTES .....	1
1.1 El problema. ....	1
1.1.1 Planteamiento. ....	1
1.1.2 Formulación de la solución. ....	1
1.1.3 Sistematización.....	1
1.2 Objetivos. ....	2
1.2.1 General. ....	2
1.2.2 Específicos. ....	2
1.3 Justificación. ....	2
1.3.1 Académica.....	2
1.3.2 Técnica. ....	3
1.3.3 Social.....	3
1.4 Alcance del proyecto.....	3
1.4.1 Resultados a lograr. ....	3
1.4.2 Restricciones. ....	3
1.4.3 Aporte académico.....	4
1.5 Localización del proyecto. ....	4
1.5.1 Aspectos socioeconómicos relevantes. ....	4

### **CAPÍTULO II**

2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Levantamiento topográfico. ....	5
2.2 Estudio de suelos.....	5
2.2.1 Ensayo de penetración estándar S.P.T. ....	5
2.2.1.1 Presión admisible.....	6
2.2.2 Granulometría.....	9

2.2.2.1 Clasificación de suelos basados en criterios granulométricos. ....	9
2.2.3 Clasificación de suelos. ....	9
2.3 Diseño arquitectónico. ....	10
2.4 Idealización de la estructura.....	11
2.5 Diseño estructural. ....	11
2.5.1 Sustentación de la cubierta. ....	12
2.5.1.1 Idealización. ....	12
2.5.1.2 Diseño. ....	13
2.5.2 Estructura de sustentación de la edificación. ....	18
2.5.2.1 Materiales.....	18
2.5.2.1.1 Hormigón. ....	18
2.5.2.1.2 Acero estructural.....	19
2.5.2.2 Recubrimiento.....	20
2.5.2.3 Hipótesis de cargas. ....	21
2.5.2.4 Vigas. ....	21
2.5.2.5 Columnas. ....	25
2.5.3 Losas alivianadas (cerramientos horizontales).....	29
2.5.3.1 Idealización. ....	30
2.5.3.2 Diseño. ....	30
2.5.4 Fundaciones.....	32
2.5.4.1 Idealización. ....	32
2.5.4.2 Diseño de zapatas aisladas.....	32
2.5.5 Estructura complementaria (cálculo de escaleras). ....	35
2.5.5.1 Idealización.....	36
2.5.5.2 Diseño. ....	36
2.6 Estrategia para la ejecución del proyecto.....	37
2.6.1 Especificaciones técnicas. ....	37
2.6.2 Precios unitarios. ....	37
2.6.3 Cómputos métricos.....	40
2.6.4 Presupuesto.....	40
2.6.4 Cronograma de obra. ....	40



### **CAPÍTULO III**

3. INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	42
3.1 Análisis del levantamiento topográfico. ....	42
3.2 Análisis del estudio de suelos. ....	43
3.3 Análisis del diseño arquitectónico. ....	44
3.4 Modelado de la estructura en cypecad 2017. ....	45
3.5 Análisis, cálculo y diseño estructural.....	45
3.5.1 Estructura de sustentación de cubierta. ....	45
3.5.2 Análisis de la estructura de sustentación de la edificación. ....	64
3.5.2.1 Materiales.....	64
3.5.2.1.1 Hormigón. ....	64
3.5.2.1.2 Acero estructural.....	64
3.5.2.2 Recubrimientos utilizados en el cálculo. ....	65
3.5.2.3 Análisis de cargas. ....	65
3.5.2.4 Cálculo de la viga de hormigón armado. ....	65
3.5.2.5 Cálculo de la columna de hormigón armado. ....	82
3.5.3 Cálculo de la losa alivianada (cerramiento horizontal).....	89
3.5.4 Cálculo de fundaciones. ....	96
3.5.5 Cálculo de estructura complementaria (Escaleras). ....	103
3.6 Desarrollo de la estrategia para la ejecución del proyecto.....	108
3.6.1 Especificaciones técnicas. ....	108
3.6.2 Precios unitarios. ....	108
3.6.3 Cómputos métricos.....	108
3.6.4 Presupuesto.....	108
3.6.5 Cronograma de obra. ....	108

### **CAPÍTULO IV**

2. APOORTE ACADÉMICO (DISEÑO ESTRUCTURAL DE RAMPA).....	109
4.1 Planteamiento.....	109
4.2 Alcance del aporte.....	109
4.3 Diseño de losa aligerada. ....	110
4.4 Diseño de losa maciza.....	118

4.5 Analisis comparativo de diseños.....	122
CONCLUSIONES.....	124
RECOMENDACIONES. ....	127
BIBLIOGRAFÍA.....	128

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 2.1 Relación de resistencia para diferentes tipos de suelos. ....	7
Figura N° 2.2 Relación de resistencia para las arenas.....	8
Figura N° 2.3 Clasificación unificada de suelos. ....	10
Figura N° 2.4 Carta de plasticidad clasificación S.U.C.S. ....	10
Figura N° 2.5 Modelacion de la estructura.....	11
Figura N° 2.6 Idealizacion de una cercha.....	13
Figura N° 2.7 Correas actuantes en flexión asimétrica. ....	14
Figura N° 2.8 Diagrama de Euler. ....	17
Figura N° 2.9 Diagrama tensión-deformación del acero.....	20
Figura N° 2.10 Monograma para coeficiente de pandeo.....	26
Figura N° 2.11 Ábaco en roseta para flexión esviada. ....	28
Figura N° 2.12 Componentes de una losa alivianada.....	29
Figura N° 2.13 Esquema de la losa alivianada. ....	30
Figura N° 2.14 Esquema de idealización de las zapatas.....	32
Figura N° 2.15 Partes de una escalera. ....	35
Figura N° 2.16 Idealización de la estructura. ....	36
Figura N° 2.17 Planilla de precios unitarios.....	39
Figura N° 2.18 Planilla de cálculos métricos.....	40
Figura N° 3.1 Levantamiento topográfico del terreno.....	42
Figura N° 3.2 Puntos de ensayo del S.P.T.....	44
Figura N° 3.3 Vista frontal de la estructura.....	45
Figura N° 3.4 Vista lateral de la estructura. ....	45
Figura N° 3.5 Vista de la cubierta. ....	46
Figura N° 3.6 Cercha tipo HOWE.....	46
Figura N° 3.7 Características de la cercha tipo HOWE. ....	47

Figura N° 3.8 Disposición de correas en la cercha.....	47
Figura N° 3.9 Perfil costanera 100x50x15x3 mm.....	49
Figura N° 3.10 Coeficientes eólicos de sobrecarga.....	50
Figura N° 3.11 Idealización de la correa.....	52
Figura N° 3.12 Correas actuantes en flexión asimétrica.....	52
Figura N° 3.13 Cargas transmitidas por las correas a los nudos de la cercha.....	54
Figura N° 3.14 Perfil tubular 150x50x2 mm.....	54
Figura N° 3.15 Carga total actuante en la cercha.....	56
Figura N° 3.16 Reacciones generadas en los tipos de cerchas.....	60
Figura N° 3.17 Soldadura en V, de penetración completa.....	61
Figura N° 3.18 Diseño de placa de apoyo.....	62
Figura N° 3.19 Viga seleccionada para el análisis.....	65
Figura N° 3.20 Envolventes momentos.....	66
Figura N° 3.21 Anclaje en barras corrugadas – posicion I.....	70
Figura N° 3.22 Anclaje en barras corrugadas – posicion II.....	71
Figura N° 3.23 Envolventes cortantes.....	72
Figura N° 3.24 Armado de la viga.....	75
Figura N° 3.25 Armado constructivo de la viga.....	76
Figura N° 3.26 Sobrecimiento seleccionado para el diseño.....	76
Figura N° 3.27 Envolventes momentos.....	77
Figura N° 3.28 Envolventes cortantes.....	81
Figura N° 3.29 Armado del sobrecimiento.....	82
Figura N° 3.30 Columna seleccionada para el análisis.....	82
Figura N° 3.31 Vigas y columnas concurrentes.....	83
Figura N° 3.32 Monograma para el cálculo del coeficiente de pandeo para pórticos traslacionales.....	85
Figura N° 3.33 Armadura de la columna.....	88
Figura N° 3.34 Armadura constructivo de la columna.....	89
Figura N° 3.35 Losa alivianada seleccionada para el análisis.....	89
Figura N° 3.36 Viguetas y complementos de plastofom a emplear.....	90
Figura N° 3.37 Características geométricas de la vigueta pretensada.....	91

Figura N° 3.38 Características geométricas de la carpeta de hormigón in situ. ....	92
Figura N° 3.39 Características sección compuesta vigueta y carpeta de hormigón. ....	92
Figura N° 3.40 Sección homogeneizada para el hormigón. ....	94
Figura N° 3.41 Sección homogeneizada para el hormigón. ....	95
Figura N° 3.42 Vigueta pretensada y su armadura. ....	95
Figura N° 3.43 Representación gráfica de la fibra de compresiones. ....	96
Figura N° 3.44 Zapata seleccionada para el análisis. ....	97
Figura N° 3.45 Esquema de cálculo de la zapata aislada. ....	99
Figura N° 3.46 Armado de la zapata. ....	102
Figura N° 3.47 Vista en planta de la escalera. ....	103
Figura N° 3.48 Consideración de la escalera para calcular la armadura longitudinal inferior. ....	105
Figura N° 3.49 Consideración de la escalera para calcular la armadura longitudinal superior. ....	106
Figura N° 3.50 Armado de la escalera. ....	108
Figura N° 4.1 Vista en planta de la rampa. ....	109
Figura N° 4.2 Forjados inclinados de losa aligerada. ....	110
Figura N° 4.3 Viguetas y complementos de plastoform a emplear. ....	111
Figura N° 4.4 Características geométricas de la vigueta pretensada. ....	112
Figura N° 4.5 Características geométricas de la carpeta de hormigón in situ. ....	112
Figura N° 4.6 Características sección compuesta vigueta y carpeta de hormigón. ....	113
Figura N° 4.7 Sección homogeneizada para hormigón $F_{ck}=250 \text{ Kg/cm}^2$ . ....	115
Figura N° 4.8 Sección homogeneizada para hormigón $F_{ck}=350 \text{ Kg/cm}^2$ . ....	115
Figura N° 4.9 Vigueta pretensada y su armadura. ....	116
Figura N° 4.10 Representación gráfica de la fibra de compresiones. ....	116
Figura N° 4.11 Forjados inclinados de losa maciza. ....	118
Figura N° 4.12 Armado de la losa maciza. ....	121

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 2.1 Relación de resistencia para arcillas.....	6
Cuadro N° 2.2 Relación de resistencia para arenas.....	6
Cuadro N° 2.3 Descripción aproximada de partículas.....	9
Cuadro N° 2.4 Longitudes efectivas en columnas.....	16
Cuadro N° 2.5 Resistencia de diseño de soldaduras.....	17
Cuadro N° 2.6 Compatibilidad de electrodos.....	18
Cuadro N° 2.7 Diámetros y áreas de los aceros.....	19
Cuadro N° 2.8 Recubrimientos mínimos.....	21
Cuadro N° 2.9 Tabla universal para flexión simple o compuesta.....	23
Cuadro N° 2.10 Cuantías geométricas mínimas.....	24
Cuadro N° 2.11 Valores límites.....	24
Cuadro N° 3.1 Características de la calamina N° 26.....	48
Cuadro N° 3.2 Cargas actuantes en los nudos debido a la carga de la calamina.....	48
Cuadro N° 3.3 Características del perfil costanera 100x50x15x3 mm.....	49
Cuadro N° 3.4 Cargas en los nudos debido a la carga de mantenimiento.....	49
Cuadro N° 3.5 Cargas en los nudos debido a la carga de viento.....	51
Cuadro N° 3.6 Combinación de cargas método LRFD.....	51
Cuadro N° 3.7 Características del perfil tubular 150x50x2 mm.....	55
Cuadro N° 3.8 Cargas en los nudos debido al cielo falso.....	55
Cuadro N° 3.9 Carga total en los nudos de la cercha.....	55
Cuadro N° 3.10 Fuerzas internas en los elementos de la cercha.....	57
Cuadro N° 3.11 Elementos con mayor sollicitación a diseñar.....	58
Cuadro N° 3.12 Resultado de los elementos de la cercha.....	59
Cuadro N° 4.1 Cantidad y volúmenes de materiales (losa aligerada).....	117
Cuadro N° 4.2 Costos de materiales (losa aligerada).....	117
Cuadro N° 4.3 Dimensiones de zapatas (losa aligerada).....	118
Cuadro N° 4.4 Cantidad y volúmenes de materiales (losa aligerada).....	121
Cuadro N° 4.5 Costos de materiales (losa maciza).....	121
Cuadro N° 4.6 Dimensiones de zapatas (losa maciza).....	122
Cuadro N° 4.7 Cuadro comparativo losa aligerada vs losa maciza.....	122

## ANEXOS.

A-1. Matriz P.C.E.S.

A-2. Ubicación del proyecto.

A-3. Levantamiento Topográfico.

A-4. Estudio de suelos.

A-5. Listado de datos de obra.

A-6. Análisis de cargas.

A-7. Justificación de espaciamiento de losa alivianada.

A-8. Especificaciones técnicas.

A-9. Precios unitarios.

A-10. Cómputos métricos.

A-11. Presupuesto general.

A-12. Cronograma de actividades.

A-13. Memoria fotográfica.

## PLANOS (TOMO II)