

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIA DE LOS MATERIALES



**"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL NUEVO COLEGIO DE RANCHO SUD –
SAN LORENZO"**

ELABORADO POR:

ROBERT HORACIO NINA GIRA

SEMESTRE I - 2024

TARIJA-BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIA DE LOS MATERIALES

**"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL NUEVO COLEGIO DE RANCHO SUD –
SAN LORENZO"**

ELABORADO POR:

ROBERT HORACIO NINA GIRA

EN LA ASIGNATURA CIV: 502 PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL II

SEMESTRE I - 2024

DEDICATORIA:

A mis padres, por su apoyo incondicional, sus palabras de aliento y el sacrificio demostrado día a día, para que pueda llegar hasta esta etapa.

A mi familia por siempre apoyarme y brindarme su cariño.

A mis amigos por ser pilar fundamental en mi formación académica.

Y por sobre todo se lo dedico a Dios por bendecirme todos los días.

INDICE GENERAL

1 ANTECEDENTES.....	1
1.1 EL PROBLEMA:	1
1.1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.1.2 Formulación del problema	1
1.1.3 Sistematización.	2
1.2 OBJETIVOS.	2
1.2.1 General.....	2
1.2.2 Específicos.	2
1.3 JUSTIFICACIÓN	3
1.3.1 académica.....	3
1.3.2 Técnica.....	3
1.3.3 Social.....	3
1.4 ALCANCE DEL PROYECTO.....	4
1.4.1 Resultados a lograr.....	4
1.4.2 Aporte académico.....	4
1.4.3 Localización del proyecto.	4
2 MARCO TEORICO.....	6
2.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	6
2.2 ESTUDIO DE SUELOS.....	7
2.2.1 Ensayo de penetración estándar S.P.T.	8
2.2.1.1 Presión admisible.	8
2.2.2 Granulometría.	12

2.2.2.1 Clasificación de suelos basados en criterios granulométricos.	12
2.2.3 Clasificación de suelos.....	13
2.3 DISEÑO ARQUITECTÓNICO.....	14
2.4 IDEALIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA.	14
2.5. ESTRUCTURA METÁLICA DE CUBIERTA.	16
2.5.1. Cargas de viento.....	16
2.5.2. Combinaciones de Carga.....	17
2.5.3. Análisis de miembros de acero.	18
2.5.4. Diseño de miembros a Flexión.....	18
2.5.5. Diseño de miembros a tensión.	21
2.5.5.1 Área neta efectiva.....	22
2.5.6. Diseño de miembros a compresión.	23
2.5.7. Diseño de uniones soldadas	25
2.5.8. Diseño de uniones atornilladas.....	26
2.6. HORMIGÓN ARMADO	26
2.6.1. Materiales.....	26
2.6.1.1. Cemento	26
2.6.1.2. Áridos.....	27
2.6.1.2.1. Tamaño máximo del agregado grueso	27
2.6.1.2. Agua	27
2.6.2. Propiedades del Hormigón.....	28
2.6.2.1. Resistencia.....	28
2.7. DISEÑO ESTRUCTURAL	29

2.7.1. Cargas.....	30
2.7.2. Módulo de Elasticidad.....	33
2.7.2.1. Módulo de elasticidad del hormigón.....	33
2.7.2.2. Módulo de elasticidad de las armaduras no pretensadas.....	33
2.7.3. Luz de Cálculo	34
2.7.3.1. Elementos simplemente apoyados	34
2.7.3.2. Elementos aporticados	34
2.7.3.3. Vigas continuas e integrales.....	34
2.7.3.4. Losas	34
2.7.4. Factor de reducción de resistencia ϕ	34
2.7.5. Estructura de sustentación de la edificación	36
2.7.5.1. Diseño de losas alivianada	36
2.7.5.2. Diseño de vigas.....	41
2.7.5.2.1. Diseño de viga a flexión.....	43
Espaciamiento de la armadura de tracción.....	45
2.7.5.2.2. Diseño a cortante.....	45
2.7.5.3. Diseño de columnas.....	47
2.7.5.3.1. Dimensionamiento de columnas.....	47
2.7.5.3.2. Límites para las armaduras de elementos comprimidos	48
2.7.5.3.4. Diseño a corte.....	49
2.7.5.3.5. Efectos de la esbeltez en elementos comprimidos.....	51
2.7.5.3.6. Determinación de los factores k con nomogramas	52
2.7.5.3.7. Diagrama de interacción para columnas de hormigón.....	54

2.7.6. Estructuras complementarias	55
2.7.6.1. Losa maciza (Rampa).....	55
2.7.6.2. Escaleras.....	57
2.7.6.2.1. Proceso de cálculo.....	57
2.7.7. Fundaciones.....	60
2.7.7.1. Presiones permisibles del suelo.....	60
2.7.7.2. Zapata cuadrada o rectangular aislada	60
2.8. ESTRATEGIA PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	65
2.8.1. Especificaciones técnicas.....	65
2.8.2. Precios unitarios.....	66
2.8.3. Cómputos métricos.....	67
2.8.4. Presupuesto	67
2.8.5. Planteamiento y cronograma de obra.....	67
3 INGENIERIA DEL PROYECTO.....	69
3.1 ANÁLISIS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	69
3.2 ESTUDIO DE SUELOS.....	69
3.3 ANÁLISIS DEL DISEÑO ARQUITECTÓNICO.....	71
3.4 PLANTEAMIENTO ESTRUCTURAL	71
3.4.1 Estructura de Sustentación	75
3.4.2 Estructura de Cubierta.....	75
3.5 ANÁLISIS, CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL.....	76
3.5.1 Diseño de cubierta metálica	76
3.5.1.1 Análisis de carga	76

3.5.1.2 Diseño a compresión.....	85
3.5.1.3 Diseño a tensión.	85
3.5.1.4 Diseño de correa.....	93
3.5.2 Diseño de Junta de Dilatación.....	94
3.5.3 Tanque de Agua	107
3.5.4 Diseño de los elementos de hormigón armado	109
3.5.4.1 Análisis de cargas.....	109
3.5.4.2 Consideraciones para el Diseño Estructural.....	110
3.5.4.3 Diseño Estructural de la Viga	111
3.5.4.3.1 Diseño a Flexión	111
3.5.4.3.2 Diseño a cortante.....	115
3.5.4.4 Diseño de la Losa Alivianada	120
3.5.4.5 Diseño Estructural de la Columna.....	123
3.5.4.6 Diseño Estructural de la Zapata Aislada	141
3.5.4.7 Diseño Estructural de la Escalera.....	152
3.6 ESTRATEGIAS PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	160
3.6.1 Especificaciones Técnicas.....	160
3.6.2 Cómputos Métricos.....	160
3.6.3 Precios Unitarios.....	160
3.6.4 Presupuesto General.....	160
3.6.5 Cronograma de ejecución del proyecto.....	160
4 APORTE ACADEMICO.....	161
4.1 ANÁLISIS DE UNA VIGA T.....	161

4.1.1 Ancho efectivo para vigas con losa integrales.....	163
4.1.2 Ancho efectivo para vigas con losa a un solo lado	163
4.1.3 Ancho efectivo para vigas con losas no apoyadas.....	163
4.1.4 Espaciamiento de la armadura de tracción.....	164
4.1.5 Armadura de alma	165
4.1.6 Análisis de vigas T.....	165
4.1.7 Diseño de una viga T.....	169
4.1.8 Armadura mínima	169
4.1.9 4Diseño de la viga T	169
4.2 ANÁLISIS DE LOSA MACIZA.....	172
4.2.1 El espesor mínimo de losas con vigas en apoyo interiores.....	174
4.2.2 Diseño estructural de la losa maciza	174
4.3 COMPARACIÓN TÉCNICA	181
4.3.1 Análisis de viga T.....	181
4.3.2 Análisis de losa maciza	182
4.4 COMPARACIÓN ECONÓMICA.....	183
4.4.1 Para la viga T	183
4.4.2 Para losa maciza.....	184
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	186
5.1 CONCLUSIONES:	186
5.2 RECOMENDACIONES:	187
BIBLIOGRAFÍA.....	188

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Ubicación del proyecto.....	5
Figura 2.1. Curvas de nivel	7
Figura 2.2. Relación de resistencia para diferentes tipos de suelos.....	10
Figura 2.3. Relación de resistencia para las arenas.....	11
Figura 2.4. Clasificación unificada de suelos.....	13
Figura 2.5. Carta de plasticidad clasificación s.u.c.s.	14
Figura 2.6. Descomposición de carga en correas.....	19
Figura 2.7. Variación de \emptyset en función y de la deformación de la armadura traccionada de et.....	35
Figura 2.8. Vista frontal de una losa alivianda.....	37
Figura 2.9. Vista en planta de una losa alivianda.....	38
Figura 2.10. Distribución de la armadura de reparto	39
Figura 2.11. Diagrama rectangular de tensiones del hormigón	42
Figura 2.12. Hipótesis para calcular momentos en las columnas debidos a cargas gravitatorias.....	47
Figura 2.13. Armadura en columna.....	48
Figura 2.14. Espaciamiento entre barras del refuerzo a tracción.	49
Figura 2.15. Distribución de armadura transversal en columnas.....	50
Figura 2.16. Distribución transversal de las barras longitudinales en columnas	50
Figura 2.17. Esquema para la consideración de la esbeltez de columnas según se trate de pórticos desplazables o indesplazables.....	52
Figura 2.18. Factores de longitud efectiva	53

Figura 2.19. Factores de longitud efectiva	54
Figura 2.20. Distribución de deformaciones correspondientes a los puntos del diagrama de interacción.	55
Figura 2.21 Escalera y sus elementos	57
Figura 2.22. Distribución de armadura el fundaciones.....	61
Figura 2.23. Hormigón de limpieza y recubrimiento.....	62
Figura 2.24. Cortante bidireccional en zapata que soporta columna	63
Figura 2.25. Sección crítica por cortante en zapatas aisladas	64
Figura 2.26 Sección crítica para el cálculo del momento en zapata que soporta..... columna.....	65
Figura 3.1. Levantamiento topográfico.....	69
Figura 3.2. Ubicación de los pozos en estudio SPT.....	70
Figura 3.3. Modelación estructural 1	72
Figura 3.4. Modelación estructural 2	72
Figura 3.5. Diseño geométrico de la cubierta metálica	76
Figura 3.6. Numeración nudos y barras en la cercha	77
Figura 3.7. Cargas sobre los nudos en la cercha	81
Figura 3.8. Diagrama de esfuerzos en la cercha en estudio	85
Figura 3.9. Descomposición de cargas sobre las correas como simplemente apoyado	94
Figura 3.10. Esfuerzos que se desarrollan en las correas.....	95
Figura 3.11. Esfuerzo en correa como un elemento continuo.....	100
Figura 3.12. Ubicación de la junta de dilatación.....	107

Figura 3.13. Ubicación del tanque de almacenamiento	108
Figura 3.14. Momentos flectores en la viga más solicitadas.....	111
Figura 3.15. Distribución de armadura en flexión	114
Figura 3.16. Esfuerzo cortante de la viga más solicitada.....	116
Figura 3.17. Zonas de armado a cortante en la viga en estudio	118
Figura 3.18. Distribución de la armadura por cortante	119
Figura 3.19. Vista en corte de una losa alivianada.....	120
Figura 3.20. Columna en estudio	124
Figura 3.21. Factor de esbeltez mediante el nomograma de Jackson y Moreland...	127
Figura 3.22. Vista en planta de la columna en estudio.....	130
Figura 3.23. Diagrama de iteración de la columna	137
Figura 3.24. Distribución de la armadura longitudinal y de corte en la columna ...	140
Figura 3.25. Distribución de esfuerzos en la zapata.....	143
Figura 3.26. Localización de esfuerzo critico por punzonamiento en la zapata	144
Figura 3.27. Localización del esfuerzo critico por corte en la zapata.....	145
Figura 3.28. Diseño a flexión en dirección X de la zapata	147
Figura 3.29. Diseño a flexión en el eje Y de la zapata.....	149
Figura 3.30. Distribución de la armadura en la zapata en ambas direcciones	151
Figura 3.31. Análisis de carga de escalera	154
Figura 3.32. Distribución de armadura en la escalera.....	159
Figura 4.1. Idealización estructural de la rampa con viga en T	161
Figura 4.2. Rampa con vigas T	162
Figura 4.3. Sección de una viga en T.....	162

Figura 4.4. Ancho efectivo de una viga T.....	164
Figura 4.5. Armadura longitudinal en las caras de las vigas y nervios $h > 600$ mm	165
Figura 4.6. Visualización de una viga T	166
Figura 4.7. Análisis de viga cuando la compresión está en el ala	166
Figura 4.8. Análisis de viga cuando la compresión está en el alma.....	168
Figura 4.9. Detalle de armadura en la viga T.....	172
Figura 4.10 Modelación de la rampa con losa maciza	173
Figura 4.11. Visualización en planta de la rampa en losa maciza.....	173
Figura 4.12. Vista en planta y cortes de la rampa de diseño.....	174
Figura 4.13. Momentos positivos actuantes en la losa maciza de la rampa.....	177
Figura 4.14. Momentos negativos de diseño en la losa maciza de la rampa.....	179
Figura 4.15. Distribución de la armadura en la losa maciza	181
Figura 4.16. Diagrama de fuerzas del bloque de compresión	181

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Relación de resistencia para las arcillas.....	9
Tabla 2.2. Relación de resistencia para las arenas.	9
Tabla 2.3: Descripción aproximada de partículas.....	12
Tabla 2.4. Combinación de cargas para cubierta	17
Tabla 2.5 Tamaños mínimos para la soldadura filete	25
Tabla 2.6. Resistencia de electrodos.....	25
Tabla 2.7. Valor mínimo de f_c' a especificar en el proyecto estructural en función de las condiciones de exposición	28
Tabla 2.8 Combinaciones de Carga	30
Tabla 2.9. Factores de minoración de resistencia	31
Tabla 2.10. Reducción del factor de resistencia ϕ , para momentos, fuerzas axiales o combinación de momento y fuerza axial.	36
Tabla 2.11. Cuantía mínima para armadura por retracción y temperatura.....	38
Tabla 2.12. Valores de β_1 para la distribución rectangular equivalente del esfuerzo de hormigón	42
Tabla 2.13. Condiciones de apoyo	43
Tabla 2.14 Método detallado para calcular V_c	49
Tabla 2.15. Espesor mínimo de losa en 2 direcciones	56
Tabla 3.1. Resumen de esfuerzos admisibles.....	70
Tabla 3.2. Materiales y normas utilizadas para la cubierta metálica	73
Tabla 3.3. Materiales y normas utilizadas para la estructura de hormigón armado....	73
Tabla 3.4. Cargas en los nodos de la cercha	83

Tabla 3.5. Esfuerzos en la barra de la cercha en estudio.....	84
Tabla 3.6. Cuadro comparativo de perfiles de sección cajón.....	92
Tabla 3.7. Cuadro comparativo de perfiles de sección C.....	92
Tabla 3.8. Análisis de carga en la correa de estudio	93
Tabla 3.9. Cuadro comparativo de correas como elemento simplemente apoyado...	99
Tabla 3.10. Cuadro comparativo de correas como elementos continuos.....	104
Tabla 3.11. Resumen de las Cargas Permanentes o Cargas Muertas.....	109
Tabla 3.12. Resumen de las Sobrecargas de Uso Consideradas.....	110
Tabla 3.13. Tabla comparativa de armaduras provista a flexión	115
Tabla 3.14. Tabla comparativa de armadura de corte	119
Tabla 3.15. Esfuerzos admisibles de la vigueta pretensada	121
Tabla 3.16. Esfuerzos en la columna en estudio	123
Tabla 3.17. Dimensiones e inercia de los elementos que llegan a la columna	125
Tabla 3.18. Puntos del diagrama de interacción afectados por el factor de minoración	136
Tabla 3.19 Tabla comparativa de armadura en la columna	139
Tabla 3.20. Esfuerzo en la zapata en estudio	141
Tabla 3.21. Tabla comparativa de armadura entre verificación manual vs cypecad	151
Tabla 3.22. Análisis de carga actuantes en la escalera.....	153
Tabla 3.23. Análisis comparativo de armadura en escaleras	159
Tabla 4.1. Análisis de precios unitarios de una viga T	183
Tabla 4.2. Análisis de precios unitarios de losa maciza.....	184
Tabla 4.3. Comparación económica.....	185

ANEXOS

ANEXO 1.- LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

ANEXO 2.-ESTUDIO DE SUELOS

ANEXO 3.-ANALISIS DE CARGA

ANEXO 3A.- cargas permanentes

ANEXO 3B.- sobrecargas de uso

ANEXO 3C.- catálogo de materiales utilizados

ANEXO 4.- VERIFICACION DE ABOLLADURA

ANEXO 5.- COEFICIENTE DE CARGA DE VIENTO

ANEXO 5A. Coeficiente de exposición KZ

ANEXO 5B. Factor topográfico

ANEXO 5C. Factor de direccionalidad del viento KD

ANEXO 6.- DISEÑO DE PLACA DE ANCLAJE

ANEXO 7.- VERIFICACION DE VIGUETA PRETENSADA

ANEXO 8.- ESTRATEGIA DE EJECUCION

ANEXO 8A. Especificaciones técnicas

ANEXO 8B. Cómputos métricos

ANEXO 8C. Precios unitarios

ANEXO 8D. Presupuesto general

ANEXO 8E.- Cronograma de ejecución

ANEXO 9.- PLANOS ARQUITECTONICO

ANEXO 10.- PLANOS ESTRUCTURALES