

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



TOMO I

**“DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA TERMINAL DE BUSES DE SAN
LORENZO”**

(TEXTO-ANEXOS)

POR:

FELIPE ANTONIO ADRIAN MEDINA

OCTUBRE DE 2025

TARIJA- BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**“DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA TERMINAL DE BUSES
DE SAN LORENZO”**

(Prov. Méndez - Departamento de Tarija)

Por:

FELIPE ANTONIO ADRIAN MEDINA

Proyecto de Grado presentado a consideración de la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

SEMESTRE – I - 2025

TARIJA – BOLIVIA

Dedicatoria

*Este trabajo se lo dedico a mi amada familia,
pues considero que su apoyo incondicional
durante la elaboración de este proyecto quedara
perpetuado en mi corazón, acentuando mi
afecto de amor por mis padres y hermanos(as)*

INDICE

RESUMEN

CAPITULO I	1
1. ANTECEDENTES	1
1.1. El problema	1
1.1.1 Planteamiento	1
1.1.2. Formulación.....	2
1.1.3. Sistematización.....	2
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. Objetivo general	3
1.2.2. Objetivos específicos.....	3
1.3. Justificación	4
1.3.1. Justificación técnica.....	4
1.3.2. Justificación académica	4
1.3.3. Justificación social institucional.....	4
1.4. Alcance del proyecto	4
1.5. Localización.....	4
1.5.1. Disponibilidad de servicios	5
CAPITULO II.....	6
2. MARCO TEORICO.....	6
2.1. Diseño arquitectónico y descripción general.....	6
2.2. Levantamiento topográfico.....	6
2.3. Estudio de suelos	6
2.3.1. Prueba de penetración estándar SPT-ASTM 1586	7
2.4. Normas de diseño	8
2.5. Hormigón armado.....	8
2.5.1. Hormigones	8
2.5.1.1. Componentes	9
2.5.1.1.1. Cementos	9
2.5.1.1.2. Áridos	9

2.5.1.1.3. Agua	9
2.5.1.2. Propiedades del hormigón	9
2.5.1.2.1. Resistencia	9
2.5.1.2.2. Consistencia.....	10
2.5.1.2.3. Coeficiente de dilatación térmica	10
2.5.2. Aceros.....	10
2.5.2.1. Características geométricas	10
2.5.2.2. Características mecánicas	10
2.5.3. Estados Limites	11
2.5.3.1. Estados límites últimos (E.L.U.)	12
2.5.3.2. Estados límites de servicio (E.L.S.).....	12
2.5.3.3. Coeficientes de minoración de resistencia de materiales y mayoración de cargas .	13
2.5.3.4. Hipótesis de cargas	14
2.5.4. Bases de cálculo.....	15
2.5.4.1. Caracterización del estado límite último (E.L.U.).....	15
2.5.4.2. Compatibilidad de deformaciones	15
2.5.4.3. Diagrama tensión deformación del hormigón	15
2.5.4.4. Diagrama tensión deformación del acero	16
2.5.5. Dominios de deformación	17
2.5.6. Flexión.....	18
2.5.7. Compresión.....	20
2.5.8. Cortante	22
2.5.9. Elementos estructurales	23
2.5.9.1. Vigas.....	24
2.5.9.2. Columnas.....	25
2.5.9.3. Losas.....	27
2.5.9.4. Zapatas.....	27
2.5.9.5. Escaleras	29
2.5.10. Estados límites de servicio (E.L.S.).....	29
2.5.10.1. Comprobación de la flecha	29
2.5.10.1.1. Flecha activa	30

2.5.10.1.2. Flecha total en plazo infinito	31
2.6. Acero conformado en frio.....	31
2.6.1. Diseño por factores de carga y resistencia (LRFD).....	31
2.6.2. Factores de carga y combinaciones de carga.....	31
2.6.3. Diseño estructural de elementos de acero conformados en frio	32
2.6.3.1. Miembros traccionados.....	32
2.6.3.2. Miembros flexionados	33
2.6.3.3. Miembros comprimidos.....	35
2.7. Módulo de balasto	36
2.7.1. Método aproximado de placa	38
2.8.1. Método de propiedades elásticas	39
2.8.2. Método de correlación con el esfuerzo admisible	39
2.8. Presupuesto del proyecto	39
2.9. Cronograma de ejecución del proyecto	39
CAPITULO III	41
3. INGENIERIA DEL PROYECTO.....	41
3.1. Análisis del diseño arquitectónico	41
3.2. Análisis del levantamiento topográfico	42
3.3. Análisis y resultados del estudio de suelos.....	44
3.3.1. Determinación de puntos de investigación.....	44
3.3.2. Profundidad a alcanzar para el estudio geotécnico.....	45
3.3.3. Resultados de los estudios de suelos	45
3.4. Calculo de la junta de dilatación	47
3.5. Análisis de acciones sobre la estructura.	48
3.5.1. Análisis de cargas muertas	49
3.5.1.1. Peso propio de los elementos.....	49
3.5.1.2. Peso del piso de cerámica.....	49
3.5.1.3. Peso de muros y tabiquería.....	49
3.5.1.4. Peso de cubierta de calamina.....	51
3.5.1.5. Peso de cielo falso	51
3.5.1.6. Peso de tanques de agua para baterías de baños.....	51

3.5.2. Análisis de cargas Vivas.....	52
3.5.2.1. Sobrecarga de uso para la primera losa	52
3.5.2.2. Sobrecarga de uso para la segunda losa.....	53
3.5.2.3. Sobrecarga de uso para la losa de caseta de escaleras.....	53
3.5.2.4. Sobrecarga de uso para las cubiertas metálicas	54
3.5.3. Análisis de carga de viento.....	54
3.5.4. Análisis de carga de granizo	55
3.5.4.1. Carga de granizo sobre losas	56
3.5.4.2. Carga de granizo sobre cubiertas metálicas.....	56
3.5.5. Análisis de carga de nieve	57
3.5.5.1. Carga de nieve sobre losas	57
3.5.5.2. Carga de nieve sobre cubiertas metálicas	58
3.6. Calculo y diseño estructural	59
3.6.1. Datos para el cálculo estructural.....	59
3.6.1.1. Pre dimensionamiento de vigas y pilares	59
3.6.1.2. Disposición de las cargas de servicio	59
3.6.2. Procedimiento general de calculo.....	60
3.6.3. Análisis de traslacionalidad de la estructura.....	61
3.6.4. Coeficientes de pandeo.....	63
3.6.5. Elementos más solicitados.....	65
3.6.6. Esfuerzos para verificación de los miembros más solicitados.	68
3.6.6.1. Viga	68
3.6.6.2.- Columna	68
3.6.6.3. Zapata	69
3.6.6.4. Correa	69
3.6.6.5. Elemento más traccionado.....	69
3.6.6.6. Elemento más comprimido.....	70
3.6.6.7. Vigueta más solicitada.....	70
3.6.6.8. Viga más solicitada de la rampa.....	70
3.6.7. Verificación de los miembros más solicitados	71
3.6.7.1. Verificación de Viga.....	71

3.6.7.1.1. Revisión del diseño en E.L.U	71
3.6.7.1.1.1. Revisión de diseño en flexión.....	71
3.6.7.1.1.2. Revisión de diseño a cortante	74
3.6.7.1.2. Revisión de diseño en E.L.S.....	77
3.6.7.2. Verificación de Columna.....	78
3.6.7.3. Verificación de zapata	81
3.6.7.4. Revisión de correa en flexión	84
3.6.7.5. Revisión del elemento más traccionado	85
3.6.7.6. Revisión del elemento más comprimido	86
3.6.7.7. Revisión de losa de viguetas pretensadas	86
3.6.7.8. Revisión de la rampa	88
3.6.8. Comparación de los resultados	89
3.7. Especificaciones técnicas	91
3.8. Costo total de la obra	91
3.9 Cronograma de ejecución de la obra	91
CAPITULO IV.....	92
4. APORTE ACADEMICO- APLICACIÓN DE MODULO DE BALASTO EN ZAPATAS AISLADAS.....	92
4.1. Determinación del módulo de balasto	92
4.1.1. Método aproximado de placa	93
4.1.2. Método de propiedades elásticas	94
4.1.3. Método de correlación con el esfuerzo admisible	95
4.1.4. Módulo de balasto	95
4.2. Diseño de zapatas aisladas con interacción suelo estructura.....	96
4.2.1. Dimensiones de las zapatas	96
4.2.2. Armadura de refuerzo	96
4.2.3. Resultados del diseño	97
4.2.3.1. Esfuerzos sobre el terreno.....	97
4.2.3.2. Resultados de toda la estructura	98
4.2.4. Corrección de errores	101
4.3. Análisis técnico	103

4.3.1. Análisis de tensiones sobre el terreno.....	104
4.3.2. Análisis de asentamientos.....	106
4.3.3. Análisis de la estructura en general	107
4.4. Análisis económico	110
4.5. Conclusión del análisis técnico económico	111
CAPITULO V.....	111
5.1. CONCLUSIONES.....	111
5.2. RECOMENDACIONES.....	112
BIBLIOGRAFIA.....	113

ANEXO I Tablas usadas en el diseño

ANEXO II Estudio de suelos

ANEXO III Comprobaciones

ANEXO IV Memoria de calculo

ANEXO V Especificaciones técnicas

ANEXO VI Cómputos métricos e insumos

ANEXO VII Precios unitarios y costo total

ANEXO VIII Plano del lote y movimiento de tierras

ANEXO IX Cronograma PERT

ANEXO X Planos arquitectónicos

ANEXO XI Planos estructurales

ANEXO XII Planos estructurales del aporte académico

INDICE DE TABLAS

TABLA 2.1. Resistencia característica del hormigón.....	10
TABLA 2.2. Diámetros y áreas de barras corrugadas	10
TABLA 2.3. Clases de aceros y sus características técnicas	11
TABLA 2.4. Coeficientes de mayoración de cargas	13
TABLA 2.5. Coeficientes de minoración de resistencia de los materiales	14
TABLA 3.1. Coordenadas y cotas de los puntos topográficos	42
TABLA 3.2. Volúmenes de corte y relleno de la explanación del terreno	43
TABLA 3.3. Coordenadas de los puntos de investigación geotécnica	44
TABLA 3.4. Profundidades de investigación geotécnica	45
TABLA 3.5. Resultados del estudio de suelos del pozo No 1	46
TABLA 3.6. Resultados del estudio de suelos del pozo No 2	46
TABLA 3.8. Resultados del estudio de suelos del pozo No 3	47
TABLA 3.9. Análisis de carga de viento NB 1225003	53
TABLA 3.10. Datos de entrada para el cálculo	58
TABLA 3.11. Sumatorio de las normales en pilares	61
TABLA 3.12. Inercias de todos los pilares	61
TABLA 3.13. Calculo de los coeficientes de pandeo del pilar 41 eje X	63
TABLA 3.14. Coeficientes de pandeo del pilar 41	64
TABLA 3.15. Elementos más solicitados y su ubicación.....	67
TABLA 3.16. Comparación de resultados del cálculo de la Viga en E.L.U.	89
TABLA 3.17. Comparación de resultados de cálculo de la Columna en E.L.U.....	89
TABLA 3.18. Comparación de resultados del cálculo de la Zapata en E.L.U.	90
TABLA 4.1. Ancho “B” de zapatas para el análisis del módulo de balasto	91
TABLA 4.2. Módulo de balasto k con el método aproximado de placa.....	92
TABLA 4.3. Ajuste del módulo de balasto k para zapatas rectangulares.....	92
TABLA 4.4. Módulo de balasto k con el método de propiedades elásticas	93
TABLA 4.5. Comprobación de tensiones sobre el terreno zapata C48	96
TABLA 4.6. Momentos de diseño zapata C48	99
TABLA 4.7. Comparación de costos	103

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Ubicación genral del proyecto	5
Figura 2.1 Esquema de la prueba SPT	7
Figura 2.2. Diagrama parábola-rectángulo	16
Figura 2.3. Diagrama tención deformación del acero	16
Figura 2.4. Dominios de deformación	17
Figura 2.5. Sección sometida a flexión simple.....	18
Figura 2.6. Sección sometida a compresión	21
Figura 2.7. Monograma para coeficientes de pandeo de pórticos	26
Figura 2.8. Definición del módulo de balasto	37
Figura 2.9. Modelo de Winkler para el módulo de balasto	37
Figura 3.1. Vista en perspectiva de la estructura.....	41
Figura 3.2. Puntos topográficos	42
Figura 3.3. Proyección de la estructura en el lote.....	43
Figura 3.4. Pozos para el estudio de suelos	44
Figura 3.5. Exploración del subsuelo	45
Figura 3.6. Junta de dilatación.....	47
Figura 3.7. Losa de apoyo de tinacos	51
Figura 3.8. Zonas de uso de la primera losa	52
Figura 3.9. Zonas de uso de la segunda losa	53
Figura 3.10. Alternancia de cargas de servicio primera losa.....	59
Figura 3.11. Alternancia de cargas de servicio segunda losa	59
Figura 3.12. Proceso del cálculo y diseño estructural	60
Figura 3.13. Viga más solicitada	64
Figura 3.14. Columna más solicitada	64
Figura 3.15. Zapata más solicitada	65
Figura 3.16. Correa más flexionada	65
Figura 3.17. Elemento más traccionado	65
Figura 3.18. Elemento más comprimido	66
Figura 3.19. Vigüeta más solicitada	66
Figura 3.20. Viga más solicitada de la rampa	66

Figura 3.21. Envolventes de M, V, T	67
Figura 3.22. Esfuerzos pésimos N, Mx, My.....	68
Figura 3.24. Envolvente de momento de correa.....	68
Figura 3.25. Esfuerzo de la barra más traccionada.....	69
Figura 3.26. Esfuerzo de la barra más comprimida.....	69
Figura 3.27. Envolvente de momento de vigueta	69
Figura 3.28. Envolvente de momento de viga de rampa	70
Figura 4.1. Datos para zapatas con módulo de balasto.....	95
Figura 4.2. Armadura para zapatas con módulo de balasto.....	95
Figura 4.3. Esfuerzos en el arranque de C48.....	96
Figura 4.4. Distribución de tensiones del terreno de C48	97
Figura 4.5. Distribución de tensiones del terreno de C48	98
Figura 4.6. Asentamientos en (mm) de la zapata C48.....	98
Figura 4.7. Asentamientos en (mm) de la zapata C48.....	99
Figura 4.8. Momento en Y de la zapata C48.....	100
Figura 4.9. Esfuerzos de la columna C52.....	100
Figura 4.10. M y V del pórtico 3 1ra losa	101
Figura 4.11. Cuantías superiores en la zapata C48.....	102