

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA “INGENIERIA CIVIL”



**“DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CASA DEL MAESTRO EN EL
MUNICIPIO DE BERMEJO”**

TOMO I (TEXTO – ANEXOS)

REALIZADO POR:

DELGADO OVANDO RODRIGO JAVIER

SEMESTRE I - 2019

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 DE LA CASA DEL MAESTRO EN EL MUNICIPIO DE
BERMEJO”**

(PROVINCIA ARCE DEL DEPARTAMENTO DE TARIJA)

Por:

DELGADO OVANDO RODRIGO JAVIER

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.

EN LA ASIGNATURA CIV 502 PROYECTO DE INGENIERÍA CIVIL II

SEMESTRE I - 2019

TARIJA – BOLIVIA

Ph.D. Ing. Arturo Juan Jesús Dubravcic Alaiza

DOCENTE CIV-502

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. Armando Almendras Saravia

Ing. Javier Castellanos Vásquez

Ing. Lowrence Daniel Farfán Gómez

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 Dios por darme la vida, la salud y perseverancia para culminar con esta etapa de mi vida.

Para tí mamá, por tu comprensión, por tu apoyo, por tu humildad, por tú enseñanza de vida, por luchar juntos y sobre todo por seguir a mi lado dándome esa fuerza para seguir adelante.

A todos mis amigos y compañeros que me apoyaron.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres, familiares y amistades por todo el apoyo brindado, en especial a mi madre Catalina Ovando Sánchez por ser el pilar fundamental en mi vida, gracias por el aliento de cada día, gracias por tus enseñanzas y tu confianza durante toda mi formación.

A mis hermanos que son la razón de seguir luchando día a día.

A los docentes de cada materia cursada, por su tolerancia, por sus consejos y enseñanzas que fueron de gran ayuda para tener una mejor conclusión del proyecto.

A mi fiel compañera, que me brindo siempre su apoyo y aliento en el culmino de este camino.

A la universidad por abrirme las puertas y cobijarme hasta la culminación de mis estudios.

ÍNDICE

RESUMEN DEL PROYECTO

CAPÍTULO I	1
1. ANTECEDENTES.....	1
1.1 Problema.....	1
1.1.1 Planteamiento.....	1
1.1.2 Formulación.....	1
1.1.3 Sistematización.....	2
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 General.....	3
1.2.2 Específicos.....	3
1.3 Justificación.....	3
1.3.1 Académica.....	3
1.3.2 Técnica.....	4
1.3.3 Social.....	4
1.4 Alcance del proyecto.....	4
1.4.1 Resultados a lograr.....	4
1.4.2 Restricciones o limitaciones.....	5
1.5 Marco de referencia.....	5
1.5.1 Espacial.....	5
1.5.2 Población actual.....	6
CAPÍTULO II	8
2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1 Levantamiento Topográfico.....	8
2.1.1 Precisión.....	8
2.1.2 Trabajo de campo.....	8
2.1.3 Trabajo de gabinete.....	8
2.2 Estudio de suelos.....	8
2.2.1 Ensayo del SPT.....	8

2.2.1.1	Presión admisible.	9
2.2.1.2	Trabajo de campo.	9
2.2.1.3	Trabajo de laboratorio.	10
2.2.1.3.1	Granulometría.	10
2.2.1.3.2	Consistencia del suelo.	10
2.2.1.3.3	Clasificación de los suelos.	11
2.3	Arquitectura del proyecto.	12
2.4	Normas de diseño de los elementos estructurales.	12
2.5	Bases de cálculo.	12
2.6	Coefficiente de seguridad.	13
2.6.1	Estado límites últimos.	13
2.6.2	Hipótesis de cargas más desfavorables.	14
2.7	Diseño estructural.	16
2.7.1	Hormigón Armado.	16
2.7.1.1	Características del hormigón.	16
2.7.1.1.1	Resistencia característica del hormigón.	16
2.7.1.1.2	Resistencia mínima del hormigón en función del tipo de acero.	16
2.7.1.1.3	Resistencia de cálculo.	17
2.7.1.1.4	Diagrama real tensión deformación.	17
2.7.1.1.5	Diagrama de cálculo tensión deformación.	18
2.7.1.1.6	Retracción.	19
2.7.1.1.7	Fluencia.	20
2.7.1.2	Características del acero.	22
2.7.1.2.1	Resistencia característica.	22
2.7.1.2.2	Resistencia de cálculo.	22
2.7.1.2.3	Diagrama tensión deformación.	22
2.7.1.2.4	Módulo de deformación longitudinal.	23
2.7.1.2.5	Adherencia de las armaduras.	23
2.7.1.2.6	Doblado de las armaduras.	23
2.7.1.2.7	Distancia entre armaduras principales.	24
2.7.1.2.8	Distancia a los paramentos.	24

2.7.1.2.9	Anclaje de armaduras.....	25
2.7.1.2.10	Empalme por traslape.	26
2.7.1.3	Acciones.....	26
2.7.1.3.1	Cargas directas.....	26
2.7.2	Estructura de sustentación de la cubierta.....	28
2.7.2.1	Análisis de cargas.....	28
2.7.2.1.1	Hipótesis de carga para la cubierta.	28
2.7.2.2	Diseño de los elementos de la cercha.....	29
2.7.2.2.1	Diseño de elementos sometidos a tracción.	29
2.7.2.2.2	Diseño de elementos sometidos a compresión.	29
2.7.2.2.3	Diseño de los Elementos Sometidos a Flexo-Tracción.	30
2.7.2.2.4	Diseño de Uniones.	30
2.7.3	Estructura de sustentación de la edificación.....	32
2.7.3.1	Vigas.....	32
2.7.3.1.1	Diseño por flexión.	32
2.7.3.1.2	Cuantía mínima en flexión.....	33
2.7.3.1.3	Cuantía máxima en flexión.	34
2.7.3.1.4	Ancho mínimo.	34
2.7.3.1.5	Altura mínima.	34
2.7.3.1.6	Diseño de la armadura transversal a cortante	34
2.7.3.2	Columnas.....	37
2.7.3.2.1	Longitud de pandeo.	37
2.7.3.2.2	Esbeltez geométrica y mecánica.	39
2.7.3.2.3	Diagramas de interacción.....	39
2.7.3.2.4	Flexión esviada.	40
2.7.3.2.5	Compresión Simple.....	40
2.7.3.2.6	Excentricidad mínima de cálculo.....	41
2.7.3.2.7	Excentricidad de primer orden.....	41
2.7.3.2.8	Excentricidad ficticia.	41
2.7.3.2.9	Excentricidad de cálculo.	42
2.7.3.2.10	Cálculo de la armadura longitudinal.	42
2.7.3.2.11	Cálculo de la Armadura transversal.....	42

2.7.4	Losa alivianada con viguetas pretensadas.	42
2.7.4.1	Condición que deben cumplir de los forjados.	44
2.7.4.2	Determinación de la armadura de reparto.	45
2.7.4.3	Determinación de la armadura de negativos.	45
2.7.4.4	Bovedillas.	45
2.8	Juntas de dilatación.	46
2.8.1	Coeficiente de dilatación térmica (α).	46
2.8.2	Variación térmica (ΔT).	46
2.9	Fundaciones.	47
2.9.1	Efectos de cargas excéntricas.	47
2.9.2	Distribución de presiones.	50
2.9.3	Dimensionamiento en planta.	50
2.9.4	Dimensionamiento en elevación.	51
2.9.4.1	Verificación a corte por punzonamiento y por flexión.	51
2.9.4.2	Verificación de esfuerzos.	51
2.9.5	Verificación al vuelco y al deslizamiento.	52
2.9.5.1	Verificación al vuelco.	52
2.9.5.2	Verificación al deslizamiento.	53
2.9.6	Armadura de diseño.	53
2.9.7	Verificación a la adherencia.	54
2.10	Escaleras.	55
2.10.1	Escaleras apoyadas longitudinalmente.	56
2.10.2	Cargas y solicitaciones.	57
2.10.3	Diseño de armaduras.	58
2.10.3.1	Armado de la escalera.	58
2.11	Estrategia para la ejecución del proyecto.	59
2.11.1	Especificaciones técnicas.	59
2.11.2	Cómputos métricos.	59
2.11.3	Precios unitarios.	59
2.11.3.1	Materiales.	59
2.11.3.2	Mano de obra.	60

2.11.3.3	Maquinaria, equipo y herramientas.....	60
2.11.4	Presupuesto.....	60
2.11.5	Planeamiento y cronograma.....	60
CAPÍTULO III	61
3.	INGENIERÍA DEL PROYECTO	61
3.1	Análisis del levantamiento topográfico.....	61
3.2	Análisis del estudio de suelos.....	61
3.3	Análisis del diseño arquitectónico.....	62
3.4	Planteamiento estructural.....	63
3.4.1	Normativas de diseño.....	63
3.4.2	Materiales empleados.....	63
3.4.3	Análisis de cargas actuantes en la estructura.....	64
3.4.3.1	Muros:.....	64
3.4.3.2	Entrepisos:.....	65
3.4.3.2.1	Losa alivianada.....	65
3.4.3.3	Acciones variables:.....	66
3.4.3.3.1	Sobrecarga de uso:.....	66
3.4.3.3.2	Cargas actuantes en los forjados:.....	66
3.4.4	Estructura de la edificación.....	67
3.4.5	Fundaciones.....	68
3.5	Diseño estructural.....	68
3.5.1	Diseño de la estructura de cubierta metálica.....	69
3.5.1.1	Comprobaciones manuales.....	76
3.5.1.2	Diseño de Uniones.....	83
3.5.1.3	Diseño de la placa de anclaje.....	88
3.5.1.4	Diseño de pernos de anclaje:.....	90
3.5.1.5	Diseño de canaletas para estructura de sustentación metálica.....	92
3.5.2	Diseño de vigas de Hormigón Armado.....	96
3.5.3	Diseño de columnas de Hormigón Armado.....	120
3.5.4	Diseño de zapata con viga centradora de Hormigón Armado.....	132
3.5.4.1	Diseño de la Zapata Medianera.....	141

3.5.4.2	Diseño de Zapata Aislada.....	146
3.5.5	Diseño del Entrepiso.....	153
3.5.6	Diseño de estructura complementaria (Escalera).	163
3.5.7	Diseño de las juntas de dilatación.....	172
3.6	Desarrollo de la estrategia para la ejecución el proyecto.....	175
3.6.1	Especificaciones técnicas.	175
3.6.2	Cómputos métricos.....	175
3.6.3	Precios unitarios.	175
3.6.4	Presupuesto.....	176
3.6.5	Planteamiento y cronograma.	177
CAPÍTULO IV	178
4.	Diseño y cálculo de viga flotante de fundación.....	178
4.1	Objetivo del aporte.	178
4.2	Planteamiento del aporte.....	178
4.3	Marco teórico.	179
4.3.1	Métodos de diseño de vigas de fundación en una dirección.....	180
4.3.1.1	Diseño de vigas de fundación por el método rígido convencional.	180
4.3.1.2	Diseño de vigas de fundación por el método flexible.	180
4.4	Diseño de viga de fundación por el método rígido convencional.....	181
4.5	Clasificación de cimentaciones.	193
4.5.1	Clasificación Estratigráfica.....	193
4.6	Resultados del aporte académico.....	200
Conclusiones	201
Recomendaciones	203
Bibliografía	205
Anexos.		

DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CASA DEL MAESTRO
EN EL MUNICIPIO DE BERMEJO.

ÍNDICE DE ANEXOS.

ANEXO N°1. Levantamiento topográfico.

ANEXO N°2. Estudio de suelos.

ANEXO N°3. Verificación de la capacidad portante del suelo.

ANEXO N°4. Memoria de cálculo.

ANEXO N°5. Especificaciones técnicas.

ANEXO N°6. Cómputos métricos.

ANEXO N°7. Precios unitarios.

ANEXO N°8. Presupuesto general.

ANEXO N°9. Cronograma de actividades.

ANEXO N°10. Momentos admisibles en viguetas pretensadas.

ANEXO N°11. Tablas y ábacos.

ÍNDICE DE FIGURAS.

CAPÍTULO I: ANTECEDENTES.

Figura N° 1. Departamento de Tarija, Provincia Aniceto Arce.	5
Figura N° 2. Área de Emplazamiento del Proyecto en el municipio de Bermejo.	6

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.

Figura N° 3. Límites de Atterberg.	10
Figura N° 4. Diagrama real tensión deformación.	17
Figura N° 5. Diagrama parábola - rectángulo.	18
Figura N° 6. Diagrama rectangular.	18
Figura N° 7. Evolución de la retracción en el tiempo.	20
Figura N° 8. Evolución en el tiempo de la deformación plástica diferida.	21
Figura N° 9. Evolución en el tiempo de la deformación elástica diferida.	21
Figura N° 10. Diagrama tensión-deformación del acero de dureza natural y en frío.	22
Figura N° 11. Longitud de los pernos.	31
Figura N° 12. Nomogramas para determinar el coeficiente de pandeo.	38
Figura N° 13. Coeficientes de pandeo para piezas aisladas.	38
Figura N° 14. Diagrama en roseta para flexión esviada.	40
Figura N° 15. Forjado unidireccional de viguetas pretensadas.	43
Figura N° 16. Detalles de forjado.	44
Figura N° 17. a) Bovedillas de poli estireno, b) Bovedilla arena-cemento.	45
Figura N° 18. Zapata aislada vista transversalmente sometida a cargas y momentos.	47
Figura N° 19. Caso I ($e = 0$).	48
Figura N° 20. Caso II ($e \leq A/6$).	49
Figura N° 21. Caso III ($e = A/6$).	49
Figura N° 22. Caso IV ($e \geq A/6$).	50
Figura N° 23. Distribución de presiones.	50
Figura N° 24. Componentes de una escalera.	55
Figura N° 25. Esquema estructural de una escalera.	56
Figura N° 26. Tramo de la escalera con las cargas verticales.	57
Figura N° 27. Tramo de escalera con las cargas perpendiculares a la viga.	57
Figura N° 28. Distribución del acero en escaleras.	58

CAPÍTULO III: INGENIERÍA DEL PROYECTO.

Figura N° 29. Dimensiones de ladrillo de 6H.	64
Figura N° 30. Losa alivianada de viguetas pretensadas y complemento de poliestireno.	65
Figura N° 31. Idealización de la estructura y viga mas critica debida a las cargas.	67
Figura N° 32. Idealización de cimentación, columna de arranque y sobre cimiento.	68
Figura N° 33. Disposición de nudos, longitudes de barras de cercha tipo Howe.	69
Figura N° 34. Vista en planta de cerchas y largueros de la estructura metálica.	70
Figura N° 35. Cargas puntuales sobre nudos y reacciones ejercidas en los apoyos.	75
Figura N° 36. Propiedades de la sección C3x4,1.	76
Figura N° 37. Propiedades de la sección C6x8,2.	78
Figura N° 38. Canaleta sección rectangular.	95
Figura N° 39. Envolventes de la viga 11 de primer piso entre columnas C3-C10.	96
Figura N° 40. Disposición de armadura longitudinal para la viga más solicitada.	103
Figura N° 41. Cortante de diseño a una distancia “d” desde la cara del apoyo C3.	104
Figura N° 42. Cortante de diseño a una distancia “d” desde la cara del apoyo C10.	107
Figura N° 43. Cortante de diseño de armadura mínima zona central de la viga.	110
Figura N° 44. Disposición de armadura longitudinal y transversal de la viga analizada. ..	112
Figura N° 45. Vistas de los planos de la columna en análisis tramo PB-PP.	121
Figura N° 46. Vista lateral de la estructura del elemento a diseñar	121
Figura N° 47. Nomograma para la determinación del coeficiente de pandeo.	125
Figura N° 48. Abaco en roseta para flexión esviada para aceros de AH-500.	128
Figura N° 49. Diagrama de solicitaciones actuantes en la viga de centrado.	136
Figura N° 50. Disposición de armado de la viga centradora.	141
Figura N° 51. Despiece de cimentación detalle de armado de zapata medianera en C6.	145
Figura N° 52. Despiece de cimentación detalle de armado de zapata aislada en C13.	150
Figura N° 53. Idealización de vigueta con carga lineal y longitud más crítica.	156
Figura N° 54. Sección transversal de la vigueta.	157
Figura N° 55. Sección transversal real y homogeneizada.	159
Figura N° 56. Vista transversal de la losa alivianada y complemento de poliestireno.	162
Figura N° 57. Vista en planta de escalera.	163
Figura N° 58. Cargas actuantes en la escalera idealizada.	167

Figura N° 59. Disposición de armadura para escalera tramo 1 y descanso.....	170
Figura N° 60. Longitud de una estructura en función de las acciones indirectas.....	173
Figura N° 61. Máxima longitud permitida entre juntas de dilatación.	174

CAPÍTULO IV: APORTE ACADÉMICO.

Figura N° 62. Idealización de la viga de cimentación.....	179
Figura N° 63. Vista en planta de zapatas solapadas en lindero.	179
Figura N° 64. a) Idealización viga método rígido convencional, b) viga método flexible.	180
Figura N° 65. Viga de cimentación en lindero con cargas puntuales y longitudes.	181
Figura N° 66. Dimensionamiento en elevación.....	184
Figura N° 67. Diagrama de momentos de la viga de lindero pórtico 7.	188
Figura N° 68. Diagrama de cortantes de la viga de lindero pórtico 7.	188
Figura N° 69. Armadura longitudinal y transversal de viga de cimentación para lindero.	192
Figura N° 70. Estrato de arena densa y cimentación óptima.....	193
Figura N° 71. Estrato de Arcillas o limos compactos y cimentación óptima.	194
Figura N° 72. Estrato de Arcillas o limos compactos y arcillas blandas saturadas.....	194
Figura N° 73. Estrato de arena fina y cimentación óptima.....	195
Figura N° 74. Estrato de Arcilla blanda saturada y arcilla o limo compactados.....	196
Figura N° 75. Pilotes hincados con o sin la punta ensanchada.	196
Figura N° 76. Estrato de arcilla blanda saturada y roca.	197
Figura N° 77. Pilotes en estrato arcilla o limo compactado.	198
Figura N° 78. Losa de hormigón armado reforzada con vigas en estrato arena suelta.	198
Figura N° 79. Micro pilotes apoyados en estrato de arena medianamente densas.	199
Figura N° 80. Pilotes hincados apoyada en estrato arcilla o limo compactado.....	200

ÍNDICE DE CUADROS.

CAPÍTULO I: ANTECEDENTES.

Cuadro N° 1. Población Beneficiaria.	6
Cuadro N° 2. Estudiantes y Plantel docente y Administrativo.....	7

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.

Cuadro N° 3. Relación de Resistencia para Arcillas.	9
Cuadro N° 4. Relación de Resistencia para las Arenas.	9
Cuadro N° 5. Estados límites últimos - Coeficientes de minoración de la resistencia.	13
Cuadro N° 6. Estados límites últimos - Coeficientes de ponderación de las acciones.	14
Cuadro N° 7. Resistencia mínima del hormigón en función del tipo de acero.	16
Cuadro N° 8. Valor medio de ϵ_1 y del coeficiente α	19
Cuadro N° 9. Valor de los coeficientes ϕ_1 y α	21
Cuadro N° 10. Radios de curvatura mínimos para ganchos y estribos.	23
Cuadro N° 11. Radios de curvatura mínimos para la armadura principal.	24
Cuadro N° 12. Recubrimientos mínimos para la armadura principal.	24
Cuadro N° 13. Valores de ψ	26
Cuadro N° 14. Pesos específicos aparentes de diversos materiales.	27
Cuadro N° 15. Sobrecargas de uso.	27
Cuadro N° 16. Cargas accidentales.	28
Cuadro N° 17. Longitud de los pernos de alta resistencia (A-325 y A-490).....	31
Cuadro N° 18. Valores límites.....	33
Cuadro N° 19. Espesores mínimos de vigas no pretensadas.	34
Cuadro N° 20. Valores del coeficiente α	37
Cuadro N° 21. Valores de la relación canto/luz.	44
Cuadro N° 22. Área de la sección de armadura de reparto.	45
Cuadro N° 23. Precipitación máxima en 24 horas Estación Bermejo Aeropuerto Tarija. ...	92

CAPÍTULO III: INGENIERÍA DEL PROYECTO.

Cuadro N° 24. Disposición de armadura longitudinal de la columna analizada “C13”.....	131
Cuadro N° 25. Cuadro de presupuesto general de la obra.....	177