

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEI SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS
MATERIALES



TOMO I
“DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA NUEVA UNIDAD EDUCATIVA
JUANA AZURDUY DE PADILLA”
(Municipio de Camargo – Departamento de Chuquisaca)

Por:

UNIV.: GUSTAVO HUANCA BARRIONUEVO
Semestre - I - 2019
TARIJA – BOLIVIA

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 NUEVA UNIDAD EDUCATIVA
JUANA AZURDUY DE PADILLA”
(Municipio de Camargo – Departamento de Chuquisaca)

Por:

UNIV.: GUSTAVO HUANCA BARRIONUEVO

Proyecto de grado presentado a consideración de la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO” como requisito para adoptar el grado académico de Licenciatura de Ingeniería Civil.

Semestre - I - 2019
TARIJA – BOLIVIA

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

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

TRIBUNAL:

Ing. Arturo Juan Jesús Dubravcic Alaiza

Ing. Weimar Adolfo Mejia Mogrovejo

Ing. Oscar Chavez Vargas

DEDICATORIA

El presente documento lo dedico a toda mi familia y amigos, principalmente a mi madre que ha sido un pilar fundamental en mi formación como profesional, por brindarme la confianza y consejos para lograrlo.

AGRADECIMIENTOS

A todos los docentes de la carrera de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, por compartir sus experiencias y conocimientos durante mi formación académica, así como las autoridades y personal administrativo.

Así mismo al personal técnico de la empresa CONVISA, Ing. Cliver Arandia Palenque, Ing. Ramiro Velasco Rios, Ing. Simar Aguirre Cazon, Ing. Gabriela de los Angeles Sandoval Casanova y a Roberto Carlos vallejos Micheal por todo su apoyo y confianza.

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

ÍNDICE

CAPÍTULO I	1
1. ANTECEDENTES	2
1.1. EL Problema	2
1.1.1. Planteamiento	2
1.1.2. Formulación	2
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. Institucional y social	4
1.4. Localización	4
1.5. Alcance del proyecto	7
1.5.1. Aporte académico	7
CAPÍTULO II	8
2. MARCO TEÓRICO	9
2.1. Estudios preliminares	9
2.1.1. Levantamientos topográficos	9
2.1.2. Estudio de suelos	9
2.2. Análisis del diseño arquitectónico	10
2.3. Planeamiento del diseño estructural	10
2.3.1. Estructura de sustentación de la edificación	10

2.3.2. Normas de diseño	11
2.3.3. Análisis de cargas	11
2.3.3.1. Cargas Permanentes.....	11
2.3.3.2. Sobrecargas de uso	12
2.3.3.3. Sobrecarga de viento	12
2.4. Diseño de la estructura de cubierta metálica	12
2.4.1. Descripción general de la estructura.....	12
2.4.2. Diseño de estructuras de acero	13
2.4.3. Cargas de diseño.....	15
2.4.4. Diseño de elementos.....	17
2.4.4.1. Diseño de elemento sometidos a flexión.....	17
2.4.4.1.1. Flexión asimétrica	17
2.4.4.1.1.1. Verificación de la flecha.....	18
2.4.4.2. Diseño de elementos sometidos a tracción	18
2.4.4.3. Diseño de elementos sometidos a compresión	19
2.5. Diseño de la estructura de sustentación de hormigón armado.....	21
2.5.1. Resistencia del hormigón	22
2.5.2. Resistencia de la armadura de acero.....	25
2.5.3. Diseño de elementos estructurales de hormigón armado	28
2.5.3.1. Diseño de juntas de dilatación.....	28
2.5.3.2. Diseño de entrepisos.....	29
2.5.3.2.1. Losa casetonada.....	29
2.5.3.2.2. Losa alivianada.....	29
2.5.3.3. Diseño de vigas de H ° A °	34
2.5.3.4. Diseño de columnas de H ° A °	39

2.5.3.5. Diseño de zapatas de H° A°	47
2.5.3.6. Diseño de estructuras complementarias	56
2.5.3.6.1. Escalera de H° A°	56
2.5.3.6.2. Rampa de H° A°	57
2.6. Ejecución del proyecto	59
2.6.1. Especificaciones Técnicas	59
2.6.1.1. Especificaciones Técnicas Generales	59
2.6.1.2. Especificaciones Técnicas Particulares	59
2.6.2. Precios unitarios y Presupuesto General	60
2.6.2.1. Cómputo métrico	60
2.6.2.2. Análisis de Precios Unitarios.....	60
2.6.2.3. Presupuesto General de la Obra.....	61
2.6.3. Planificación y Cronograma del proyecto	62
CAPÍTULO III	63
3. INGENIERÍA DEL PROYECTO	64
3.1. Estudios preliminares	64
3.1.1. Topografía	64
3.1.2. Estudio de Suelos	65
3.2. Análisis del diseño arquitectónico.....	66
3.3. Planteamiento del diseño estructural	67
3.3.1. Estructura de sustentación de la edificación.....	67
3.3.2. Normas de diseño	68
3.3.3. Análisis de Cargas	68
3.3.3.1. Cargas permanentes.....	68
3.3.3.2. Sobrecarga de uso.....	72

3.3.3.3. Sobre cargas de viento.....	73
3.4. Diseño de la estructura de cubierta metálica	73
3.4.1. Descripción general de la estructura.....	73
3.4.2. Diseño de estructuras de acero	73
3.4.3. Cargas de diseño.....	73
3.4.4. Diseño de elementos.....	73
3.4.4.1. Diseño de elemento sometidos a flexión.....	74
3.4.4.1.1. Flexión asimétrica	74
3.4.4.1.1.1. Verificación de la flecha.....	77
3.4.4.2. Diseño de elementos sometidos a tracción.....	77
3.4.4.3. Diseño de elementos sometidos a compresión.....	79
3.5. Diseño de la estructura de sustentación de hormigón armado.....	83
3.5.1. Resistencia del hormigón	83
3.5.2. Resistencia de la armadura de acero.....	83
3.5.3. Diseño de elementos estructurales de hormigón armado	83
3.5.3.1. Diseño de juntas de dilatación.....	83
3.5.3.2. Diseño de entrepisos.....	84
3.5.3.2.1. Losa casetonada.....	84
3.5.3.2.2. Losa alivianada.....	84
3.5.3.3. Diseño de vigas de H° A°	95
3.5.3.4. Diseño de columnas de H° A°	105
3.5.3.5. Diseño de zapatas de H° A°	110
3.5.3.6. Diseño de estructuras complementarias	115
3.5.3.6.1. Escalera de H° A°	115
3.5.3.6.2. Rampa de H° A°	123

3.6. Ejecución del proyecto	127
3.6.1. Especificaciones técnicas	127
3.6.2. Precios unitarios y Presupuesto General	127
3.6.2.1. Cómputos métricos	127
3.6.2.2. Análisis de precios unitarios.....	127
3.6.2.3. Presupuesto general del proyecto	128
3.6.3. Planificación y cronograma de actividades	128
CAPÍTULO IV	129
4. APORTE ACADÉMICO	130
4.1. Losa casetonada.....	130
4.1.1. Diseño a flexión.....	132
4.1.2. Diseño a cortante	135
4.1.3. Verificación de flechas de forjados reticulares.....	135
4.1.4. Armadura de reparto por temperatura y retracción de fraguado	135
4.1.5. Introducción de Ábacos	136
4.1.6. Verificación al punzonamiento.....	136
4.2. Ingeniería de diseño para losa casetonada.....	137
4.2.1. Diseño a flexión.....	137
4.2.2. Diseño a cortante	145
4.2.3. Verificación de flechas de forjados reticulares.....	148
4.2.4. Armadura de reparto por retracción de fraguado y cambios de temperatura	148
4.2.5. Introducción de Ábacos	149
4.2.6. Verificación a punzonamiento.....	149
CAPÍTULO V	152
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	153

5.1. CONCLUSIONES.....	153
5.2. RECOMENDACIONES	154

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE ANEXOS.

ANEXO A. 1. Estudio de suelos

ANEXO A. 2. Tablas

ANEXO A. 3. Velocidades de viento

ANEXO A. 4. Pliego de especificaciones técnicas

ANEXO A. 5. Cómputos métricos

ANEXO A. 6. Análisis de precios unitarios

ANEXO A. 7. Presupuesto general de la obra

ANEXO A. 8. Cronograma de ejecución

ANEXOS PLANOS

ANEXO PLANOS - Levantamiento topográfico

ANEXO PLANOS - Diseño Arquitectónico - Vista en planta

ANEXO PLANOS - Diseño Arquitectónico - Cortes

ANEXO PLANOS - Diseño Estructural - Estructuras metálicas

ANEXO PLANOS - Diseño Estructural - Losas

ANEXO PLANOS - Diseño Estructural – Vigas

ANEXO PLANOS - Diseño Estructural - Columnas

ANEXO PLANOS - Diseño Estructural - Escaleras

ANEXO PLANOS - Diseño Estructural - Cimientos

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1. Plano de ubicación departamental	4
Gráfico 1.2 División Política del Departamento de Chuquisaca	5
Gráfico 1.3. Mapa Político Nor Cinti	5
Gráfico 1.4 Mapa Distrital de Camargo	6
Gráfico 1.5. Ubicación del Proyecto	6
Gráfico 2.1. Curva de diseño de columnas largas, intermedias y cortas	20
Gráfico 2.2. Dominios de deformación	25
Gráfico 2.3. Recubrimiento geométrico y mecánico	27
Gráfico 2.4. Componentes de losa alivianada	30
Gráfico 2.5. Forjado de semiviguetas o nervados	31
Gráfico 2.6. Disposición de armadura longitudinal y transversal en vigas	34
Gráfico 2.7. Disposición de armaduras longitudinal y transversal en pilares	39
Gráfico 2.8. Influencia de la traslacionalidad en un soporte	40
Gráfico 2.9. Nomograma que ofrecen la longitud de pandeo para pórticos.	41
Gráfico 2.10. Excentricidades iguales, en valor y signo	43
Gráfico 2.11. Excentricidades diferentes en valor y/o signo	44
Gráfico 2.12. Ábaco en roseta para flexión esviada	46
Gráfico 2.13. Vuelco de una zapata.....	49
Gráfico 2.14. Tipos de zapatas aisladas.....	50
Gráfico 2.15. Zapatas rígidas y zapatas flexibles	50
Gráfico 2.16. Armadura de zapata aislada.....	52
Gráfico 2.17. Sección de referencia S_2	53
Gráfico 2.18. Disposición de armadura	55
Gráfico 2.19. Anclaje de barras en zapatas rígidas y flexibles.....	56
Gráfico 2.20. Elementos de una escalera.....	57
Gráfico 2.21. Forma y radio de giro de las rampas	58
Gráfico 3.1. Topografía del terreno	64
Gráfico 3.2. Ubicación de los pozos de estudio	65
Gráfico 3.3. Estructura de sustentación	67
Gráfico 3.4. Muro y revoques.....	69

Gráfico 3.5. Detalle de Barandado de tubo galvanizado	70
Gráfico 3.6. Vista en planta de la disposición de correas y cerchas	74
Gráfico 3.7. Combinaciones de viento	75
Gráfico 3.8. Geométrica del perfil C	76
Gráfico 3.9. Tipo de cercha empleado.....	77
Gráfico 3.10. Esfuerzos máximos de tracción en barras	78
Gráfico 3.11. Geometría del perfil HSS	78
Gráfico 3.12. Esfuerzos máximos de compresion en barras	79
Gráfico 3.13. Geometría del perfil HSS	80
Gráfico 3.14. Recubrimiento nominal y mecánico.....	83
Gráfico 3.15. Viguetas pretensadas	84
Gráfico 3.16. Características Geométricas de la Vigueta Seleccionada.....	85
Gráfico 3.17. Sistema de Aplicación de la Vigueta Pretensada	85
Gráfico 3.18. Características Geométricas del Complemento de Plastoformo	86
Gráfico 3.19. Espesor de la losa de compresión.....	86
Gráfico 3.20. Geometría de la vigueta $t=0$	87
Gráfico 3.21. Geometría de la vigueta $t=\infty$	89
Gráfico 3.22. Armadura de losas alvianadas	93
Gráfico 3.23. Distribución de barras losa aliviana	94
Gráfico 3.24. Detalle de armadura viga.....	105
Gráfico 3.25. Descripción grafica de la columna	106
Gráfico 3.26 Momentos adimensionales en roseta de flexión esviada.....	108
Gráfico 3.27. Armado de la columna	110
Gráfico 3.28. Armado de la zapata	114
Gráfico 3.29 Vista en planta escalera	115
Gráfico 3.30. Características geométricas de la escalera.....	116
Gráfico 3.31. Consideración de las cargas para el cálculo de la armadura principal	117
Gráfico 3.32. Escalera como una losa simplemente apoyada.....	118
Gráfico 3.33. Diagrama de momentos de la escalera, como losa simplemente apoyada	118
Gráfico 3.34. Diagrama de momentos de la escalera, esquema real apoyo simple.....	118
Gráfico 3.35. Consideraciones de las cargas para el cálculo de la armadura negativa	119

Gráfico 3.36. Escalera como una losa, apoyo empotrado	119
Gráfico 3.37. Diagrama de Momentos en la escalera como losa empotrada en sus apoyos ...	119
Gráfico 3.38. Diagrama de Momentos de la escalera, esquema real apoyo empotrado	120
Gráfico 3.39. Armado de la escalera	122
Gráfico 3.40. Armado de la losa de rampa	127
Gráfico 4.1. Tipos de forjados	130
Gráfico 4.2. Parámetros que definen el forjado reticular	131
Gráfico 4.3 Forjados Reticulares	132
Gráfico 4.4 Ábaco en placas	132
Gráfico 4.5. Recubrimiento mecánico en nervios	133
Gráfico 4.6. Parámetros que definen el forjado reticular	134
Gráfico 4.7. Altura equivalente Inercia constante	134
Gráfico 4.8. Representación gráfica de losas macizas y losas nervadas	134
Gráfico 4.9. Dimensiones de la sección crítica	135
Gráfico 4.10. Perímetro crítico en losas	137
Gráfico 4.11. Representación gráfica en planta de la losa analizada	138
Gráfico 4.12. Parámetros geométricos de la losa	139
Gráfico 4.13. Recubrimiento mecánico en nervios	139
Gráfico 4.14. Altura equivalente Inercia constante	140
Gráfico 4.15. Detalle de casetones	141
Gráfico 4.16. Sección “T”	143
Gráfico 4.17. Armado de losas casetonadas	145
Gráfico 4.18. Sección crítica para el diseño a cortante	146
Gráfico 4.19. Banda de un metro de ancho	146
Gráfico 4.20. Sección crítica de cortante	147
Gráfico 4.21. Perímetro crítico en losas	150

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Esfuerzos admisibles del terreno	66
Tabla 3.2. Resumen de cargas muertas	72
Tabla 3.3. Resumen de cargas vivas.....	73
Tabla 3.4.Cargas sobre la correa	75
Tabla 3.5.Cargas sobre los ejes	76
Tabla 3.6. Combinación de cargas	76
Tabla 3.7. Especificaciones Técnicas Viguetas Pretensadas CONCRETEC	84
Tabla 3.8. Sistema de Aplicación de la Vigueta Pretensada	85
Tabla 3.9. Resumen general de los resultados para la viga	105
Tabla 3.10. Resumen General de los Resultados para la Columna	109
Tabla 3.11. Resumen general de los resultados para la zapata.....	114
Tabla 3.12. Resumen General para la Escalera	122
Tabla 3.13. Resumen General para la rampa.....	126
Tabla 4.1. Resumen general para la losa casetonada.....	144