

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 UNIDAD EDUCATIVA KÍNDER JAIME
MENDOZA”**
(PROVINCIA GRAN CHACO – VILLAMONTES)

Por:

ROBERT CORREA BELTRAN

Proyecto de Grado presentada a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en INGENIERÍA CIVIL.

Semestre II / 2018
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 UNIDAD EDUCATIVA KÍNDER JAIME
MENDOZA”
(PROVINCIA GRAN CHACO – VILLAMONTES)

Por:

ROBERT CORREA BELTRAN

Semestre II / 2018
TARIJA – BOLIVIA

El Tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo las mismas únicamente responsabilidad del autor.

DEDICATORIA:

Esta tesis se la dedico a Dios por guiarme por mejor camino. A mi madre Cristina Beltrán Vidaurre por todo el amor y la confianza que me tiene. A mi padre Zenón Correa Flores por el tiempo y apoyo que tuviste en mí. A mis hermanas y hermanos por brindarme su apoyo y cariño en los momentos más importantes de mi vida. A ti gracias por el apoyo, comprensión y confianza que me has dado en momentos difíciles por darme fuerzas para seguir adelante

AGRADECIMIENTO:

Gracias a Dios por permitirme vivir y disfrutar cada día junto a mi familia y amigos.

Gracias al amor, a la enorme confianza, a su inmensa bondad y apoyo, que obtuve de mi familia, y esa persona especial que está cerca de mí, pude conseguir esta meta. Hago presente mi más sinceras gracias a ustedes, mi hermosa familia y personas q aprecio mucho por estar presentes durante todo el desarrollo y evolución de mi tesis.

Los amo mucho.

PENSAMIENTO:

Usando el poder de tu mente puedes alcanzar una prosperidad, una felicidad y una paz mental sin límites que se refleja externamente armonizando tú alrededor porque Dios mismo se expresa en uno y el único camino de la plenitud es reconocerlo en uno mismo.

Robert Correa Beltrán

.....
M.Sc. Ing. Ernesto Roberto Álvarez Gozávez
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA

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

.....
Ing. Fernando Ernesto Mur Lagraba
DOCENTE CIV - 502

TRIBUNAL

.....
M.Sc. Ing. Oscar Vargas Chávez

.....
Ing. Javier Castellanos Vásquez

.....
Ing. Lowrence Farfán Gómez

Índice

Pág.

CARATULA

AGRADECIMIENTO Y DEDICATORIA

RESUMEN EJECUTIVO

INDICE

CAPÍTULO I

ELEMENTOS DEL OBJETO DEL PROYECTO	1
1.1. El Problema.....	1
1.1.1. Antecedentes	1
1.1.2. Planteamiento.....	1
1.1.3. Formulación	2
1.1.4. Sistematización	3
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo General	3
1.2.2. Objetivos Específicos.....	3
1.3. Justificación	4
1.3.1. Técnica	4
1.3.2. Académica.....	4
1.3.3. Social institucional.....	5
1.4. Alcance de proyecto.....	5
1.4.1. Resultados a lograr	6
1.4.2. Aporte académico del estudiante	6
1.4.3. Restricciones del proyecto	7
1.5. Localización.....	8

1.5.1. Población actual	9
1.5.2. Disponibilidad de servicios	10
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO.....	11
2.1. Generalidades.....	11
2.2. Levantamiento topográfico	11
2.3. Estudio de suelos.....	11
2.3.1. Prueba de penetración estándar SPT-ASTM 1586.....	11
2.4. Normas de diseño.....	14
2.5. Hormigón armado	14
2.5.1. Hormigones	14
2.5.1.1. Componentes	14
2.5.1.1.1. Cementos:	14
2.5.1.1.2. Áridos:	15
2.5.1.1.3. Agua:	15
2.5.1.2. Propiedades del hormigón:	15
2.5.1.2.1. Resistencia:.....	15
2.5.1.2.2. Consistencia:.....	15
2.5.1.2.3. Coeficiente de dilatación térmica: El coeficiente de dilatación térmica del acero se tomara igual al del hormigón, es decir: $\alpha = 1,0 \times 10^{-5} /C$	16
2.5.2. Aceros	16
2.5.2.1. Características geométricas.....	16
2.5.2.2. Características mecánicas.....	16
2.5.3. Estados limites	17
2.5.3.1. Estados límites últimos (E.L.U.).....	18

2.5.3.2. Estados límites de servicio (E.L.S.)	19
2.5.3.3. Coeficientes de minoración de resistencia de materiales y mayoración de cargas.....	20
2.5.3.4. Hipótesis de cargas.....	21
2.5.4. Bases de cálculo	22
2.5.4.1. Caracterización del estado límite último (E.L.U.)	23
2.5.4.2. Compatibilidad de deformaciones.....	23
2.5.4.3. Diagrama tensión deformación del hormigón.....	23
2.5.4.4. Diagrama tensión deformación del acero.....	24
2.5.5. Dominios de deformación	24
2.5.6. Flexión	26
2.5.7. Compresión	28
2.5.8. Cortante	30
2.5.9. Elementos estructurales.....	32
2.5.9.1. Vigas	32
2.5.9.2. Columnas	33
2.5.9.3. Losas	37
2.5.9.3.1. Losas alivianadas con viguetas de hormigón pretensado.....	37
2.5.9.4. Estados límites de servicio (E.L.S.)	38
2.5.9.4.1. Comprobación de la flecha.....	38
2.5.9.5. Losas de cimentación	38
2.5.9.5.1 Generalidades.....	39
2.5.9.5.2 Dimensionamiento	40
2.5.9.5.3 Principios de cálculo	41
2.5.9.6. Zapatas	42

2.6. Especificaciones técnicas.....	44
2.7. Precios unitarios.....	44
CAPÍTULO III	
INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	46
3.1. Análisis del diseño arquitectónico	46
3.2. Análisis del levantamiento topográfico.....	47
3.3. Análisis y resultados del estudio de suelos	48
3.3.1. Determinación de puntos a investigar	48
3.3.3. Resultados de los estudios de suelos.....	50
3.4. Análisis de acciones sobre la estructura.....	52
3.4.1. Análisis de cargas muertas	53
3.4.1.1. Peso propio de los elementos	53
3.4.1.2. Peso del piso de cerámica	53
3.4.1.3. Peso de muros y tabiquería	53
3.4.1.4. Peso de barandillas.....	55
3.4.1.5. Peso de cubierta.....	56
3.4.2. Análisis de cargas vivas	56
3.4.2.1. Sobrecarga de uso para la primera losa.....	57
3.5.2.2. Sobrecarga de uso para la cubierta.....	57
3.4.3. Análisis de carga de viento	59
3.4.3.1. Presión dinámica de viento	59
3.4.3.2. Coeficiente de exposición	61
3.4.3.3. Coeficiente eólico o de presión.....	61
3.5. Calculo y diseño estructural.....	62
3.5.1. Datos para el cálculo estructural	62

3.5.1.1. Predimensionamiento de vigas y pilares	63
3.5.1.2. Disposición de las cargas de servicio.....	63
3.5.1.3. Determinación si la estructura es traslacional o intraslacional	64
3.5.1.4. Coeficientes de pandeo	67
3.5.2. Elementos más solicitados	72
3.5.3. Esfuerzos de cálculo de los elementos más solicitados	74
3.5.3.1. Viga.....	75
3.5.3.2. Columna	75
3.5.3.4. Losa.....	76
3.5.4. Análisis de los miembros más solicitados.....	76
3.5.4.1. Viga.....	77
3.5.4.1.1. Diseño en E.L.U.....	77
3.5.4.1.1.1. Diseño en flexión	77
3.5.4.1.1.2. Diseño a cortante.....	82
3.5.4.1.2. Diseño en E.L.S	85
3.5.4.2. Columna	86
3.5.4.3. Zapata.....	92
3.5.4.3.1. Comprobación al vuelco	94
3.5.4.3.2. Comprobación al deslizamiento.....	95
3.5.4.3.3. Diseño a flexión	95
3.5.4.3.4. Diseño a cortante.....	96
3.5.4.4. Losa aliviada de viguetas pretensadas.....	97
3.5.5. Cerchas metálicas.....	98
3.5.5.1. Verificación de la correa	98
3.5.5.2. Barra más comprimida	100

3.5.5.3. Barra con mayor tracción	102
3.5.5. Comparación de los resultados de los cálculos manuales con los del programa CYPECAD	103
3.6. Especificaciones técnicas	106
3.7. Precios unitarios	106
3.8. Costo total de la obra.....	106
3.9 Cronograma de ejecución de la obra.....	107
CAPÍTULO IV	
APORTE ACADÉMICO “DISEÑO DE UNA LOSA DE FUNDACIÓN”	108
4.1. Introducción	108
4.2. Determinación del centro de presiones	109
4.3. Calculo del Módulo de Balasto	116
4.4. Diseño en planta de la losa de fundación.....	119
4.6. Costo de la Losa de fundación	124
4.7. Análisis técnico y económico de la losa de fundación.....	124
4.8. Conclusiones del aporte académico	127
CONCLUSIONES	
BIBLIOGRAFÍA.	
ANEXOS.	

Índice de tablas

	Pág.
Tabla Nro. 1: Número de estudiantes de la Unidad Educativa.	2
Tabla Nro. 2: Población actual, (INE-2012).	10
Tabla Nro. 3: Relación de resistencia para las arcillas.....	13
Tabla Nro. 4: Relación de Resistencia para las arenas.....	13
Tabla Nro. 5: Resistencia característica del hormigón.....	15
Tabla Nro. 6: Diámetros y áreas de barras corrugadas.	16
Tabla Nro. 7: Clases de aceros y sus características técnicas.	17
Tabla Nro. 8: Coeficientes de mayoración de cargas.....	20
Tabla Nro. 9: Coeficientes de minoración de resistencia de los materiales.....	21
Tabla Nro. 10: Coeficientes de pandeo para pilares aislados.....	35
Tabla Nro. 11: Coordenadas y cotas de los puntos topográficos.	47
Tabla Nro. 12: Profundidades de cada prueba alcanzados.....	50
Tabla Nro. 13: Resultados del estudio de suelos pozo N° 1.....	51
Tabla Nro. 14: Resultado del estudio de suelos pozo N° 2.	51
Tabla Nro. 15: Resultados del estudio de suelos pozo N° 3.....	52
Tabla Nro. 16: Velocidades básicas de Viento en Ciudades de Bolivia.	60
Tabla Nro. 17: Datos de entrada para el cálculo.	63
Tabla Nro. 18: Sumatorio de esfuerzos de pilares resumido del pre diseño.	65
Tabla Nro. 19: Coeficientes de pandeo de columnas.....	71
Tabla Nro. 20: Coeficientes de pandeo de columnas.	72
Tabla Nro. 21: Elementos más solicitados.....	74

Tabla Nro. 22: Comparación de resultados del cálculo de la Viga en E.L.U.	103
Tabla Nro. 23: Comparación de resultados del cálculo de la Viga en E.L.U.	104
Tabla Nro. 23: Comparación de resultados del cálculo de la Columna en E.L.U.	104
Tabla Nro. 24: Comparación de resultados del cálculo de la Zapata en E.L.U.	105
Tabla Nro. 25: Comparación de resultados del cálculo de la losa en E.L.U.....	106
Tabla Nro. 26: Normales o reacciones de pilares.	110
Tabla Nro. 27: Brazos de cada columna en el eje X y el eje Y.....	112
Tabla Nro. 28: Determinación de centro de presiones.	114
Tabla Nro. 29: Coeficientes de Balasto.....	118
Tabla Nro. 30: Hoja de cálculo de 1ra tentativa.....	120
Tabla Nro. 31: Hoja de cálculo de 2da tentativa.	121
Tabla Nro. 32: Hoja de cálculo de 3ra tentativa.....	122
Tabla Nro. 33: Comparación centro de presiones y centro de gravedad.	123
Tabla Nro. 34: Comparación de resultados.....	125
Tabla Nro. 35: Comparación de resultados del cálculo de la Columna en E.L.U.	126
Tabla Nro. 36: Comparación de resultados del cálculo de la Columna en E.L.U.	126

Índice de figuras

	Pág.
Figura Nro. 1: Ubicación del proyecto.....	8
Figura Nro. 2: Croquis de ubicación del proyecto.	9
Figura Nro. 3: Esquema de la prueba SPT.....	12
Figura Nro. 4: Diagrama parábola rectángulo.....	23
Figura Nro. 5: Diagrama tensión deformación del acero.....	24
Figura Nro. 6: Dominios de deformación.	25
Figura Nro. 7: Sección sometida a flexión simple.....	26
Figura Nro. 8: Sección sometida a compresión.	29
Figura Nro. 9: Monograma para coeficientes de pandeo de pórticos.	34
Figura Nro. 10: Vista frontal y transversal del edificio.	46
Figura Nro. 11: Puntos topográficos.	48
Figura Nro. 12: Pozos de estudio.	49
Figura Nro. 13: Estratificación del suelo.	50
Figura Nro. 14: Cubierta de cercha metálica.	56
Figura Nro. 15: Categoría de la primera losa.....	57
Figura Nro. 16: Cubierta a dos aguas.....	58
Figura Nro. 17: Esbeltez del edificio paralelo al viento.....	61
Figura Nro. 18: Alternancia de cargas de servicio primera losa.	64
Figura Nro. 19: Viga más solicitada entre columnas C29 – C30.....	73
Figura Nro. 20: Columna más solicitada C16.....	73
Figura Nro. 21: Zapata con mayor solicitación C26.....	74
Figura Nro. 22: Envolventes de M, V, T.	75

Figura Nro. 23: Esfuerzos de diseño de la columna C16.....	76
Figura Nro. 24: Esfuerzos de diseño de la zapata C26	76
Figura Nro. 25: Correa más solicitada con 87.3% de aprovechamiento.	99
Figura Nro. 26: Elemento diagonal más solicitada con 84.99% de aprovechamiento...100	
Figura Nro. 27: Elemento de la horizontal más solicitada con 86.57% de aprovechamiento.	102
Figura Nro. 28: Losa de fundación.	108
Figura Nro. 29: Centro de Presiones (vista en planta de la losa de fundación).	116
Figura Nro. 30: Lados entre pilares.....	117
Figura Nro. 31: Centro de gravedad 1ra tentativa para la losa de fundación.	120
Figura Nro. 32: Centro de gravedad 2da. tentativa de la losa de fundación.	121
Figura Nro. 33: Centro de gravedad definitivo.	122
Figura Nro. 34: Resultados de la losa de fundación.....	125
Figura Nro. 35: Vista de la placa de fundación.....	127