

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



TOMO I

**“DISEÑO ESTRUCTURAL DE AMPLIACIÓN DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO 2 DE
AGOSTO ISCAYACHI – EL PUENTE”**

POR:

JULIO CESAR ALTAMIRANO GARCÍA

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 II- 2023

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 AMPLIACIÓN DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO 2 DE
AGOSTO ISCAYACHI – EL PUENTE”**

POR:

JULIO CESAR ALTAMIRANO GARCÍA

SEMESTRE II – 2023

TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado a mi madre Eva García Romero, por brindarme su apoyo incondicional y ayudarme a cumplir mis metas con su constante apoyo.

A todos los que me apoyaron durante mi proceso de formación, familia amigos y seres queridos...

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I.....	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 del Problema	1
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo General	2
1.2.2. Objetivos 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.....	3
1.4.1. General	3
1.4.2. Análisis de Alternativas	4
1.4.3. Resultados a Lograr.....	4
1.4.4. Aporte Académico.....	5
1.5. Localización	5
1.5.1. Ubicación del Proyecto	6
1.5.1. Información Socioeconómica Relativa al Proyecto	7
1.5.1.1. Aspectos Demográficos.....	7
1.5.1.2. Población Beneficiada.....	7
1.5.2. Servicios Básicos Existentes	8
CAPÍTULO II.....	10
MARCO TEÓRICO	10
2.1. Levantamiento Topográfico	10
2.1.1. Curvas de Nivel.....	10
2.1.2. Levantamiento Topográfico con Estación Total	11
2.2. Estudio de Suelos	11

2.2.1. Capacidad de Carga Según Terzaghi	13
2.2.1.2. Cimentaciones Superficiales	13
2.2.1.3. Ecuación de Terzaghi	14
2.2.1.4. Factor de Seguridad.....	15
2.3. Diseño Arquitectónico.....	15
2.4. Idealización de la Estructura	15
2.4.1. Cubierta	15
2.4.2. Edificación	16
2.5. Análisis, Cálculo y Diseño Estructural	16
2.5.1. Normas	17
2.5.2. Análisis de Cargas	18
2.5.1.1. Acciones Gravitatorias	18
2.5.1.2. Acciones Horizontales.....	18
2.5.1.3. Definición de Cargas de Diseño.....	18
2.5.1.4. Simultaneidad de las Cargas	19
2.5.3. Métodos de Cálculo.....	20
2.5.3.1. Método Para Estructuras Metálicas.....	20
2.5.3.2. Método Para Estructuras de Hormigón Armado	21
2.5.4. Diseño Estructural	22
2.5.4.1. Diseño de Cubierta Metálica	22
2.5.4.2. Diseño de la Estructura de Hormigón Armado	23
2.5.4.2.1. Suposiciones de Diseño Para el Hormigón Armado	23
2.5.4.2.2. Resistencia de Diseño.....	26
2.5.4.2.3. Diseño de vigas	27
2.5.4.2.4. Losa Reticular	30
2.5.4.2.5. Diseño de Ábacos en Losas.....	31
2.5.4.2.6. Diseño de Columnas.....	34
2.5.4.2.7. Diseño de Fundaciones.....	38
2.6. Estrategia para la Ejecución del Proyecto	39
2.6.1. Especificaciones Técnicas.....	39
2.6.2. Cómputos Métricos	39

2.6.3. Análisis de Precios Unitarios	40
2.6.4. Presupuesto.....	41
2.6.5. Cronograma de Ejecución	42
2.6.5.1 Diagrama de GANTT.....	42
CAPÍTULO III	43
INGENIERÍA DEL PROYECTO	43
3.1. Análisis del Levantamiento Topográfico	43
3.2. Análisis del Estudio de Suelos	44
3.3. Diseño Arquitectónico.....	45
3.4. Planteamiento Estructural	46
3.4.1. Estructura de Cubierta	46
3.4.2. Estructura de la Edificación	48
3.5. Análisis, Cálculo y Diseño Estructural	52
3.5.1. Cálculo y Diseño Estructural.....	52
3.5.2. Diseño de Cubierta	52
3.5.3. Diseño de la Estructura de Sustentación de la Edificación	61
3.5.3.1. Diseño de Vigas	61
3.5.3.2. Diseño de Losas Reticulares	67
3.5.3.3. Diseño de Columnas.....	74
3.5.3.4. Diseño de Escaleras.....	80
3.5.3.5 Diseño de Zapatas	85
3.6 Desarrollo de la Estrategia Para la Ejecución del Proyecto	90
3.6.1. Especificaciones Técnicas.....	90
3.6.2. Precios Unitarios	91
3.6.3. Cómputos Métricos	91
3.6.4. Presupuesto.....	91
3.6.5. Cronograma de Ejecución	91
CAPÍTULO IV	92
APORTE ACADÉMICO.....	92
4.1 Antecedentes del Aporte Académico	92
4.1.1 Objetivos	92

4.1.1.1. General	92
4.1.1.2. Específicos	92
4.1.2. Alcance.....	92
4.2. Marco Teórico del Aporte Académico.....	92
4.2.1. Introducción al Método del Pórtico Equivalente.....	92
4.2.2. Propiedades de las Vigas Losas	95
4.2.3. Propiedades de Columnas	96
4.3. Diseño de la Losa Reticular Mediante el Método del Pórtico Equivalente	98
4.3.1. Análisis de cargas.....	99
4.3.2. Resistencia al Corte de la Losa	99
4.3.3. Rigidez Flexional de las Vigas losa en Ambos Extremos “ K_{sb} ”	100
4.3.3. Rigidez Flexional de las Columnas en Ambos Extremos “ K_c ”	101
4.3.4. Rigidez Torsional de los Elementos Torsionales “ K_t ”	102
4.3.5. Rigidez de la Columna Equivalente “ K_{ec} ”	102
4.3.6. Factores de Distribución “FD” en la Unión de la Viga Losa	103
4.3.7. Análisis del Pórtico Parcial del Pórtico Equivalente.....	104
4.3.7.1. Carga Mayorada y Momentos en los Extremos Empotrados	104
4.3.7.2. Distribución de Momentos	105
4.3.8. Momentos de Diseño.....	107
4.3.9. Distribución de los Momentos de Diseño en las Franjas de la Viga Losa	109
4.3.10. Cálculo de la Armadura a Flexión en la Franja de Columna Interior y en las Semifranjas Intermedias de la Losa del Pórtico Equivalente	109
4.3.10.1. Diseño a Flexión Para la Franja de Columna	110
4.3.10.2. Diseño a Flexión Para las Semifranjas Intermedias	112
CAPÍTULO V	116
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	116
5.1 Conclusiones	116
5.2 Recomendaciones.....	117
BIBLIOGRAFÍA.....	118
ANEXOS	
PLANOS	

ANEXOS

Anexo I.	Levantamiento topográfico
Anexo II.	Estudio de suelos
Anexo III.	Análisis de cargas
Anexo IV.	Pre dimensionamiento de los elementos estructurales
Anexo V.	Análisis estructural de la cubierta
Anexo VI.	Análisis estructural de la edificación
Anexo VII.	Elaboración del diagrama de interacción
Anexo VIII.	Especificaciones técnicas para la construcción
Anexo IX.	Precios Unitarios
Anexo X.	Cómputos métricos
Anexo XI.	Presupuesto del proyecto
Anexo XII.	Cronograma de ejecución
Anexo XIII.	Cartas de respaldo
Anexo XIV.	Alternativa para la idealización de la estructura con zapatas combinadas

PLANOS

1. Plano Topográfico

2. Planos Arquitectónicos

3. Planos Estructurales

3.1. Bloque de Aulas Nuevas

3.1.1. Replanteo

3.1.2. Fundación

3.1.3. Columnas

3.1.4. Vigas

3.1.5. Losas

3.1.6. Escaleras

3.1.7. Cubierta

3.2. Bloque de Laboratorios

3.2.1. Replanteo

3.2.2. Fundación

3.2.3. Columnas

3.2.4. Vigas

3.2.5. Cubierta

3.3. Bloque Existente – Ampliación de Aulas

3.3.1. Replanteo

3.3.2. Columnas

3.3.3. Vigas

3.3.4. Cubierta

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Mapa de la provincia Méndez del Departamento de Tarija.....	6
Figura 1.2 Ubicación referencial del proyecto	7
Figura 2.1 Esquema de sustentación de cubierta.....	16
Figura 2.2 Estructura a porticada de sustentación.....	16
Figura 2.4 Elementos estructurales que componen a una estructura de H°A°	23
Figura 2.5 Distribución de deformaciones	24
Figura 2.6 Diagrama del bloque rectangular equivalente según NB 1225001.....	25
Figura 2.7 Variación de ϕ en función y de la deformación de la armadura traccionada de ϵ_t	26
Figura 2.8 Deformaciones unitarias en vigas	27
Figura 2.9 Diagrama del rectángulo equivalente	28
Figura 2.10 Sección de losa reticular	30
Figura 2.11 Distribución supuesta de las tensiones de corte.....	33
Figura 2.12 Diagrama de interacción de columnas	35
Figura 2.13 Alturas útiles para el cálculo del diagrama de interacción	35
Figura 2.14 Distribución de deformaciones en una sección de H°A°	36
Figura 2.15 Ubicación de las secciones críticas para momento máximo mayorado en zapatas	38
Figura 3.1 Propiedad del Instituto 2 de Agosto Iscayachi	43
Figura 3.2 Topografía de la propiedad (Instituto 2 de Agosto).....	44
Figura 3.3 Ubicación de los pozos para en ensayo SPT.....	45
Figura 3.4 Modelo de idealización de la cubierta (Bloque de aulas)	47
Figura 3.5 Modelo idealización de la cubierta (Bloque de laboratorios).....	48
Figura 3.6 Modelo de idealización de la edificación (Bloque de aulas nuevas)	50
Figura 3.7 Modelo de idealización de la edificación (Bloque existente – ampliación de aulas) ...	51
Figura 3.8 Modelo de idealización de la edificación (Bloque de laboratorios)	51
Figura 3.9 Estructura metálica (Bloque de aulas)	52
Figura 3.10 Perfil Costanera C80x40x15x1,8mm.....	53
Figura 3.11 Esfuerzos internos de la cercha metálica	54
Figura 3.12 Perfil tubular 60x60x1,8mm	55
Figura 3.13 Perfil tubular 50x50x1,8mm	57
Figura 3.14 Unión de correas/cuerda superior	59

figura 3.15 Transmisión de cargas en la unión.....	60
Figura 3.16 Diagrama de momentos flectores	62
Figura 3.17 Diagrama cortantes	62
Figura 3.18 Esquema de la viga	62
Figura 3.19 Momentos de diseño para la losa.....	67
Figura 3.20 Esquema de la losa.....	68
Figura 3.21 Área de influencia para el cortante	71
Figura 3.22 Diagrama de interacción de columnas sección X-X.....	77
Figura 3.23 Diagrama de interacción de columnas sección Y-Y	77
Figura 3.24 Esquema de la escalera	80
Figura 3.25 Cargas distribuidas tramo 1	81
Figura 3.26 Cargas distribuidas tramo 2	81
Figura 3.27 Diagrama de cortantes	84
Figura 3.28 Esquema de la zapata.....	85
Figura 3.29 Datos geométricos de la zapata.....	85
Figura 3.30 Franja para el diseño a flexion en zapatas	87
Figura 3.31 Área de influencia para el corte en zapatas.....	89
Figura 4.1 Sistema viga losa	93
Figura 4.2 Franjas de diseño para un pórtico equivalente.....	93
Figura 4.3 Pórtico equivalente para la franja sombreada en la figura 5.2.....	94
Figura 4.4 Secciones para calcular rigideces de las vigas losa	95
Figura 4.5 Suposición de rigidez en columnas.....	96
Figura 4.6 factores de distribución de momentos	97
Figura 4.7 Idealización de la losa (bloque de aulas)	98
Figura 4.8 Secciones críticas para el corte	100
Figura 4.9 Rigidez para vigas losa y columnas.....	103
Figura 4.10 Momentos de diseño positivos y negativos (kN-m)	107
Figura 4.11 Momentos de diseño (kN-m)	108
Figura 4.12 Esquema de la losa.....	110
Figura 4.13 Momentos de diseño para la losa.....	110
Figura 4.14 Representación de la sección transversal para el cálculo de los nervios de la losa ..	111

Figura 4.15 Momentos de diseño para la losa..... 112

Figura 4.16 Representación de la sección transversal para el cálculo de los nervios de la losa ..113

 Figura 4.17 Disposición de la armadura positiva correspondientes a la franja del pórtico
equivalente 114

 Figura 4.18 Disposición de la armadura negativa correspondientes a la franja del pórtico
equivalente 115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Distribución de Ambientes (Bloque de aulas)	4
Tabla 1.2 Distribución de ambientes (Bloque de laboratorios).....	4
Tabla 1.3. Localización del proyecto	5
Tabla: 1.4 Territorio del municipio El Puente	8
Tabla 2.1 Valores empíricos de D_r , ϕ , y peso específico para suelos granulares basados en el SPT, aproximadamente a 6 m de profundidad y normalmente consolidados.	13
Tabla 2.2: Factores de capacidad de carga de Terzaghi.....	14
Tabla 2.3 Designación de Cargas Según NB 1225002	19
Tabla 2.4 Factor de reducción de resistencia, ϕ , para momento, fuerza axial, o combinación de momento y fuerza axial.....	27
Tabla 2.5 Valores de β_1 para la distribución rectangular equivalente de tensiones en el hormigón.	28
Tabla 2.6 Cálculo de V_c para cortantes en dos direcciones	34
Tabla 3.1 Secciones para las uniones	59
Tabla 3.2 Cargas de las correas transmitidas en la unión.....	59
Tabla 3.3 Características y propiedades de las placas conformadas	59
Tabla 3.4 Soldaduras generadas en la unión	60
Tabla 3.5 Datos para el gráfico del diagrama de interacción en “x”.....	75
Tabla 3.6 Datos para el gráfico del diagrama de interacción en “y”.....	76
Tabla 4.1 Distribución de momentos para el pórtico parcial	105
Tabla 4.2 Momentos de diseño (kN-m)	109