

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



***“DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL METÁLICA, PARA
EL PARQUE INDUSTRIAL DE LA CIUDAD DE TARIJA”***

Por:

GONZALO RAMÓN FERREYRA ORTEGA

Proyecto de Ingeniería Civil, 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

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 UNA NAVE INDUSTRIAL METÁLICA, EN EL
PARQUE INDUSTRIAL DE LA CIUDAD DE TARIJA”***

Por:

GONZALO RAMÓN FERREYRA ORTEGA

Proyecto elaborado en la asignatura:

CIV – 502 PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL II

SEMESTRE I – 2025

TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIA:

El presente trabajo va dedicado a mis padres quienes con su apoyo incondicional y permanente hicieron este trabajo posible; a mi familia quienes, en muchos aspectos de mi vida, son un ejemplo a seguir; a mis profesores sin cuya paciencia y dedicación no estuviera escribiendo estas palabras; a Melisa cuyo incondicional apoyo y exigencia dieron forma a este proyecto; a mis amigos quienes con su fugaz paso y constante apoyo me ayudaron a concluir este proyecto.

ÍNDICE

DEDICATORIA:

AGRADECIMIENTO:

RESUMEN

1.	CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Introducción	1
1.2.	El Problema	2
1.3.	Objetivos	2
1.3.1.	General	2
1.3.2.	Específicos	3
1.4.	Justificación.....	3
1.4.1.	Académica.....	3
1.4.2.	Técnica	4
1.5.	Alcance del proyecto.....	5
1.5.1.	Restricciones	6
1.6.	Aporte académico.....	6
2.	CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1.	Características generales de las naves industriales	8
2.2.	Proyecto arquitectónico.....	9
2.3.	Topografía	10
2.4.	Estudio Geotécnico	11
2.5.	Estructura de cubierta.....	13
2.6.	Materiales.....	14
2.6.1.	Características del acero.....	15
2.6.1.1.	Características generales	15
2.6.1.2.	Aceros conformados en frío	18
2.6.2.	Características del hormigón armado.....	24
2.7.	Normativas aplicables	27
2.8.	Herramienta de cálculo: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2023	29

2.9.	Definición y Características de Estructuras Mixtas	31
2.10.	Ventajas y Desventajas de la Estructura Mixta.....	31
2.11.	Diseño de la Superestructura Metálica.....	31
2.12.	Diseño de la Subestructura de Hormigón Armado	36
2.13.	Interacción entre la Superestructura Metálica y la Subestructura de Hormigón Armado	37
2.14.	Estimación del costo y presupuesto de diseño	38
2.15.	Planeamiento y cronograma de ejecución.....	40
3.	CAPÍTULO III: INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	43
3.1.	Ubicación y Topografía.....	43
3.2.	Estudio Geotécnico	46
3.3.	Análisis de cargas.....	46
3.3.1.	Acciones Permanentes	46
3.3.1.1.	Peso propio de los elementos estructurales	46
3.3.1.1.1.	Peso de material de cubierta.....	47
3.3.2.	Acciones Variables.....	47
3.3.2.1.	Sobrecarga de uso	47
3.3.2.2.	Carga de granizo	49
3.3.2.3.	Acciones térmicas	50
3.3.2.4.	Carga de viento	51
3.3.2.4.1.	Cálculo de las acciones del viento aplicando la Norma Boliviana NB 1225003-1 Acciones sobre las estructuras - Acción del Viento	56
3.3.2.4.1.1.	Presión dinámica de viento	56
3.3.2.4.1.2.	Presiones de diseño para el sistema principal resistente a la fuerza del viento (SPRFV).....	59
3.3.2.4.1.2.1.	Aplicando el procedimiento analítico	59
3.3.2.4.1.2.2.	Aplicando el criterio para construcciones prismáticas de base cuadrangular	62
3.3.2.4.2.	Cálculo del modelo de túnel de viento para Robot Structural Analysis 2023	68

3.3.2.4.3.	Comparativa de cargas de viento	70
3.4.	Combinación de acciones o hipótesis de cargas	71
3.4.1.	Combinación de cargas para Estado Límite de Servicio.....	71
3.4.2.	Combinación de cargas para Estado Límite Ultimo	72
3.5.	Solicitaciones	76
3.5.1.	Pórtico Central (EJE 5)	77
3.6.	Reacciones.....	79
3.7.	Deformaciones	80
3.8.	Uniones soldadas.....	81
3.9.	Método de cálculo y resultados.....	83
3.10.	Técnica constructiva.....	90
3.10.1.	Planeación y exploración	90
3.10.2.	Fabricación, adquisición de materiales y control de calidad.....	90
3.10.3.	Montaje de la estructura	91
3.10.4.	Protección de la estructura	92
3.10.5.	Instalación de servicios	92
3.10.6.	Mantenimiento de la estructura.....	93
3.11.	Costos y presupuesto.....	93
3.11.1.	Análisis de precios unitarios	93
3.12.	Planeamiento y cronograma de ejecución.....	98
4.	CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	101
4.1.	CONCLUSIONES	101
4.2.	RECOMENDACIONES	102
	BIBLIOGRAFÍA	105

INDICE DE FIGURAS

Figura 2-1: Tipología de armaduras	14
Figura 2-2: Transición sobre la lámina plana (a) a la configuración doblada (b)	20
Figura 2-3: Algunas formas típicas de secciones transversales formadas en frío	21
Figura 2-4: Algunas secciones transversales típicas de paneles formados en frío	21
Figura 2-5: Información de la herramienta de cálculo utilizada	30
Figura 3-1: Ubicación del nuevo parque industrial de la ciudad de Tarija	44
Figura 3-2: Vista del terreno para el emplazamiento del parque industrial de la ciudad de Tarija	45
Figura 3-3: Carretera a Sella Cercado	45
Figura 3-4: Viento actuante normal a la línea de la cumbrera	52
Figura 3-5: Viento actuando paralelo a la línea de la cumbrera	53
Figura 3-6: Caso A Esquina 1	53
Figura 3-7: Caso A Esquina 2	54
Figura 3-8: Caso B Esquina 1	54
Figura 3-9: Caso B Esquina 2	55
cuyo3-10: Alturas características de la estructura	58
Figura 3-11: Superficies de redistribución de carga, caso de carga A Esquina 1	66
Figura 3-12: Superficies de redistribución de carga, caso de carga A Esquina 2	66
Figura 3-13: Superficies de redistribución de carga, caso de carga B Esquina 1	67
Figura 3-14: Superficies de redistribución de carga, caso de carga B Esquina 2	67
Figura 3-15: Cerramientos de la estructura	70
Figura 3-16: Envolvente superior (compresión) F_x	77
Figura 3-17: Envolvente inferior F_y	77

Figura 3-18: Envolvente superior F_z	78
Figura 3-19: Envolvente superior M_y	78
Figura 3-20: Envolvente inferior M_y	79
Figura 3-21: Reacciones en Estado Límite Último	79
Figura 3-22: Reacciones en Estado Límite de Servicio	80
Figura 3-23: Deformaciones	80
Figura 3-24: Esfuerzo axial de compresión barra 769	81
Figura 3-25: Esfuerzo axial de tracción barra 1749	82
Figura 3-26: Esquema de la soldadura	82
Figura 3-27: Esquema general de la Estructura de estudio	84
Figura 3-28: Esquema general de la disposición de las cimentaciones	86
Figura 3-29: Muestra de la disposición de cimentaciones	86
Figura 3-30: Disposición de perfiles	88

INDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Listado de aceros aprobados por la ASTM	23
Tabla 3-1: Valores característicos de las sobrecargas de uso	49
Tabla 3-2: Referencia de presiones de viento	56
Tabla 3-3: Coeficientes de exposición para diversas alturas	57
Tabla 3-4: Presiones dinámicas obtenidas para distintas alturas	58
Tabla 3-5: Coeficiente de presión externa “ C_p ” en paredes	60
Tabla 3-6: Coeficientes de presión externa “ C_p ” para cubierta, acción del viento normal a la cumbrera, primera forma de interpolación	60
Tabla 3-7: Presiones sobre el SPRFV, acción del viento normal a la cumbrera	61
Tabla 3-8: Coeficientes de presión externa “ C_p ” para cubierta, acción del viento paralelo a la cumbrera	61
Tabla 3-9: Presiones sobre el SPRFV, acción del viento paralelo a la cumbrera	62
Tabla 3-10: Determinación del ancho de superficie de una zona extrema	63
Tabla 3-11: Coeficientes de presión externa “ GC_{pf} ” para el caso de carga A	63
Tabla 3-12: Coeficientes de presión externa “ GC_{pf} ” para el caso de carga A	63
Tabla 3-13: Coeficiente de presión externa “ GC_{pf} ” para el caso de carga B	64
Tabla 3-14: Presiones de diseño, Esquina 1 caso de carga A	64
Tabla 3-15: Presiones de diseño, Esquina 2 caso de carga A	65
Tabla 3-16: Presiones de diseño, Esquina 1 y 2 caso de carga B	65
Tabla 3-17: Cálculo del perfil de viento para el simulador de túnel de viento	69
Tabla 3-18: Comparación de carga de viento según distintos procedimientos	70
Tabla 3-19: Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones	75
Tabla 3-20: Coeficientes de simultaneidad (ψ)	76

Tabla 3-21: Resumen de las secciones para vigas y columnas	85
Tabla 3-22: Resumen de las secciones de zapatas	85
Tabla 3-23: Resumen de las secciones de acero	87
Tabla 3-24: Resumen de las placas de anclaje	87
Tabla 3-25: Resumen ratio Demanda/Capacidad.....	89
Tabla 3-26: Comparativa resultados manuales vs. software	89
Tabla 3-26: Formulario B-2, Análisis de Precios Unitarios.....	96
Tabla 3-27: Presupuesto general	97

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: PERFILES METALICOS

ANEXO 2: ESPECIFICACIONES TECNICAS

ANEXO 3: INFORME GEOTECNICO

ANEXO 4: NB 1225003-1:2022 TABLAS Y FIGURAS

ANEXO 5: DESEARROLLO DE COMBINACIONES

ANEXO 6: COMPENDIO ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS 2023

ANEXO 7: SOLICITACIONES Y DISEÑO

ANEXO 8: COSTOS Y PRESUPUESTOS

ANEXO 9: PLANOS GENERALES