



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

MONTAJE DE ESTRUCTURA METÁLICA PARA

SOPORTE DE COBERTURA EN INSTITUCIÓN

EDUCATIVA

PRESENTADO POR

BACH. STEVE KENNY RODRIGUEZ MAMANI

ASESOR

DR. NILTON JUAN ZEBALLOS HURTADO

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO

MOQUEGUA – PERÚ

2024



Universidad José Carlos Mariátegui

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, en calidad de Jefe de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, certifica que el trabajo de investigación (___) / Tesis (___) / Trabajo de suficiencia profesional (___x___) / Trabajo académico (___), titulado “**MONTAJE DE ESTRUCTURA METÁLICA PARA SOPORTE DE COBERTURA EN INSTITUCIÓN EDUCATIVA**” presentado por el(la) Bachiller **RODRIGUEZ MAMANI, STEVE KENNY** para obtener el grado académico (___) o Título profesional (___x___) o Título de segunda especialidad (___) de: **INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**, y asesorado por el(la) **DR. NILTON JUAN ZEBALLOS HURTADO**, designado como asesor con RESOLUCIÓN DE DECANATURA N°292-2024-DFAIA-UJCM, fue sometido a revisión de similitud textual con el software TURNITIN, conforme a lo dispuesto en la normativa interna aplicable en la UJCM.

En tal sentido, se emite el presente certificado de originalidad, de acuerdo al siguiente detalle:

Programa académico	Aspirante(s)	Trabajo de suficiencia profesional	Porcentaje de similitud
Ingeniería Mecánica Eléctrica	Rodríguez Mamani, Steve Kenny	“MONTAJE DE ESTRUCTURA METÁLICA PARA SOPORTE DE COBERTURA EN INSTITUCIÓN EDUCATIVA”	22 % (13 de setiembre de 2024)

El porcentaje de similitud del Trabajo de investigación es del **22 %**, que está por debajo del límite **PERMITIDO** por la UJCM, por lo que se considera apto para su publicación en el Repositorio Institucional de la UJCM.

Se emite el presente certificado de similitud con fines de continuar con los trámites respectivos para la obtención de grado académico o título profesional o título de segunda especialidad.

Moquegua, 13 de setiembre de 2024



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Ph.D. EDGAR VIRGILIO BÉDOYA JUSTO
Jefe de la Unidad de Investigación

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
PÁGINA DE JURADO	i
CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO	v
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I ASPECTOS GENERALES DEL TEMA	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Descripción y organización de la empresa.....	2
1.2.1 Nombre de la empresa.....	2
1.2.2 Ubicación de la empresa.	2
1.2.3 Descripción de la empresa.	2
1.3 Contexto socio económico, descripción del área de la institución.....	3
1.3.1 Descripción del área de trabajo en la institución.	4
1.3.2 Recursos.	4
1.3.2.1 Recursos humanos.....	4
1.3.2.2 Recursos materiales.....	5
1.3.2.3 Recursos financieros.	5
1.4 Descripción de la experiencia	5
1.4.1 Experiencia profesional.....	6
1.4.2 Experiencia personal.	6

1.4.3 Otras experiencias.....	6
1.5 Explicación del cargo.....	6
1.5.1 Planificación.....	7
1.5.2 Organización.....	7
1.5.3 Supervisión.....	7
1.5.4 Comunicación.....	7
1.5.5 Toma de decisiones.....	7
1.6 Propósito del puesto.....	8
1.7 Producto o proceso que será objeto del informe.....	9
1.8 Resultados concretos que se ha alcanzado.....	9
1.8.1 Protección contra el clima.....	10
1.8.1.1 Protección contra la lluvia, el sol y el viento.....	10
1.8.1.2 Disminución de la interrupción de clases.....	10
1.8.1.3 Mejora del ambiente de aprendizaje.....	10
1.8.2 Ampliación del espacio educativo.....	10
1.8.2.1 Creación de nuevos espacios.....	10
1.8.2.2 Aumento de la flexibilidad.....	10
1.8.2.3 Optimización del uso del espacio.....	10
1.8.3 Mejora de la estética.....	10
1.8.3.1 Modernización de la infraestructura.....	10
1.8.4 Beneficios adicionales.....	11
1.8.4.1 Mayor seguridad.....	11
1.8.4.2 Reducción del mantenimiento.....	11
CAPÍTULO II FUNDAMENTACIÓN.....	12
2.1 Explicación del papel que jugaron la teoría y la práctica en el desempeño laboral	

2.1.1 Teoría.	12
2.1.2 Práctica.	12
2.1.3 Importancia de la teoría y la práctica.	13
2.1.4 Marco teórico.	13
2.1.4.1 Acero estructural	13
2.1.4.2 Soldadura.	25
2.1.4.3 Montaje	26
2.2 Descripción de las acciones, metodología y procedimiento a los que se recurrió para resolver la situación profesional objeto del informe.	27
CAPÍTULO III APORTES Y DESARROLLO DE EXPERIENCIAS	30
3.1 Aportes utilizando los conocimientos o bases teóricas adquiridas durante la carrera.....	30
3.1.1 Introducción.	30
3.1.2 Aportes en fase de diseño.....	30
3.1.3 Aportes en selección de materiales.	30
3.1.4 Aportes en fase de montaje.	31
3.1.5 Otros aportes.	31
3.2 Desarrollo de experiencias	32
3.2.1 Experiencias y habilidades técnicas.	33
3.2.2 Experiencias generales y/o transversales.	33
3.2.3 Componentes principales de la estructura metálica para cobertura.	35
3.2.3.1 Placas de anclaje.	35
3.2.3.2 Columnas	36
3.2.3.3 Vigas.	37
3.2.3.4 Correas.	41
3.2.3.5 Arriostramientos.....	42

3.2.3.6 Uniones o conexiones.	43
3.2.4 Descripción de parámetros.	45
3.2.4.1 Estructura metálica.	45
3.2.4.2 Montaje de estructuras.	45
3.2.4.3 Verticalidad.	45
3.2.4.4 Alineamiento.	45
3.2.4.5 Elevación.	45
3.2.4.6 Soldadura.	46
3.2.4.7 Equipo de izaje.	46
3.2.4.8 Accesorio de maniobra.	46
3.2.4.9 Tándem.	46
3.2.4.10 Eslingas.	46
3.2.4.11 Estrobos.	46
3.2.4.12 Estrobador.	46
3.2.4.13 Ganchos.	47
3.2.4.14 Grillete.	47
3.2.4.15 Grúa.	47
3.2.4.16 Rigger.	47
3.2.4.17 Carga crítica.	47
3.2.4.18 Pre ensamble de estructuras.	47
3.2.5 Preparativos de inicio del montaje de la estructura metálica.	48
3.2.5.1 Planificación y diseño.	48
3.2.5.2 Preparación del terreno.	49
3.2.5.3 Revisión de materiales.	49
3.2.5.4 Preparación del equipo y la mano de obra.	50
3.2.6 Procedimiento del montaje de la estructura metálica.	50

3.2.6.1 Liberación de placas base.....	50
3.2.6.2 Izaje y montaje de las estructuras metálicas.	51
3.2.6.3 Alineamiento de bases y verticalización de columnas.....	55
3.2.6.4 Conexiones soldadas.	55
3.2.6.5 Resanes de pintura.....	57
3.2.7 Montaje de la cobertura.....	58
3.2.7.1 Izaje y Colocación de la Cobertura.	59
3.2.7.2 Resanes de Pintura.	60
3.2.7.3 Puntos de Control de Calidad.....	60
3.2.8 Requerimiento de personal.....	61
3.2.8.1 Ingeniero residente.....	61
3.2.8.2 Jefe responsable del control de calidad.....	62
3.2.8.3 Supervisión de calidad de estructuras metálicas.....	63
3.2.8.4 Supervisor de Ejecución.....	63
3.2.8.5 Topógrafo.....	64
3.2.8.6 Personal Obrero.....	64
3.2.9 Equipos de protección personal.	65
3.2.10 Herramientas y equipos de trabajo.....	65
3.2.11 Materiales.....	67
3.2.12 Pruebas de calidad de la estructura metálica.....	67
3.2.12.1 Inspección visual.....	68
3.2.12.2 Ensayos mecánicos.....	68
3.2.12.3 Inspección de soldaduras.	68
3.2.12.4 Pruebas de carga.....	69
3.2.12.5 Inspección final.....	69
3.2.13 Presentación de los Resultados.	70

3.2.14 Actividades para la prevención de accidentes durante el montaje.....	72
3.2.14.1 Planificación y diseño.	72
3.2.14.2 Preparación del sitio.....	73
3.2.14.3 Ejecución del montaje.....	73
3.2.14.4 Inspección y mantenimiento.	74
3.2.14.5 Comunicación y coordinación.....	74
CONCLUSIONES.....	31
RECOMENDACIONES.....	32
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Organigrama de la empresa	3
Figura 2 Diagrama de esfuerzo-deformación característico de un acero estructural	19
Figura 3 Placa base de columna y pernos de anclaje	36
Figura 4 Perfil HEB usado como soporte en edificio	37
Figura 5 Perfil IPE utilizado como viga principal de los pórticos.....	38
Figura 6 Refuerzo con pletinas en alas de viga IPN	39
Figura 7 Montaje de una viga en celosía	41
Figura 8 Uso de perfil C para correas de una cubierta.....	42
Figura 9 Diagonales en pórticos de acero.....	43
Figura 10 Conexión atornillada entre dos vigas	43
Figura 11 Conexión soldada en columna – viga	44
Figura 12 Izaje de vigas	54
Figura 13 Izaje de columnas	54
Figura 14 Conexiones soldadas.....	57
Figura 15 Colocación de cobertura.....	59
Figura 16 Equipos de protección personal	65

RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional tiene por objeto compartir las experiencias adquiridas durante los diferentes procesos de montaje de estructuras metálicas para soporte de cobertura efectuadas en la institución educativa Colegio de Alto Rendimiento COAR de Moquegua, que tienen como finalidad garantizar el correcto funcionamiento de la instalación y evitar insolaciones de los estudiantes, además de posibles fallos o averías, así como detectar y corregir cualquier anomalía que pueda afectar la estabilidad funcional. Para lo cual, se realizaron una serie de tareas altamente especializadas y efectuadas con personal altamente capacitado de la Empresa constructora. Las experiencias aprendidas durante mi permanencia en el proyecto del montaje de estructura metálica para soporte de cobertura, se pueden resumir en las siguientes: Inspección visual, donde se realizó una revisión detallada de toda la habilitación y armado, prestando especial atención a las vigas y componentes más críticas. Mediciones y pruebas, en las cuales se efectuaron mediciones y pruebas de resistencia para evaluar el estado de los equipos y componentes de la estructura metálica. Reparación y sustitución de equipos, cuando se detectaron anomalías, se realizan labores de reparación o sustitución de los componentes afectados. Finalmente, el proyecto de montaje de estructuras metálicas para soporte de cobertura se culminó satisfactoriamente de acuerdo a lo planificado, resultando para mí como bachiller de ingeniería mecánica eléctrica de suma importancia para mi formación profesional.

Palabras clave: Montaje, Estructura Metálica, Cobertura, Inspección.

ABSTRACT

The purpose of this professional proficiency work is to share the experiences acquired during the different assembly processes of metal structures for coverage support at the Colegio de Alto Rendimiento COAR de Moquegua educational institution, which aim to guarantee the correct functioning of the installation and avoid sunstroke for students, as well as possible failures or breakdowns. Likewise, detect and correct any anomaly that may affect functional stability. For this, a series of highly specialized tasks were carried out with highly trained personnel from the construction company. The experiences learned during my stay in the metal structure assembly project for roof support can be summarized in the following: Visual inspection, where a detailed review of the entire fitting and assembly is carried out, paying special attention to the beams and components. more criticism. Measurements and tests, in which measurements and resistance tests are carried out to evaluate the state of the equipment and components of the metal structure. Repair and replacement of equipment, if anomalies are detected, repair or replacement of the affected components is carried out. Finally, the project for assembling metal structures to support the coverage was completed satisfactorily according to plan, resulting for me as a graduate in electrical mechanical engineering of utmost importance for my professional training.

Keywords: Assembly, Metal Structure, Coverage, Inspection.

INTRODUCCIÓN

La construcción de una estructura metálica para soportar la cobertura en la institución educativa Colegio de Alto Rendimiento – COAR de Moquegua, es un proyecto de gran importancia para la comunidad educativa. Esta estructura permitirá proteger a los estudiantes, profesores y personal del clima y otros elementos externos, creando un ambiente seguro y confortable para el aprendizaje, siendo los objetivos principales del proyecto:

Garantizar la seguridad de la comunidad educativa, proteger el espacio educativo de las inclemencias del tiempo, mejorar las condiciones de aprendizaje y enseñanza y aportar valor estético a la institución educativa.

El proyecto consiste en el montaje de una estructura metálica que servirá de soporte a la cobertura de la institución educativa. La estructura estará compuesta por:

Columnas: Soportarán el peso de la estructura y la cobertura.

Vigas: Distribuirán el peso de la cobertura a las columnas.

Cerchas: Formarán la estructura principal de la cobertura.

Calaminón: Cubrirán la estructura y protegerán del clima.

El montaje de la estructura metálica se realizará siguiendo una metodología de trabajo seguro y eficiente que, incluyendo planificación, preparación del terreno, montaje de la estructura e instalación de la cobertura: Se instalará la cobertura sobre la estructura metálica.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES DEL TEMA

1.1 Antecedentes

La fase preliminar del diseño de una estructura de acero consiste en el análisis de la carga. Hay que determinar la carga que debe soportar la estructura, que comprende la carga muerta, indicativa del peso inherente de la estructura, y la carga viva, que incluye las cargas aplicadas durante el funcionamiento, como los ocupantes, la presión del viento y otras variables.

La adaptabilidad y durabilidad de las construcciones metálicas prevalecen en la arquitectura moderna. Son aplicables en numerosos contextos, como rascacielos, puentes y estructuras industriales.

Por su resistencia y facilidad de montaje, los sistemas de cubiertas metálicas son muy populares en la construcción moderna. Están diseñados para soportar grandes pesos y condiciones meteorológicas.

Las estructuras metálicas ejemplifican la construcción prefabricada. Los distintos componentes y elementos se fabrican en el taller y posteriormente se unen y ensamblan in situ mediante elementos de conexión.

Los componentes clave de las estructuras metálicas utilizadas en la construcción incluyen anclajes, columnas, vigas, correas, arrostamientos y

conexiones. Cada uno de estos elementos cumple una función específica en la estructura.

1.2 Descripción y organización de la empresa

1.2.1 Nombre de la empresa.

“Corporación SAIT S.R.L”

1.2.2 Ubicación de la empresa.

Calle Ancash N° 138 B Segundo Piso – Moquegua

1.2.3 Descripción de la empresa.

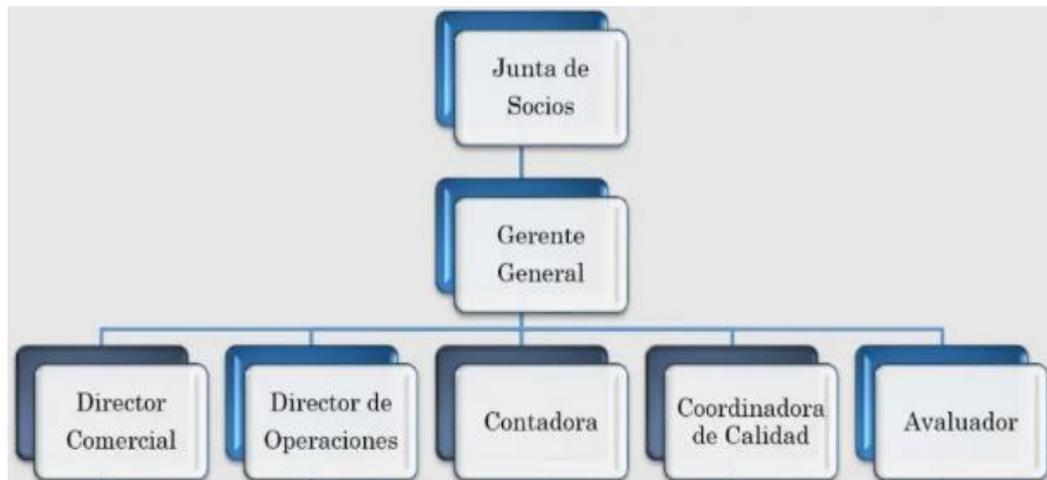
La Empresa Corporación SAIT S.R.L se especializa en construcciones de estructuras metálicas, instalaciones eléctricas y proyectos civiles.

Posee amplia experiencia en el sector, con un equipo altamente calificado y certificado, dentro de las construcciones metalmecánicas efectúa diseño, fabricación e instalación de estructuras metálicas para naves industriales, edificios, centros comerciales, puentes, etc. En lo que respecta a las instalaciones eléctricas realiza montaje y mantenimiento de instalaciones eléctricas en baja y media tensión, para edificios, industrias, comercios y proyectos de infraestructura, y en proyectos civiles ejecuta construcciones y supervisión de obras civiles como carreteras, puentes, alcantarillados, redes de agua potable, etc.

Además, se cumplen con los más altos estándares de calidad en los materiales, la mano de obra y los procesos constructivos.

Figura 1

Organigrama de la empresa



1.3 Contexto socio económico, descripción del área de la institución.

El contexto socioeconómico de la empresa de construcciones metálicas, eléctricas y civiles Corporación SAIT S.R.L, puede ser muy amplio y variado. Aquí te menciono algunos aspectos relevantes:

El sector de la construcción es un motor clave para impulsar la economía de un país, contribuyendo de manera significativa a su crecimiento y desarrollo. La construcción actúa como un catalizador de la actividad económica, generando un efecto dominó en diversos sectores.

Un estudio socioeconómico de la empresa sirve para evaluar el impacto del desarrollo socioeconómico, en términos de mejoras en indicadores como el PIB, la esperanza de vida, la alfabetización, el nivel de empleo y otros factores que tienen incidencia directa en el desarrollo empresarial y económico. En este marco socioeconómico el contexto puede tener un impacto significativo en diversos aspectos de las empresas, como el crecimiento económico (Bardales, 2023).

Los principales factores de competitividad de las empresas de construcción son la eficiencia, el mercado laboral, el capital humano, la existencia de una mano

de obra cualificada y los conocimientos tecnológicos y metodológicos (Sánchez, 2020).

1.3.1 Descripción del área de trabajo en la institución.

El desarrollo de los trabajos de montaje de la estructura metálica para la cobertura o techo, se efectuó íntegramente en la institución educativa Colegio de Alto Rendimiento – COAR de Moquegua, puesto que se trata de una estructura aérea montada sobre columnas también metálicas cimentadas en placas base. La placa base se fija al suelo mediante anclajes de expansión o pernos, y su función es distribuir las cargas verticales de la columna al suelo. La placa base es una parte vital de la estructura, ya que proporciona estabilidad y evita que las columnas se desplacen o vuelquen. Sobre las vigas se montan las columnas metálicas de acero de sección W. Son precisamente las columnas las que soportan a la estructura sobre la cual se coloca la cobertura, que tiene como finalidad proteger a los estudiantes del fuerte sol (“Dibujante Estructural”, 2023)

Para que las operaciones de montaje de la estructura metálica tengan éxito ni percance, era necesario planificar y programar las diferentes tareas y actividades de la obra, a fin de conseguir que los resultados sean positivos como se había esperado.

1.3.2 Recursos.

La empresa cuenta con los siguientes recursos:

1.3.2.1 Recursos humanos.

Ingeniero estructural responsable de calcular las cargas y las fuerzas que actúan sobre la estructura y determinar las dimensiones y el tipo de material necesario. Capataz responsable de supervisar el trabajo de los demás trabajadores y de garantizar que se siga el plan de trabajo. Soldadores responsables de unir las piezas

de metal entre sí. Ayudantes responsables de realizar tareas como levantar y transportar materiales, colocar andamios y limpiar el sitio de trabajo.

1.3.2.2 Recursos materiales.

Materiales de construcción como perfiles metálicos, vigas, columnas, correas, chapas metálicas para la cubierta del techo, tornillos, tuercas y arandelas para unir las piezas de metal entre sí, pintura o imprimación para proteger la estructura metálica de la corrosión. Herramientas de soldadora eléctrica para unir las piezas de metal entre sí, taladro para hacer agujeros en los perfiles metálicos, llaves, martillos para clavar clavos y para golpear piezas metálicas.

1.3.2.3 Recursos financieros.

Presupuesto para cubrir los costos de los materiales de construcción, las herramientas, el equipo de seguridad y la mano de obra. Permisos y licencias necesarios para realizar el trabajo. Seguro para cubrir los daños a la propiedad o a las personas que puedan ocurrir durante el montaje de la estructura.

1.4 Descripción de la experiencia

Como bachiller en ingeniería mecánica eléctrica pude obtener una valiosa experiencia al participar en el montaje de la estructura metálica para cobertura en una institución educativa. Algunas de las experiencias que adquirí son:

Experiencia técnica: conocer en la práctica los diferentes tipos de estructuras metálicas y sus componentes. Habilidad para interpretar planos de construcción y especificaciones técnicas. Experiencia en el uso de herramientas y equipos para el montaje de estructuras metálicas. Capacidad para trabajar en equipo y seguir instrucciones. Habilidad para resolver problemas y tomar decisiones. Conocimiento de las normas de seguridad para el montaje de estructuras metálicas.

1.4.1 Experiencia profesional.

Experiencia en la gestión de proyectos. Habilidad para trabajar con clientes y proveedores. Capacidad para cumplir con plazos y presupuestos. Experiencia en la resolución de problemas y la toma de decisiones. Habilidad para trabajar de forma autónoma y como parte de un equipo.

1.4.2 Experiencia personal.

Desarrollo de la confianza en sí mismo y la autoestima. Mejora de la capacidad de trabajar bajo presión. Desarrollo de la capacidad de comunicación y liderazgo. Fortalecimiento del trabajo en equipo y la colaboración. Satisfacción por haber contribuido a un proyecto importante para la comunidad.

1.4.3 Otras experiencias.

Oportunidad de aprender de profesionales con experiencia en el montaje de estructuras metálicas. Posibilidad de establecer contactos con otros profesionales del sector. Mejora del currículum vitae y las perspectivas laborales.

En resumen, la participación en el montaje de una estructura metálica para cobertura en una institución educativa fue una experiencia muy valiosa como bachiller en ingeniería mecánica eléctrica. Esta experiencia me proporciono los conocimientos técnicos, las habilidades profesionales y la experiencia personal que necesito para tener éxito en mi carrera profesional.

1.5 Explicación del cargo

Como supervisor en el montaje de la estructura metálica para cobertura en la institución educativa, fui el responsable de asegurar que el montaje de la estructura metálica se realice de manera segura, eficiente y de acuerdo con los planos y especificaciones técnicas. Para ello, se realizaron las siguientes tareas:

1.5.1 Planificación.

Consiste en revisar los planos y especificaciones técnicas del proyecto, elaborar un plan de trabajo que incluya el cronograma, los recursos humanos y materiales necesarios, identificar los riesgos potenciales y desarrollar medidas para mitigarlos.

1.5.2 Organización.

Se refiere a controlar y gestionar el equipo de trabajo, asignar responsabilidades y tareas a los miembros del equipo, proporcionar al equipo la formación y los recursos necesarios.

1.5.3 Supervisión.

Es la acción de inspeccionar el trabajo realizado por el equipo de manera regular, identificar y corregir cualquier problema o desviación del plan de trabajo, garantizar que se cumplan las normas de seguridad.

1.5.4 Comunicación.

Comunicarme con el ingeniero responsable, con el cliente, los proveedores y el equipo de trabajo de manera regular, informar sobre el progreso del proyecto y resolver cualquier problema o duda.

1.5.5 Toma de decisiones.

Tomamos decisiones oportunas para resolver problemas y asegurar el éxito del proyecto, asesorar al cliente y al equipo de trabajo sobre las mejores prácticas para el montaje de la estructura metálica.

En resumen, como supervisor jugué un papel fundamental en el montaje de la estructura metálica para cobertura en la institución educativa. Todo esto para garantizar que el proyecto se realice de manera segura, eficiente y de acuerdo con los requisitos del cliente.

1.6 Propósito del puesto

El propósito del cargo de supervisor en el montaje de una estructura metálica para cobertura en una institución educativa Colegio de Alto Rendimiento – COAR de Moquegua, es garantizar que el proyecto se complete de manera segura, eficiente, y de acuerdo con los planos y especificaciones técnicas.

Las responsabilidades del supervisor incluyen planificar y organizar el montaje de la estructura, contratar y gestionar el equipo de trabajo, supervisar el trabajo del equipo y asegurar que se cumplan las normas de seguridad, comunicarse con el cliente, los proveedores y el equipo de trabajo, resolver problemas y tomar decisiones para asegurar el éxito del proyecto.

El supervisor debe tener las siguientes habilidades y experiencia en el montaje de estructuras metálicas, conocimiento de los planos y especificaciones técnicas, habilidad para liderar y gestionar equipos de trabajo, capacidad para resolver problemas y tomar decisiones, y buenas habilidades de comunicación.

Los beneficios de tener un supervisor calificado en el montaje de una estructura metálica para cobertura en una institución educativa incluyen mayor seguridad en el trabajo, mayor eficiencia en el montaje de la estructura, mejor calidad del producto final, menor riesgo de accidentes y retrasos, mayor satisfacción del cliente.

En resumen, el supervisor juega un papel fundamental en el montaje de una estructura metálica para cobertura en una institución educativa. Un buen supervisor puede garantizar que el proyecto se realice de manera segura, eficiente y de acuerdo con los requisitos del cliente. Además de las responsabilidades mencionadas anteriormente, el supervisor también puede ser responsable de realizar inspecciones

de calidad del trabajo realizado, aprobar o rechazar materiales y equipos, mantener registros del progreso del proyecto y preparar informes para el cliente.

1.7 Producto o proceso que será objeto del informe

El producto, objeto del presente Informe de Suficiencia Profesional se basa en el montaje de estructura metálica soporte de cobertura en la institución educativa Colegio de Alto Rendimiento – COAR de Moquegua, en el cual se describe el procedimiento de los trabajos realizados. Este informe es bastante claro, conciso y completo, que incluye la información siguiente:

- Identificación del trabajo de montaje de la estructura metálica, en el cual se debe indicar las características, ubicación y datos técnicos. Así mismo el tipo y cantidad de personal responsable de realizar el montaje. Además, el informe debe indicar los objetivos del trabajo efectuado, procedimientos del montaje donde debe describir las acciones o actividades realizadas, y los resultados obtenidos de la experiencia profesional, las recomendaciones que se deben hacer para la buena conservación y mantenimiento de la estructura metálica en bien de los alumnos de la institución educativa.
- Información adicional que se adjuntan al informe están las fotografías que pueden ser útiles para ilustrar el estado de la estructura y los trabajos de montaje que se realizaron. También se adjuntan diagramas que pueden ser útiles para explicar los procedimientos del trabajo de montaje de la estructura.

1.8 Resultados concretos que se ha alcanzado

Los resultados concretos obtenidos debido al montaje de una estructura metálica para cobertura en una institución educativa son:

1.8.1 Protección contra el clima.

1.8.1.1 Protección contra la lluvia, el sol y el viento.

La estructura metálica y la cubierta protegerán a los estudiantes, profesores y personal del clima adverso, mejorando la comodidad y seguridad en el entorno educativo.

1.8.1.2 Disminución de la interrupción de clases.

Se reduce la probabilidad de suspender clases por mal clima, asegurando la continuidad del aprendizaje.

1.8.1.3 Mejora del ambiente de aprendizaje.

Un ambiente protegido del clima permite una mejor concentración y un mayor confort para el aprendizaje.

1.8.2 Ampliación del espacio educativo.

1.8.2.1 Creación de nuevos espacios.

La estructura metálica cubre patios, canchas o áreas libres, creando nuevos espacios para actividades educativas, eventos o recreación.

1.8.2.2 Aumento de la flexibilidad.

Los espacios cubiertos pueden ser utilizados para diferentes actividades, adaptándose a las necesidades cambiantes de la institución.

1.8.2.3 Optimización del uso del espacio.

Se aprovecha al máximo el espacio disponible en la institución educativa.

1.8.3 Mejora de la estética.

1.8.3.1 Modernización de la infraestructura.

- La estructura metálica y la cubierta dan un aspecto moderno y renovado a la institución educativa.
- Mejora del entorno visual.

- Un espacio cubierto con una estética agradable siempre mejora el estado de ánimo y la motivación de los estudiantes.
- Creación de un espacio más atractivo.
- Un espacio cubierto con un diseño atractivo puede ser un lugar de encuentro y esparcimiento para la comunidad educativa.

1.8.4 Beneficios adicionales.

Mejora de la acústica: La cubierta puede ayudar a reducir el ruido exterior, mejorando la acústica en el interior del espacio cubierto.

1.8.4.1 Mayor seguridad.

La estructura metálica brinda mayor seguridad en caso de eventos climáticos extremos.

1.8.4.2 Reducción del mantenimiento.

La cubierta puede proteger a los edificios y equipos de los daños causados por el clima, lo que reduce los costos de mantenimiento.

Es importante destacar que los resultados concretos del montaje de una estructura metálica para cobertura en una institución educativa dependerán de varios factores, como el diseño de la estructura, la calidad de los materiales utilizados y la correcta ejecución del montaje.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1 Explicación del papel que jugaron la teoría y la práctica en el desempeño laboral

El papel que juega la teoría y la práctica en el montaje de una estructura metálica para cobertura en la institución educativa Colegio de Alto Rendimiento – COAR de Moquegua:

2.1.1 Teoría.

Diseño estructural: La teoría proporciona la base para el diseño de la estructura metálica, en la cual incluimos: EL cálculo de cargas, donde se determinan las cargas muertas, vivas y sísmicas que actuarán sobre la estructura, así mismo el análisis estructural donde se analiza la capacidad de la estructura para resistir las cargas previstas, la selección de materiales donde se seleccionan los materiales adecuados para la estructura, como el acero estructural ASTM A-36. Además, se cumple con la normativa vigente para el diseño de estructuras metálicas, como la norma E.090 del Perú.

2.1.2 Práctica.

La fabricación de la estructura metálica se realiza en taller siguiendo los planos y especificaciones del diseño.

El montaje de la estructura metálica se monta en el sitio de la obra, siguiendo los procedimientos establecidos.

La supervisión del montaje de la estructura es permanente con la finalidad de asegurar que se cumpla con el diseño y las normas.

Algunos ejemplos son: efectuar un análisis sísmico para determinar si la estructura es capaz de resistir un terremoto de gran magnitud.

Selección de materiales: El tipo de acero utilizado dependerá de las condiciones climáticas y del tipo de estructura.

Normativa: La norma E.090 del Perú establece los requisitos para el diseño y construcción de estructuras metálicas.

2.1.3 Importancia de la teoría y la práctica.

La teoría proporciona la base para el diseño seguro y eficiente de la estructura.

La práctica es necesaria para asegurar que la estructura se construya de acuerdo con el diseño y las normas.

En conclusión: la teoría y la práctica son dos aspectos importantes que se complementan en el montaje de una estructura metálica para cobertura en una institución educativa. La teoría proporciona la base para el diseño seguro y eficiente de la estructura, mientras que la práctica es necesaria para asegurar que la estructura se construya de acuerdo con el diseño y las normas.

2.1.4 Marco teórico.

2.1.4.1 Acero estructural

2.1.4.1.1 Ventajas del acero como material estructural.

a) *Alta resistencia.*

El acero ofrece una alta resistencia por unidad de peso, lo que reduce el peso total de las estructuras. Esto es crucial para puentes de grandes luces, edificios altos y estructuras con cimentaciones deficientes.

En comparación con otros materiales, el acero permite construir estructuras más livianas y esbeltas, con mayor eficiencia en el uso del material.

b) Uniformidad.

Las propiedades del acero permanecen relativamente constantes con el tiempo, a diferencia de las estructuras de concreto reforzado que pueden experimentar cambios.

Esta estabilidad en las propiedades del acero asegura un comportamiento predecible de las estructuras a lo largo de su vida útil.

c) Elasticidad.

El acero sigue la ley de Hooke hasta esfuerzos bastante altos, lo que lo acerca más a las hipótesis de diseño.

Esto permite un cálculo preciso de los momentos de inercia en las estructuras de acero, mientras que en el concreto reforzado son más imprecisos.

Su comportamiento elástico facilita el análisis y diseño de estructuras de acero con mayor precisión y confiabilidad (McCormac & Csernak, 2013).

d) Durabilidad

Con un mantenimiento adecuado, las estructuras de acero pueden durar indefinidamente. Investigaciones recientes sugieren que, bajo ciertas condiciones, el acero moderno puede prescindir de mantenimiento a base de pintura.

La durabilidad del acero lo convierte en una opción rentable a largo plazo para estructuras permanentes.

e) Ductilidad.

El acero estructural posee una gran capacidad para deformarse sin romperse bajo cargas de tensión elevadas.

A diferencia de materiales frágiles que se rompen abruptamente, el acero dulce o con bajo contenido de carbono experimenta una reducción significativa de su sección transversal y un considerable alargamiento antes de la falla.

Esta propiedad es crucial para los miembros estructurales, ya que les permite ceder localmente en puntos de alta concentración de esfuerzos, evitando roturas prematuras (McCormac & Csernak, 2013).

f) Tenacidad.

El acero estructural combina resistencia y ductilidad, lo que lo convierte en un material tenaz. Esto significa que los miembros de acero pueden soportar grandes fuerzas incluso después de experimentar grandes deformaciones.

Esta propiedad es esencial en la fabricación y el montaje de estructuras, ya que permite doblar, martillar, cortar y taladrar los elementos de acero sin que se rompan.

g) Ampliaciones de estructuras existentes.

El acero es un material ideal para ampliaciones de estructuras existentes. Es posible agregar nuevas secciones o alas enteras a estructuras de acero ya construidas, incluso en puentes.

Esta flexibilidad permite adaptar las estructuras a nuevas necesidades o cambios en el uso del espacio (McCormac & Csernak, 2013).

h) Versatilidad y ventajas prácticas.

El acero estructural se destaca por su gran versatilidad y ofrece diversas ventajas prácticas en la construcción:

- *Facilidad de unión.* Se pueden unir fácilmente distintos elementos de acero mediante diversos métodos de conexión simple, como la soldadura y los pernos.
- *Prefabricación.* Es posible prefabricar los componentes de acero en talleres especializados, lo que optimiza el tiempo y la calidad de la construcción en obra.
- *Montaje rápido.* El montaje de estructuras de acero es relativamente rápido y sencillo, lo que permite avanzar en el proyecto de manera eficiente.
- *Variedad de formas y tamaños.* El acero se puede laminar en una amplia gama de tamaños y formas, adaptándose a las necesidades específicas de cada diseño estructural.
- *Reutilización y reciclaje.* El acero es un material altamente reutilizable. En caso de desmontar una estructura, los elementos de acero pueden ser utilizados nuevamente o vendidos como chatarra.
- *Reciclaje.* El acero es uno de los materiales más reciclados del mundo, lo que lo convierte en una opción sostenible para la construcción (McCormac & Csernak, 2013).

2.1.4.1.2 Desventajas del acero como material estructural.

a) *Corrosión.*

El acero es susceptible a la corrosión por la exposición al aire y al agua, lo que requiere un mantenimiento regular mediante pintura.

Si bien los aceros inoxidable y con cobre pueden reducir la corrosión, su uso no siempre es viable o económico.

La corrosión puede afectar la integridad estructural, especialmente en ambientes agresivos o con cargas cíclicas.

b) Costo de la protección contra fuego.

El acero, aunque incombustible, pierde resistencia a altas temperaturas en incendios.

Para proteger la estructura de acero se requiere aislamiento térmico y sistemas de rociadores, lo que aumenta el costo de la construcción. El acero conduce el calor, lo que puede propagar incendios a otras secciones del edificio.

c) Susceptibilidad al pandeo.

Elementos de acero largos y delgados son propensos al pandeo bajo cargas de compresión.

Para evitar el pandeo, se requiere a veces acero adicional para rigidizar las estructuras, lo que reduce su economía. El pandeo puede comprometer la estabilidad y seguridad de la estructura.

d) Fatiga.

La resistencia del acero puede disminuir bajo cargas cíclicas o cambios repetitivos de tensión.

En estructuras sujetas a vibraciones o cargas variables, se deben reducir las cargas admisibles para evitar la fatiga. La fatiga puede provocar fisuras y fallas estructurales a largo plazo.

e) Fractura frágil.

En condiciones extremas, como bajas temperaturas o concentraciones de esfuerzos, el acero puede perder su ductilidad y fracturarse repentinamente.

La fatiga y los esfuerzos triaxiales también pueden aumentar el riesgo de fractura frágil. Este tipo de falla puede ser catastrófica y difícil de predecir (McCormac & Csernak, 2013).

2.1.4.1.3 Propiedades del acero estructural.

Las dos propiedades más importantes del acero estructural utilizadas en el diseño de estructuras son la resistencia a la tensión y la resistencia última. Éstas se determinan mediante un ensayo de tracción que consiste en someter una probeta de acero a una carga de tensión y medir la carga y el alargamiento axial de la probeta hasta la rotura. El esfuerzo se calcula dividiendo la carga aplicada por el área de la sección transversal original de la probeta, y la deformación es el alargamiento dividido por la longitud original de la probeta. Una curva típica de tensión-deformación para el acero estructural es similar a la que se muestra en la Figura 2.1; consiste en una región elástica lineal con un esfuerzo máximo equivalente al límite elástico, una región plástica en la que el esfuerzo permanece relativamente constante en el límite elástico a medida que aumenta la deformación, y una región de endurecimiento por deformación, cuyo pico determina la resistencia a la tensión, F_u . El módulo de Young, E , es la pendiente de la región elástica lineal o recta de la curva tensión-deformación. Cuanto más larga sea la región plana u horizontal (plástica) de la curva tensión-deformación, más dúctil será el acero.

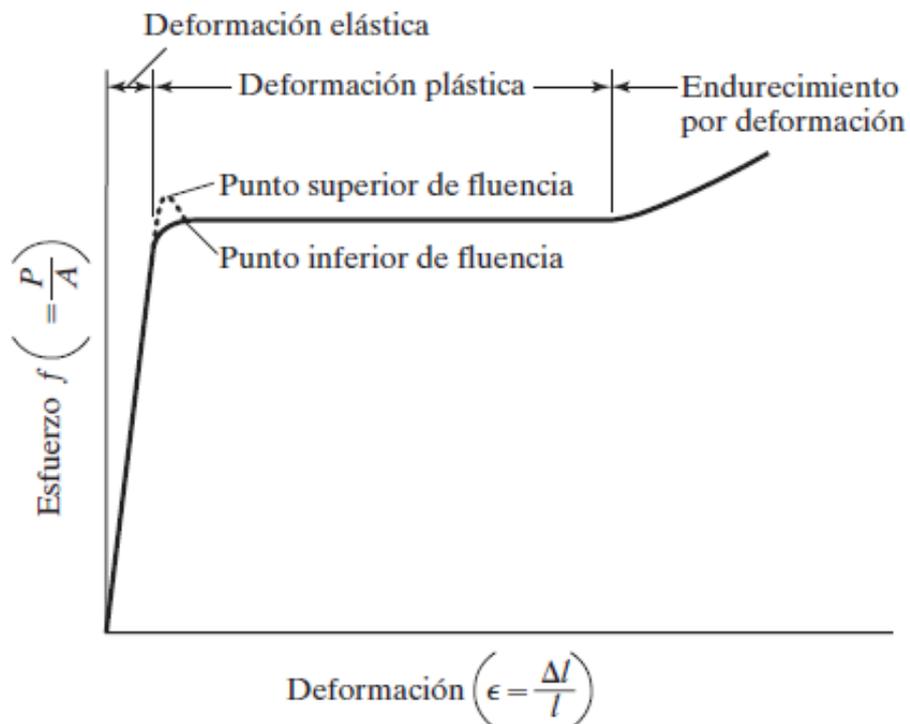
La capacidad del acero estructural para soportar grandes deformaciones bajo carga constante sin fractura se denomina ductilidad; es una propiedad estructural

importante que distingue al acero estructural de otros materiales de construcción comúnmente utilizados como el concreto y la madera.

Cuando la curva esfuerzo-deformación del acero no tiene un punto de cedencia definido, como es el caso de los aceros de alta resistencia, el límite elástico se determina utilizando el método del desplazamiento del 0.2% (ver Figura 2.3). El límite elástico para este caso se define como el punto donde una línea con pendiente E que pasa por el valor de alargamiento del 0.2% en el eje horizontal intersecta la curva tensión-deformación. Cabe señalar que los aceros de alta resistencia tienen mucha menos ductilidad que el acero dulce.

Figura 2

Diagrama de esfuerzo-deformación característico de un acero estructural



Nota: McCormac & Csernak (2013).

2.1.4.1.4 *Perfiles o secciones estructurales.*

Existen dos tipos de perfiles de acero disponibles:

- *Perfiles laminados.*

Son perfiles laminados estandarizados con dimensiones y propiedades obtenidas de del AISC (Instituto Americano de la Construcción en Acero).

- *Perfiles conformados.*

Cuando no se pueden utilizar perfiles estructurales estandarizados (por ejemplo, cuando la carga a soportar excede la capacidad de las secciones listadas en el AISC), se pueden fabricar perfiles conformados a partir de placas de acero. Ejemplos de estos son las vigas cajón y las vigas armadas (Aghayere & Vigil, 2009).

Los perfiles laminados se utilizan más comúnmente para la construcción de edificios, mientras que los perfiles conformados se utilizan en la construcción de puentes. Cabe señalar que los perfiles conformados, como las vigas armadas, también pueden utilizarse en la construcción de edificios como vigas de transferencia para soportar cargas concentradas pesadas (Aghayere & Vigil, 2009).

Como ejemplos de los perfiles laminados estándar del AISCM se encuentran los siguientes:

a) *Secciones Anchas: Perfiles W y M.*

Los perfiles W son secciones de ala ancha que se usan comúnmente como vigas o columnas en edificios de acero. También se utilizan a veces como elementos del cordón superior e inferior para cerchas y como diagonales arriostradas en pórticos arriostrados. Las superficies interior y exterior del ala de los perfiles W son paralelas. Los perfiles M son similares a los perfiles W, pero no están tan

disponibles ni se usan tan ampliamente como estos últimos, y sus tamaños también son limitados (Aghayere & Vigil, 2009).

b) Secciones S.

Las secciones S, también conocidas como vigas American Standard, son similares a las secciones W, excepto que las caras interiores de las alas están inclinadas. La cara interior de las alas suele tener una pendiente de 2:12, con el mayor espesor de ala más cercano al alma de la viga (Aghayere & Vigil, 2009).

c) Secciones HP.

Las secciones HP son similares a las secciones W y se usan comúnmente en cimentaciones de pilotes de apoyo. Tienen alas y almas más gruesas, y la profundidad nominal de estas secciones suele ser aproximadamente igual al ancho del ala, con espesores de ala y alma aproximadamente iguales. (Vinnakota, 2006)

d) Canales o Perfiles en C y MC.

Los canales son elementos en forma de C con las caras interiores de las alas del canal inclinadas. Se usan comúnmente como vigas para soportar cargas ligeras, como en pasarelas o como largueros de escaleras, y también se usan para enmarcar los bordes de las aberturas del techo. (Vinnakota, 2006)

e) Angulares (L).

Los angulares son elementos en forma de L con patas de igual o desigual longitud, y se usan como dinteles para soportar revestimientos de ladrillo y bloque, y como elementos del alma en cerchas. También se usan como arriostramientos en X, arriostramientos en V o arriostramientos acodados en pórticos arriostrados, y se pueden usar como angulares simples o como angulares dobles colocados espalda con espalda (Aghayere & Vigil, 2009).

f) *Tes Estructurales - Perfiles WT, MT y ST.*

Las tes estructurales se fabrican cortando por la mitad un perfil W, M o S. Por ejemplo, si se corta un perfil W14 x 90 por la mitad, las formas resultantes serán WT 7 x 45, donde la profundidad nominal es de 7 pulgadas y el peso propio de cada pieza es de 45 libras por pie. Los perfiles WT se usan comúnmente como elementos arriostrados y como cordones superior e inferior de cerchas. También se usan para reforzar vigas de acero existentes donde se requiere una mayor capacidad de momento. De manera similar, los perfiles ST y MT se fabrican a partir de perfiles S y M, respectivamente (Aghayere & Vigil, 2009).

g) *Placas y barras.*

Las placas y barras son elementos planos que se utilizan como elementos rigidizadores, placas de refuerzo y elementos arriostrados en X. También se utilizan para reforzar vigas de acero existentes y como elementos de soporte en dinteles de acero. (Vinnakota, 2006)

Hay muy poca diferencia estructural entre barras y placas; aunque históricamente, los elementos planos con anchos que no excedían las 8 pulgadas se denominaban generalmente barras, mientras que los elementos planos con anchos mayores a 8 pulgadas se denominaban placas, ahora es una práctica común referirse a los elementos planos universalmente como placas. (Vinnakota, 2006)

h) *Sección estructural hueca (HSS)*

Los perfiles de sección estructural hueca (HSS) son elementos tubulares rectangulares, cuadrados o redondos que se utilizan comúnmente como columnas, pendorones y elementos de pórticos arriostrados. Los perfiles HSS no son tan susceptibles al pandeo y torsión lateral como los perfiles en W u otras secciones

abiertas. Por lo tanto, se utilizan frecuentemente como dinteles que salvan grandes vanos, especialmente cuando la excentricidad de las cargas gravitatorias puede resultar en grandes fuerzas de torsión.

i) Tubos estructurales.

Los tubos estructurales son tubos estructurales redondos similares a los perfiles HSS que a veces se usan como columnas (Aghayere & Vigil, 2009).

j) Secciones compuestas.

Las secciones compuestas incluyen vigas de cajón soldadas y placas soldadas a las alas superior o inferior de las secciones en W. Las vigas de cajón se utilizan para soportar cargas pesadas donde las secciones de acero estándar listadas son inadecuadas para soportar las cargas. Las secciones compuestas también se pueden utilizar como dinteles y como refuerzo para vigas y columnas existentes. (Vinnakota, 2006)

Otras formas compuestas incluyen ángulos dobles (por ejemplo, 2L 5 X 5 X 1/2) y canales dobles (por ejemplo, 2C 12 X 25) colocados espalda con espalda en contacto entre sí o separados por separadores, y perfiles W y M con canales de sombrero (Aghayere & Vigil, 2009).

2.1.4.1.5 Cargas.

Las fuerzas que actúan sobre una estructura se denominan cargas. Pertenecen a una de dos categorías generales: carga muerta y carga viva. Las cargas muertas son aquellas que son permanentes, incluido el peso de la propia estructura, que a veces se denomina peso propio. Además del peso de la estructura, las cargas muertas en un edificio incluyen el peso de los componentes no estructurales como revestimientos de pisos, tabiques y cielorrasos suspendidos (con artefactos de

iluminación, equipos mecánicos y tuberías). Todas las cargas mencionadas hasta ahora son fuerzas resultantes de la gravedad y se denominan cargas gravitatorias. (Rodríguez, 2020)

Las cargas vivas, que también pueden ser cargas gravitatorias, son aquellas que no son tan permanentes como las cargas muertas. Es posible que actúen o no sobre la estructura en un momento dado, y la ubicación puede no ser fija. Ejemplos de cargas vivas incluyen muebles, equipos y ocupantes de edificios. En general, la magnitud de una carga viva no está tan bien definida como la de una carga muerta, y generalmente debe estimarse. En muchos casos, un elemento estructural debe investigarse para diversas posiciones de una carga viva para que no se pase por alto una condición potencial de falla (Segui, 2017).

Si una carga viva se aplica lentamente y no se quita y se vuelve a aplicar un número excesivo de veces, la estructura se puede analizar como si la carga fuera estática. Si la carga se aplica repentinamente, como sería el caso cuando la estructura soporta una grúa móvil, se deben tener en cuenta los efectos del impacto. (Rodríguez, 2020)

El viento ejerce una presión o succión sobre las superficies exteriores de un edificio y, debido a su naturaleza transitoria, pertenece correctamente a la categoría de las cargas vivas. Sin embargo, debido a la relativa complejidad de determinar las cargas de viento, el viento generalmente se considera una categoría separada de carga (Segui, 2017).

Debido a que las cargas laterales son más perjudiciales para las estructuras altas, las cargas de viento generalmente no son tan importantes para los edificios bajos, pero la elevación en los sistemas de techo livianos puede ser crítica.

Las cargas sísmicas son otra categoría especial y solo deben considerarse en aquellas ubicaciones geográficas donde exista una probabilidad razonable de ocurrencia.

La nieve es otra carga viva que se trata como una categoría separada. A la incertidumbre de esta carga se suma la complicación de la deriva, que puede hacer que gran parte de la carga se acumule en un área relativamente pequeña.

Otros tipos de carga viva a menudo se tratan como categorías separadas, como la presión hidrostática y la presión del suelo (Segui, 2017).

2.1.4.2 Soldadura.

La soldadura, un arte milenario y una ciencia moderna, se define como el proceso de unir permanentemente dos o más piezas de metal o no metal, mediante su fusión a altas temperaturas.

En un lenguaje más sencillo, la soldadura se asemeja a la "cura" de una fractura en un material, donde las piezas separadas se funden para formar una sola pieza sólida.

Para lograr esta unión, las piezas a soldar se calientan a temperaturas específicas, llamadas temperaturas de fusión, que varían según el tipo de material. En este punto, los átomos de los materiales se agitan y se vuelven más móviles, permitiendo que se rompan los enlaces interatómicos y se reorganicen, creando nuevos enlaces entre las piezas.

La presión, aunque no siempre es necesaria, puede jugar un papel importante en la soldadura. Aplicando presión a las piezas durante el proceso de calentamiento, se favorece el contacto entre las superficies y se expulsa el aire u otros contaminantes que podrían interferir con la unión.

En algunos casos, se utiliza un material adicional, llamado material de aportación, para facilitar la fusión y reforzar la unión. Este material, generalmente de composición similar a las piezas a soldar, se funde junto a ellas, rellenando los espacios entre las piezas y creando una unión más fuerte y homogénea.

La soldadura no solo se limita a uniones simples. Existen diversas técnicas de soldadura que permiten unir piezas de diferentes formas, tamaños y espesores, incluso con geometrías complejas. Además, la soldadura puede utilizarse en una amplia gama de materiales, desde el acero y el aluminio hasta el cobre, el plástico y algunos tipos de cerámica (Jeffus, 2009).

2.1.4.2.1 Características de la soldadura.

- a) **Proceso.** La soldadura requiere calor intenso para fundir los metales.
- b) **Unión.** Las piezas se funden y se unen de forma permanente, creando una continuidad metálica.
- c) **Desmontaje.** Las uniones soldadas son irreversibles y no se pueden desmontar sin cortar o destruir el metal.
- d) **Resistencia.** Las uniones soldadas son altamente resistentes y duraderas.

2.1.4.2.2 Aplicaciones de la soldadura.

Estructuras: Edificios, puentes, barcos, tuberías, tanques, etc.

Reparaciones: Reparación de grietas, roturas y desgastes en estructuras metálicas.

Fabricación: Construcción de piezas metálicas complejas, maquinaria, componentes estructurales, etc.

2.1.4.3 Montaje

El montaje se refiere al proceso de unir piezas metálicas pre-fabricadas mediante técnicas mecánicas como tornillos, remaches, pernos o abrazaderas. No implica la

fusión de los metales, sino que las piezas se ensamblan y fijan entre sí de manera física.

2.1.4.3.1 Características del montaje.

- a) Proceso. El montaje generalmente se realiza a temperatura ambiente, sin necesidad de calor extremo.
- b) Unión. Las piezas no se funden, sino que se mantienen unidas por la fricción y la presión ejercida por los elementos de fijación.
- c) Desmontaje. Las uniones por montaje suelen ser reversibles, permitiendo el desmontaje y reutilización de las piezas.
- d) Precisión. El montaje requiere precisión en las dimensiones y alineación de las piezas para lograr un ajuste correcto.

2.1.4.3.2 Aplicaciones del montaje.

- a) Estructuras. Edificios, puentes, torres, marcos metálicos, etc.
- b) Maquinaria. Equipos industriales, vehículos, componentes mecánicos, etc.
- c) Mobiliario. Muebles metálicos, estanterías, estructuras de exhibición, etc.

2.2 Descripción de las acciones, metodología y procedimiento a los que se recurrió para resolver la situación profesional objeto del informe.

Para el montaje de una estructura metálica para soporte de cobertura en la institución educativa Colegio de Alto Rendimiento – COAR de Moquegua, se recurrió a las siguientes acciones, metodología y procedimiento:

Dentro de las acciones tenemos:

- Preparación del terreno. Se nivela y compacta el terreno donde se instalará la estructura.
- Ubicación de las bases. Se marcan y excavan las bases de la estructura.

- Colocación de las bases. Se coloca el concreto en las bases y se instalan los pernos de anclaje.
- Montaje de la estructura. Se ensamblan las diferentes partes de la estructura metálica utilizando grúas y otros equipos.
- Colocación de la cubierta. Se instala la cubierta sobre la estructura metálica, la cual puede ser de diversos materiales como tejas, metal o policarbonato.
- Remates y acabados. Se realizan los remates y acabados necesarios para asegurar la impermeabilidad y estética de la estructura.

En lo que respecta a la metodología tenemos:

- Planificación. Se elabora un plan de montaje que incluye la secuencia de las actividades, los recursos necesarios y el cronograma de ejecución.
 - Ejecución. Se ejecuta el plan de montaje siguiendo las normas de seguridad y calidad.
 - Supervisión. Se supervisa el montaje de la estructura para asegurar que se cumpla con el plan y las normas.
- El procedimiento es el siguiente:
- Preparación del terreno. Se nivela y compacta el terreno utilizando maquinaria especializada como motoniveladoras y rodillos compactadores.
 - Ubicación de las bases. Se marcan las bases de la estructura utilizando instrumentos topográficos como teodolitos y niveles.
 - Excavación de las bases. Se excavan las bases de la estructura con la profundidad y dimensiones indicadas en el diseño.
 - Colocación del concreto. Se coloca el concreto en las bases y se vibra para eliminar las burbujas de aire.

- Instalación de los pernos de anclaje. Se instalan los pernos de anclaje en las bases de la estructura.
- Montaje de la estructura. Se ensamblan las diferentes partes de la estructura metálica utilizando grúas y otros equipos.
- Colocación de la cubierta. Se instala la cubierta sobre la estructura metálica utilizando tornillos, remaches o selladores.
- Remates y acabados. Se realizan los remates y acabados necesarios para asegurar la impermeabilidad y estética de la estructura, como la instalación de canaletas, bajantes y pintura.

El montaje de la estructura metálica debe cumplir con las normas de seguridad y calidad vigentes en el país.

Dentro de las consideraciones adicionales tenemos: El clima que se debe tener en cuenta las condiciones climáticas durante el montaje de la estructura. El impacto ambiental se debe tomar medidas para minimizar el impacto ambiental.

En conclusión, el montaje de la estructura metálica para cobertura de la institución educativa mencionada, es un proceso complejo que requiere una planificación adecuada, la ejecución de un plan de montaje y la supervisión de un profesional calificado.

CAPÍTULO III

APORTES Y DESARROLLO DE EXPERIENCIAS

3.1 Aportes utilizando los conocimientos o bases teóricas adquiridas durante la carrera

3.1.1 Introducción.

Como bachiller en ingeniería mecánica eléctrica pude realizar diversos aportes en el montaje de la estructura metálica para cobertura en la institución educativa Colegio de Alto Rendimiento – COAR de Moquegua, utilizando los conocimientos y bases teóricas.

3.1.2 Aportes en fase de diseño.

Se realizó un análisis estructural más preciso de las cargas y fuerzas que actúan sobre la estructura, considerando diferentes escenarios (viento, nieve, sismos). Luego se optimiza el diseño de la estructura para reducir costos y aumentar la eficiencia. Se concluye esta fase con la implementación de un software especializado de análisis y modelado de estructuras como el SAP2000.

3.1.3 Aportes en selección de materiales.

Asesorar en la selección de materiales más adecuados para la estructura, considerando factores como resistencia, durabilidad, costo y estética. Así como proponer alternativas de materiales innovadores y sostenibles. Asegurar que el

diseño cumpla con todas las normas y códigos de construcción relevantes. Asesorar en la interpretación y aplicación de la normativa específica para estructuras metálicas.

3.1.4 Aportes en fase de montaje.

En la planificación hemos participado en la elaboración del plan de montaje, incluyendo la secuencia de actividades, recursos necesarios y cronograma de ejecución. Así mismo en la identificación y evaluación de riesgos potenciales en el proceso de montaje, además de proponer estrategias para minimizar riesgos y optimizar la seguridad. Supervisar el montaje de la estructura para asegurar que se cumpla con el plan, las normas y los requisitos de calidad. Realizar inspecciones y pruebas para verificar la correcta instalación de la estructura. Identificar y resolver problemas que puedan surgir durante el montaje. Brindar soluciones técnicas a problemas que puedan surgir durante el montaje, como dificultades de ensamblaje, errores de diseño o imprevistos en el terreno. Implementar soluciones creativas e innovadoras para asegurar el éxito del proyecto.

3.1.5 Otros aportes.

Efectuamos un análisis de costos detallado para optimizar el presupuesto del proyecto, proponiendo alternativas para reducir costos sin afectar la calidad y seguridad de la estructura.

Se Participa en la gestión del proyecto, coordinando con diferentes actores, como ingeniero, contratista y trabajadores, asegurando la comunicación efectiva entre los diferentes equipos involucrados.

También implementamos algunas técnicas innovadoras para el montaje de la estructura, haciendo uso de equipos de Izaje como grúas, manlift etc.

En resumen, como bachiller en ingeniería mecánica eléctrica pude aportar un valor significativo al montaje de la estructura metálica para cobertura en la institución educativa mencionada, gracias a mi conocimiento técnico, capacidad de análisis, habilidades de resolución de problemas y enfoque en la seguridad y calidad.

Además de los aportes mencionados anteriormente, también pude realizar estudios de impacto ambiental, valorar el impacto ambiental del montaje de la estructura y proponer medidas para minimizarlo, diseñar e implementar sistemas de seguridad, implementando sistemas de seguridad para proteger a los trabajadores durante el montaje de la estructura, así como realizar pruebas y ensayos para verificar la resistencia y estabilidad de la estructura. Capacitar al personal involucrado en el montaje de la estructura en materia de seguridad y procedimientos.

En definitiva, la participación como bachiller en ingeniería mecánica eléctrica, pude contribuir significativamente al éxito del montaje de una estructura metálica para cobertura en una institución educativa.

3.2 Desarrollo de experiencias

Las valiosas experiencias que como bachiller en ingeniería mecánica eléctrica pude desarrollar luego de ejecutar el montaje de una estructura metálica para soporte de cobertura en la institución educativa Colegio de Alto Rendimiento - COAR de Moquegua, siendo algunas de las más importantes las siguientes:

3.2.1 Experiencias y habilidades técnicas.

Habilidad para leer e interpretar planos técnicos: Como bachiller aprendí a leer e interpretar planos técnicos, lo cual es fundamental para comprender las especificaciones de la estructura y garantizar un montaje correcto.

Conocimiento de los diferentes tipos de estructuras metálicas. El hecho de estar en el campo uno se familiariza con los diferentes tipos de estructuras metálicas, sus características y aplicaciones.

Experiencia en el manejo de herramientas y equipos. Tuve la oportunidad de adquirir experiencia en el manejo de herramientas y equipos utilizados en el montaje de estructuras metálicas, como grúas, soldadoras, taladros, etc.

Capacidad para trabajar en equipo. El montaje de una estructura metálica es un trabajo en equipo, por lo que he logrado aprender a trabajar en equipo de manera coordinada con otros profesionales para obtener un objetivo común.

Habilidad para resolver problemas. Durante el montaje de la estructura, hemos tenido que enfrentar a diversos problemas para resolverlos de manera creativa y eficiente.

3.2.2 Experiencias generales y/o transversales.

Planificación y organización: Una de las experiencias desarrolladas más importantes es aprender a planificar y organizar el trabajo de manera eficiente con el objeto de cumplir con los plazos establecidos.

Seguridad y salud laboral: Otro de los retos fue familiarizarme con las normas de seguridad y salud laboral en el ámbito de la construcción metálica.

Comunicación efectiva: Aprender a comunicarse de manera efectiva con el personal que labora y con otros profesionales, tanto de forma oral como escrita.

Capacidad de aprendizaje continuo: Uno de los aspectos más importantes es aprender de manera continua en este campo que está en constante evolución como la ingeniería mecánica eléctrica. Así por ejemplo participe en la selección de los materiales adecuados para la estructura, teniendo en cuenta las características del proyecto y las condiciones ambientales. También realizamos los cálculos para determinar las cargas que la estructura puede soportar, además de supervisar el montaje de la estructura, verificando que se cumplan las especificaciones técnicas, y finalmente realizar pruebas de carga para verificar la resistencia de la estructura y redactar informes técnicos sobre el montaje de la estructura.

En definitiva, el montaje de la estructura metálica para soporte de cobertura de la institución educativa mencionada, es una experiencia valiosa para un bachiller en ingeniería mecánica eléctrica como yo; pues me permitió adquirir conocimientos técnicos y transversales que me serán de utilidad en mi futuro profesional.

Además de las experiencias mencionadas anteriormente, como bachiller también podría desarrollar otras experiencias relacionadas con la ingeniería, como son:

- Capacidad para trabajar bajo presión: El montaje de una estructura metálica puede ser un trabajo exigente que requiere cumplir con plazos ajustados.
- Capacidad para tomar decisiones: El profesional responsable deberá tomar decisiones importantes durante el montaje de la estructura, como la selección de materiales, personal o la resolución de problemas.

En resumen, el montaje de la estructura metálica para soporte de cobertura en la institución educativa, es una experiencia completa que pude brindar como

bachiller en ingeniería mecánica eléctrica, una amplia gama de conocimientos y habilidades que de seguro serán de gran utilidad en mi futuro profesional.

3.2.3 Componentes principales de la estructura metálica para cobertura.

Son los siguientes:

3.2.3.1 Placas de anclaje.

Las placas de anclaje son elementos estructurales que se emplean para unir los soportes metálicos a la cimentación y que tienen como objeto hacer que la transición del acero al concreto se realice sin que en ningún punto se sobrepasen las tensiones admisibles en este material. (Condori, 2020)

El material que constituye el cimiento es menos resistente que el acero, por lo que la base debe ampliar la sección del soporte de acero hasta conseguir una superficie adecuada de contacto con el concreto, para que la transmisión de esfuerzos de uno a otro material sea lo más uniforme posible. (Condori, 2020)

La placa de anclaje debe estar sujeta al cimiento mediante unos pernos de anclaje que quedan embebidos en el concreto, y que al fraguar y endurecer éste trabajan por adherencia. (Condori, 2020)

Los elementos que constituyen una base del tipo generalmente utilizado en edificación son:

- Placa de base
- Cartelas de rigidez
- Pernos de anclaje (Condori, 2020)

Figura 3

Placa base de columna y pernos de anclaje



Nota: Tomado de <https://www.libreingenieriacivil.com/2020/01/configuraciones-estructurales.html>. Fuente: Civil (2024).

3.2.3.2 Columnas

De acuerdo con Condori (2020) las columnas son elementos verticales sometidos principalmente a compresión y a flexión pequeña o nula, son los elementos que transmiten las cargas verticales al terreno a través de los cimientos y las bases.

Para Condori (2020) dimensionar un soporte se tendrá en cuenta: el tipo de acero, el tipo de carga que va a recibir el perfil, la longitud del soporte por si hubiese pandeo y la carga axial de compresión. En las estructuras para viviendas podemos encontrar los siguientes tipos de soportes o columnas:

Los soportes simples más utilizados son el HEB, el HEA, el IPN y el IPE. Con ellos se obtiene gran aprovechamiento y son muy aptos para formar columnas en pórticos rígidos. (Condori, 2020)

Figura 4

Perfil HEB usado como soporte en edificio



- Los soportes simples de varios perfiles más utilizados son los formados por dos perfiles U normales (UPN).
- Los soportes compuestos se obtienen acoplando perfiles separados enlazados por medio de elementos transversales discontinuos. Pueden estar unidos mediante presillas o mediante celosía (red triangular formada por montantes y diagonales).
- También podemos encontrar soportes mixtos, formados por un pilar metálico y un pilar de concreto armado

3.2.3.3 Vigas.

Las vigas son elementos lineales en las que una dimensión predomina sobre las otras dos. Su forma de trabajo es casi exclusivamente a flexión, por ello suelen adoptar forma de I, para tratar de obtener la máxima inercia y el mayor módulo

resistente con el material disponible, tratando de mejorar el rendimiento. (Miranda et al., 2019)

Las vigas son los elementos sustentantes horizontales, o como en las cubiertas, ligeramente inclinados, que reciben las cargas verticales y las transmiten, a los pilares o apoyos. Las cargas que la viga recibe producen en sus secciones los siguientes esfuerzos: momento flector, esfuerzo cortante y torsión. (Miranda et al., 2019)

Atendiendo a su constitución las vigas de acero se clasifican de la siguiente manera:

3.2.3.3.1 Vigas simples.

Los perfiles más empleados son las configuraciones IPN, IPE o HE, el empleo de los perfiles IPE resulta más económico en general, tanto por su mayor rendimiento mecánico como por la simplificación que, en empalmes y uniones, proporciona el espesor uniforme de las alas. Los perfiles simples laminados tienen la ventaja sobre la viga armada que para igual resistencia su coste es menor. (Condori, 2020)

Figura 5

Perfil IPE utilizado como viga principal de los pórticos



3.2.3.3.2 Vigas múltiples.

Son las vigas constituidas por dos o más perfiles I adosados, unidos a través de elementos de unión, tales como perfiles, presillas, tornillos, pasantes, etc., que solidaricen eficazmente los perfiles componentes. (Condori, 2020)

3.2.3.3.3 Vigas reforzadas.

La utilización de refuerzos, con chapa o pletina, en las estructuras metálicas es de gran eficacia para conseguir ahorro de material. Que un refuerzo sea económico o no, depende de los valores relativos de la chapa, el perfil y el cordón de soldadura. (Condori, 2020)

El elemento de refuerzo más utilizado es la chapa, se utilizan estos refuerzos cuando queremos módulos resistentes mayores que los existentes en el mercado, o cuando exista limitación de canto. (Condori, 2020)

Figura 6

Refuerzo con pletinas en alas de viga IPN



3.2.3.3.4 Vigas armadas.

Las vigas armadas, construidas con láminas unidas mediante soldadura, perfiles angulares o tornillos, proporcionan una alternativa más ligera a los perfiles laminados convencionales. Esta ventaja resulta especialmente útil cuando se requieren vigas para soportar cargas definidas. (Condori, 2020)

3.2.3.3.5 Vigas aligeradas.

Las vigas de alma aligerada ofrecen una solución económica y eficiente para estructuras con luces considerables y cargas moderadas. Su diseño permite adaptar la altura de la viga a las necesidades específicas de cada proyecto, y su mayor resistencia a la flexión las hace ideales para estas condiciones. (Condori, 2020)

3.2.3.3.6 Viga en celosía.

Las vigas de celosía, ampliamente utilizadas en estructuras metálicas, especialmente en naves industriales y cubiertas de gran luz, destacan por su ligereza y eficiencia. Compuestas por cordones superior e inferior, elementos de relleno y uniones soldadas o atornilladas, estas vigas ofrecen una solución económica y estructuralmente óptima. (Condori, 2020)

En el ámbito de la construcción metálica, las vigas de celosía se erigen como una solución preferente para grandes luces. Su configuración, caracterizada por cordones paralelos o inclinados, montantes y diagonales, les confiere una mayor ligereza en comparación con las vigas macizas. La elección entre celosías y cerchas dependerá de la geometría de la cubierta y las cargas a soportar. (Condori, 2020)

Figura 7

Montaje de una viga en celosía



3.2.3.4 Correas.

Las correas, vigas inclinadas que soportan el peso de la cubierta, las cargas de viento y otras, se apoyan en la estructura principal compuesta por cerchas o pórticos. Su separación se determina en función del material de la cubierta y están sujetas a flexiones tanto en el sentido longitudinal como transversal. La unión a la estructura principal se realiza mediante soldadura o remachado con casquillos, garantizando una conexión segura y resistente. (Condori, 2020)

Elementos lineales inclinados, cumplen la función de sostener la cubierta y transmitir las cargas a la estructura principal. Debido a su inclinación, estas vigas están sometidas a esfuerzos de flexión en dos direcciones. La distancia entre correas, así como el tipo de unión a la estructura, varían según el material de la cubierta y las cargas a soportar. (Condori, 2020)

Figura 8

Uso de perfil C para correas de una cubierta



3.2.3.5 Arriostramientos.

Los arriostramientos en forma de cruz de San Andrés son elementos estructurales que tienen como función principal transmitir los esfuerzos horizontales generados por el viento desde el pórtico extremo hacia las paredes laterales y, en última instancia, al suelo. Debido a la indeterminación estática de este sistema, se suele simplificar el análisis asumiendo que solo la diagonal sometida a tensión resiste los esfuerzos, mientras que la diagonal en compresión se considera inefectiva. (Marzal, 2017)

Estos elementos distribuyen las fuerzas horizontales a lo largo de la estructura. Sin embargo, el análisis estructural de estos sistemas es complejo debido a su indeterminación estática. Para simplificar los cálculos, se suele adoptar la hipótesis de que solo una de las diagonales resiste los esfuerzos de tracción, mientras que la otra se considera ineficiente (Marzal, 2017)

Figura 9

Diagonales en pórticos de acero



Si las barras diagonales se construyen con secciones robustas, serán capaces de soportar fuerzas de tensión y de compresión. En este caso supondremos que cada diagonal toma la mitad de la fuerza cortante que aparezca. (McMullin et al., 2018; Marzal, 2017)

3.2.3.6 Uniones o conexiones.

3.2.3.6.1 Uniones atornilladas.

Los elementos de fijación, como tornillos, tuercas y arandelas, deben cumplir con normas establecidas y poseer las mismas propiedades mecánicas, tanto de límite elástico y resistencia a la tracción, que el material que están uniendo, garantizando así una unión segura, fuerte y duradera. (Marzal, 2017)

Figura 10

Conexión atornillada entre dos vigas



3.2.3.6.2 Uniones soldadas.

Un acero se considera soldable según un grado, un procedimiento determinado y para una aplicación específica, cuando mediante la técnica apropiada se puede conseguir la continuidad metálica de la unión y ésta cumpla con las exigencias requeridas. El material de aportación utilizable para la realización de soldaduras denominados electrodos, deberá ser apropiado para el proceso de soldeo, teniendo en cuenta al material a soldar y el procedimiento de soldeo; además deberá tener unas características mecánicas, en términos de límite elástico, resistencia a tracción, deformación bajo carga máxima, etc. no inferiores a las correspondientes del material de base que constituye los perfiles o chapas que se pretende soldar. (Marzal, 2017)

Figura 11

Conexión soldada en columna – viga



3.2.4 Descripción de parámetros.

3.2.4.1 Estructura metálica.

Una estructura metálica es un sistema compuesto por elementos y accesorios metálicos, fabricados y ensamblados conforme a las normas AISC, ASTM y AWS, y a las especificaciones del proyecto. Esta estructura está diseñada para resistir cargas estáticas (peso propio, equipos) y dinámicas (viento, nieve), garantizando la estabilidad y seguridad de la construcción.

3.2.4.2 Montaje de estructuras.

Se trata de una operación constructiva en la que elementos metálicos producidos previamente en un taller son transportados a la obra y unidos entre sí de acuerdo con un plano de montaje detallado, conformando así la estructura proyectada.

3.2.4.3 Verticalidad.

La verticalidad y el alineamiento son fundamentales en la construcción. El plomeo consiste en asegurar que cada elemento esté a 90 grados respecto al suelo y en su posición exacta antes de realizar cualquier unión permanente.

3.2.4.4 Alineamiento.

La correcta ubicación de cada elemento se define por su posición en un eje específico. Es necesario garantizar que no haya desviaciones de este eje antes de realizar cualquier unión, tal como se hace con la verticalidad.

3.2.4.5 Elevación.

La elevación es la distancia vertical entre un punto de la superficie terrestre y el nivel medio del mar, expresado en metros. Es un parámetro fundamental en cartografía y geografía, ya que define la topografía de una región.

3.2.4.6 Soldadura.

La soldadura es un proceso metalúrgico de unión de materiales, principalmente metales, mediante la aplicación de energía térmica, presión o una combinación de ambas, para fundir y unir las piezas, con o sin un material de aporte, creando así una unión continua.

3.2.4.7 Equipo de izaje.

Es aquel equipo que previamente fue diseñado con el objetivo de levantar cargas, entre las que podemos encontrar grúas, camiones grúa, montacargas, etc.

3.2.4.8 Accesorio de maniobra.

Es toda herramienta o equipo utilizado para levantar cualquier tipo de carga.

3.2.4.9 Tándem.

Son izajes que se efectúan con dos o más grúas.

3.2.4.10 Eslingas.

Son elementos de elevación flexibles, generalmente fabricados con materiales sintéticos, provistos de ojales en sus extremos, diseñados para izar cargas dentro de un límite de carga de trabajo seguro.

3.2.4.11 Estrobos.

Los estrobos son cables de metal con ganchos en los extremos, utilizados para levantar cargas pesadas. Son más duros que las cintas y tienen un límite de peso que pueden soportar.

3.2.4.12 Estrobador.

Es la persona entrenada y encargada de colocar los estrobos y eslingas en la carga a levantar.

3.2.4.13 Ganchos.

Son dispositivos de conexión de acero utilizados en operaciones de izaje. Se unen a la pasteca del equipo de elevación por un extremo y a un grillete, que a su vez se conecta a la carga, por el otro. Estos elementos deben contar con un pasador de seguridad para prevenir su apertura accidental.

3.2.4.14 Grillete.

Accesorio de acero con ojales donde están colocadas las eslingas o los estrobos.

3.2.4.15 Grúa.

Es una máquina simple que emplea el principio de la palanca para vencer la fuerza de gravedad y elevar cargas. Su funcionamiento se basa en la relación entre la fuerza aplicada al contrapeso, la distancia al punto de apoyo y la carga a izar.

3.2.4.16 Rigger.

El Rigger es un profesional capacitado y autorizado para dirigir las maniobras de izaje, utilizando un sistema de señales preestablecido. Su función principal es garantizar la seguridad de la operación, verificando las condiciones de trabajo y coordinando las acciones del equipo.

3.2.4.17 Carga crítica.

Toda carga que por su dimensión o peso requieren de cuidados y controles especiales para poder circular dentro de la planta, caminos o áreas del propietario, deberá ser escoltada en forma permanente.

3.2.4.18 Pre ensamble de estructuras.

El pre ensamble es la acción de unir componentes estructurales (columnas, vigas, diagonales, cerchas, etc.) en un lugar específico para conformar una estructura como un solo ensamble (conjunto) para luego ser instalado en su posición definitiva (Williams, 1960).

3.2.5 Preparativos de inicio del montaje de la estructura metálica.

Para dar inicio al montaje de la estructura metálica soporte de la cobertura en la institución educativa Colegio de Alto Rendimiento – COAR de Moquegua, se tienen en cuenta los preparativos previos al montaje, los cuales son de suma importancia para garantizar la seguridad, la eficiencia y la calidad de la obra. Estos preparativos involucran diversos aspectos, desde la planificación y el diseño hasta la preparación del terreno y la revisión de los materiales. A continuación, se detalla un resumen de los pasos esenciales:

3.2.5.1 Planificación y diseño.

3.2.5.1.1 Revisión de planos y especificaciones.

Es fundamental contar con planos detallados y especificaciones técnicas precisas que definan las características de la estructura, incluyendo dimensiones, materiales, tipo de uniones, cargas a soportar y criterios de diseño.

3.2.5.1.2 Planificación del montaje.

Se debe elaborar un plan de montaje secuencial que considere la logística, el equipo necesario, la mano de obra calificada y las medidas de seguridad. El plan debe abordar aspectos como el izaje de las piezas, la alineación y fijación de los elementos, y las soldaduras o uniones requeridas.

3.2.5.1.3 Permisos y aprobaciones.

Es necesario obtener los permisos y aprobaciones correspondientes de las autoridades locales y organismos competentes antes de iniciar el montaje. Esto puede incluir permisos de construcción, inspecciones y certificaciones de seguridad.

3.2.5.2 Preparación del terreno.

3.2.5.2.1 Estudio del terreno.

Se debe realizar un estudio geotécnico del terreno donde se instalará la estructura para determinar su capacidad de carga y las condiciones del suelo. Esta información es crucial para el diseño de los cimientos y la selección del tipo de base adecuada.

3.2.5.2.2 Preparación del sitio.

El área de montaje debe estar nivelada, limpia y libre de obstáculos. Se debe asegurar un acceso adecuado para el transporte de materiales y equipos, y contar con un espacio de trabajo suficiente para el desarrollo de las actividades.

3.2.5.2.3 Cimentación.

La cimentación debe diseñarse y construirse de acuerdo con las características del terreno, las cargas de la estructura y las normas de construcción aplicables. Los cimientos deben ser capaces de soportar el peso de la estructura y garantizar su estabilidad a largo plazo.

3.2.5.3 Revisión de materiales.

3.2.5.3.1 Inspección de piezas.

Antes del montaje, se debe realizar una inspección rigurosa de todas las piezas metálicas para verificar que no presenten daños, deformaciones o defectos que puedan afectar la integridad estructural.

3.2.5.3.2 Verificación de calidad.

Se deben verificar los certificados de calidad de los materiales y asegurarse de que cumplan con las especificaciones técnicas establecidas en los planos y diseños.

3.2.5.3.3 Almacenamiento adecuado.

Los materiales deben almacenarse de manera adecuada para protegerlos de la intemperie, la corrosión y posibles daños. Se deben seguir las recomendaciones del fabricante para el almacenamiento y manipulación de cada tipo de material.

3.2.5.4 Preparación del equipo y la mano de obra.

3.2.5.4.1 Selección de equipo.

Se debe seleccionar el equipo adecuado para el izaje, la manipulación y el montaje de las piezas metálicas, considerando la capacidad de carga, las dimensiones de la estructura y las condiciones del sitio.

3.2.5.4.2 Capacitación del personal.

El personal involucrado en el montaje debe estar capacitado en las técnicas de izaje, manejo de equipos, procedimientos de soldadura o uniones, y medidas de seguridad laboral.

3.2.5.4.3 Implementación de medidas de seguridad.

Se deben implementar medidas de seguridad rigurosas para prevenir accidentes durante el montaje, incluyendo el uso de equipos de protección personal, señalización adecuada, planes de emergencia y procedimientos de trabajo seguros.

3.2.6 Procedimiento del montaje de la estructura metálica.

3.2.6.1 Liberación de placas base.

- Se procederá a la inspección de control dimensional conforme a los planos aprobados de fabricación de las placas base, en el pedestal de concreto se realizará la actividad de limpieza y escarificado en la base de concreto eliminando la lechada superficial quedando la superficie rugosa y libre de aceite, grasa o partículas sueltas. La base deberá estar limpia libre de polvo y escoria como también los pernos de anclaje como la parte inferior de las

placas base deben estar libre de óxido u otro material que perjudique la adherencia del material.

- Instalación de tuercas nivelantes: se utilizaron tuercas nivelantes, de acuerdo al estándar estructural del proyecto. Antes de la instalación de las tuercas nivelantes se limpió el óxido, restos de concreto de toda la rosca de los pernos de anclaje.
- La tolerancia de la nivelación de las placas base está de acuerdo a lo indicado en el AISC (American Institute of Steel Construction), y a las especificaciones del Proyecto, el cual indica que la variación en la elevación de la placa base con respecto a la cota indicada en el plano no debe ser mayor ni menor a 3 mm, pero se realizará la verificación de nivelación del pin luego de ser instalado a la plancha base.
- También se verificará el enmarcado de la plancha base, verificando que los ejes de las columnas coincidan con los ejes de la plancha base.
- Estas condiciones serán inspeccionadas y plasmadas en un reporte preparado para las placas base de manera exclusiva.

3.2.6.2 Izaje y montaje de las estructuras metálicas.

Con el objetivo de tener un montaje acorde a las especificaciones del proyecto y cuidando que la estructura tenga el mínimo daño al momento del Izaje y del mismo ajuste se requiere realizar las siguientes actividades:

- Aprobar los Planos de Izaje de Proyecto con el cliente.
- Verificar las herramientas que se utiliza: Se procederá a una inspección de dichas herramientas, como elevadores y tecles sin ser utilizados. Esta inspección será plasmada en un Check List de pre uso. Los equipos deberán

encontrarse en buen estado de funcionamiento, el estado de las cadenas y cables se verifican con sus respectivos certificados de calidad. Además, se revisará el estado de los seguros, así como la capacidad de los equipos. Se portará un formato de reporte de las inspecciones de soportes y aparejos, así como de la inspección de herramientas eléctricas y manuales con la finalidad de dejar constancia del buen estado de los mismos, documentos técnicos y tablas de capacidad vigentes según corresponda.

- Instalaciones de maniobras manuales. Previo a las instalaciones de maniobras manuales, estas deberán ser inspeccionadas y registradas en el listado de chequeos de maniobras manuales.
- Para instalar las maniobras, lo primero es elegir el punto de anclaje adecuado, dependiendo del peso a levantar, verificando que las vigas cuenten con todos los pernos colocados en sus extremos, orejas soldadas o empernadas a la estructura, pudiendo utilizar elementos fijos de la estructura del edificio fijándolos con elementos como pernos, orejas soldadas o empernadas, así como otros elementos aprobados y fabricados con la memoria del cálculo.

Una vez determinado el peso a levantar, se procede a seleccionar los tecles con la capacidad adecuada a utilizar. Luego se seleccionarán los aparejos de Izaje tales como: estobos, roldanas, pastecas, etc. La selección se realizará en función al peso total de los elementos a izar, ya que en función a esto se determinará la capacidad de carga de cada equipo. Deberá tenerse en cuenta que los estobos o las eslingas sujetos a las estructuras deberán estar protegidos en sus bordes. Nunca se instalarán ganchos directamente al ala de las vigas o las columnas. También se

utilizarán barretas y pata de cabra para mover o hacer palanca a la estructura de ser necesario, teniendo en consideración, la no exposición de las manos y partes del cuerpo. (Cerro Verde S.A.A., 2018)

- Posicionamiento de grúas. Para el montaje se dispondrá de Grúas Telescópicas de 20 toneladas como mínimo de capacidad.
- Para zonas de reducido espacio donde no se pueda contar con el apoyo de las grúas mencionadas por su tamaño, y tomando en consideración el peso de los elementos a izar, se dispondrá del uso de Camión grúa de 12 a 30 toneladas para las actividades de montaje, tomando la debida consideración de la capacidad y alcance de carga, así como de la geometría del elemento a izar.
- La posición de las grúas será variable, irán cambiando de posición de acuerdo a la necesidad, manteniendo un radio de alcance a la carga, será necesario respetar la posición de las grúas el tiempo que dure el montaje de acuerdo al cronograma del proyecto, una vez posicionadas contarán con delimitación completa 360° y letreros de señalización, para los movimientos de las grúas se mantendrá una comunicación constante con el operador de contrato y el usuario (Williams, 1960).

Figura 12

Izaje de vigas



Figura 13

Izaje de columnas



3.2.6.3 Alineamiento de bases y verticalización de columnas.

- Antes de proceder al ajuste de pernos de conexión y anclaje, se debe verificar y registrar la verticalidad de las estructuras topográficamente, cuya tolerancia de verticalidad será de 1/500 de acuerdo al Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges. Se instalarán tecler o equipos de elevación en puntos fijos, como bases de otras columnas, durmientes o estacas con diseños aprobados por ingeniería del cliente. Estos se instalarán a las columnas a verticalizar utilizando estrobos, cables de acero, grapas para cables y guardacabos. Un topógrafo ubicado adecuadamente ira controlando la verticalidad de las columnas hasta estar dentro de los estándares de tolerancias especificadas para este proyecto. (Hofmann Engineering Perú SAC, 2017)
- Como el montaje se hará en partes la verificación topográfica, se hará de la misma manera es decir por cada ensamble terminado, se realizará un registro topográfico el cual quedará debidamente protocolizado y aprobado por el cliente.
- Para el alineamiento de las placas base, se tendrá como tolerancia 6mm del punto de trabajo de acuerdo al Code of Standard Practice for Steel Buildings And Bridges y a las especificaciones técnicas del proyecto.

3.2.6.4 Conexiones soldadas.

Para todos los trabajos de soldadura se deberán seguir los lineamientos del PETS de Trabajos en caliente, el personal que realizará los trabajos de soldadura será personal homologado mínimo 3G.

Los siguientes aspectos se tendrán en cuenta respecto al tipo de conexiones:

- La soldadura deberá está conforme al AWS.

- La soldadura a aplicar será indicada en los planos de Montaje (Monfort, 2002).
- Los soldadores serán homologados conforme al WPS precalificado y debidamente enviado formalmente al cliente con lo cual se sustenta que están habilitados para el proyecto.
- Se usarán electrodos con resistencia a la tracción de 483 MPa o 70 kpsi.
- Las soldaduras de filete mínimo deberán estar de acuerdo a lo indicado en el Manual of Steel construcción, pero no menos de 5 mm o 3/16” y de acuerdo a los planos de montaje.
- Las soldaduras a placas de conexión embebidos en el hormigón se depositarán en una secuencia en la que se busque minimizar la distorsión de la incrustación que sea de 3mm o 1/8” de pulgada del piso.
- Se inspeccionará visualmente todas las soldaduras realizadas. Las socavaciones más allá de los límites del AWS, porosidad de la superficie, y las discontinuidades de grietas deberán ser removidas del metal y reparadas. El inspector de soldadura será Nivel II Inspección Visual como Tintes Penetrantes.
- Estas inspecciones son detalladas mediante registro de control del Sistema de Gestión de Calidad y aprobado por el cliente para su posterior pintado y el montaje respectivo.

Figura 14

Conexiones soldadas



3.2.6.5 Resanes de pintura.

- Para todos los trabajos de pintura se deberán seguir los lineamientos del procedimiento de Resane de pintura enviado formalmente y aprobado por el cliente.
- Se esmerilará o lijarán las zonas en las cuales haya sido afectada la pintura para luego proceder con la aplicación de la base y acabado de pintura.
- Para la realización de la actividad de resane se deben tener en cuenta previamente cumplir los siguientes pasos:
 - Efectuar la Identificación de Peligros y la Evaluación de Riesgos y Controles IPERC en la zona de trabajo.
 - Realizar los permisos correspondientes de acuerdo al área de trabajo específica.
 - Los Trabajadores de pintura deberán desplazarse hacia el punto de trabajo utilizando para ello: andamios liberados para su uso, escaleras definitivas liberadas, líneas de vida debidamente verificadas por el personal competente y habilitadas, uso de fajas de anclaje para su traslado por las vigas estructurales.
 - Se deben tener todos los cuidados y permisos necesarios para la ejecución de trabajos en altura.

- Se realizará la inspección con el equipo de medición de espesores de película seca y registrada debidamente para la aprobación del cliente.
- El equipo de medición estará calibrado y la medición de espesores se realizará conforme a las especificaciones técnicas del proyecto.

3.2.7 Montaje de la cobertura.

Con la finalidad de proceder con la instalación de coberturas, antes se debe efectuar las siguientes verificaciones:

- Limpieza de la estructura montada. durante el montaje de estructuras, se identificó elementos que fueron montadas con suciedad, por ende, se requiere culminar con la limpieza ya que luego de colocar la cobertura, no se tendrá el espacio y tiempo permitido para ejecutarlo.
- Los canales o correas portacoberturas deberán ser instaladas de acuerdo al plano de ubicaciones y codificaciones.

La verificación de nivelación de correas con respecto al nivel de las ménsulas fijadas, puede tomar como opciones la utilización de topografía, uso de cordel templado o por el método de verificación de alturas en los templadores, será verificado de igual manera en el registro de verificación antes del montaje de coberturas.

Los templadores luego de cumplir con la nivelación de las correas, se ajustan las tuercas de ambos extremos, será verificado de igual manera en el registro de verificación antes del montaje de coberturas.

- De igual manera la pernería debe estar pintada, esto quiere decir, que sería la pernería que pertenece a los pórticos, uniones empernadas y soldadas de pórticos, ménsulas de fijación de las correas y templadores, pernos de anclaje con tuercas y

contratuercas de las placas base, será verificado de igual manera en el registro de verificación antes del montaje de coberturas.

Figura 15

Colocación de cobertura



3.2.7.1 Izaje y Colocación de la Cobertura.

Con el objetivo de tener un montaje acorde a las especificaciones del proyecto y cuidando que la estructura tenga el mínimo daño al momento del montaje y del mismo ajuste se requiere realizar las siguientes actividades:

- Aprobación de los planos de montaje de coberturas con el cliente y sean la última revisión para construcción.
- Al momento de reubicar los paquetes y segregar las coberturas, se verificará que la distribución y apilamientos se tenga el cuidado que el personal haga un adecuado levantamiento como también un buen asentamiento de las coberturas
- Al momento de realizar la instalación se requiere retirar el plástico de protección, luego que cuenten con una referencia de nivelación que entregará

topografía con el fin de garantizar el encuadre de las piezas y este ubicado de acuerdo a las correas instaladas garantizando los traslapes.

- De igual manera se verificará la inspección de los accesorios y su apropiada instalación
- Sobre la instalación de los pernos auto taladrante deben ser instalados de forma lineal utilizando método de trazado temporal con utilización de tiralíneas y tomando de referencia las ubicaciones de las ménsulas teniendo en cuenta que debe instalarse al medio del ala del canal o correa porta cobertura, pudiendo tener un error de oscilación mínimo de 3 mm.

Con el objetivo de tener un montaje acorde a las especificaciones del proyecto y cuidando que la estructura tenga el mínimo daño al momento del Montaje y del mismo ajuste se requiere realizar las siguientes actividades:

- Se verificará los desarrollos y cantidades de estos accesorios según plano de fabricación.
- Serán instaladas con sumo cuidado y cumpliendo con la alineación respectiva para que calce de extremo a extremo, utilizando herramientas y accesorios en el lugar designado.

3.2.7.2 Resanes de Pintura.

- Los resanes de pintura en las uniones soldadas de los enrejados de los pórticos, pernos de anclaje y pin principal como el pintado de pernería deben ser realizados conforme al procedimiento definido previamente.

3.2.7.3 Puntos de Control de Calidad.

- Verificar la certificación de calidad de las coberturas según requerimiento.

- Verificar que las coberturas se encuentren en buen estado y no tengan daños que puedan afectar al montaje de las mismas.
- Verificar que los planos que se están utilizando en campo sean los de última revisión y aprobados para construcción.
- Verificar que las nivelaciones de las correas y ajuste de los templadores estén conforme a las tolerancias establecidas para el proyecto.
- Verificar que se cumpla la secuencia de armado y montaje de las coberturas de acero conforme a los planos entregados por el cliente llevando una trazabilidad y control de las mismas en su manipuleo como en su instalación.
- Verificar que antes de realizar la instalación de la cobertura, se debe retirar el protector plástico de las planchas.
- Verificar que en la instalación de coberturas y cerramientos metálicos siempre se generan zonas que se desean sellar.

3.2.8 Requerimiento de personal.

3.2.8.1 Ingeniero residente.

Cumple las siguientes funciones:

- Se coordinará con el área de Seguridad e Ingeniería para definir la secuencia óptima de ejecución de las actividades de montaje, identificando y comunicando cualquier factor que pueda comprometer el desarrollo de las labores.
- Hacer cumplir las actividades planificadas y documentadas.
- Controlar y verificar la calidad, así como el registro de controles permitidos.
- Se llevará a cabo un análisis de riesgos para determinar los peligros potenciales y se implementarán las medidas de control necesarias, con el apoyo del Supervisor de Seguridad.

- Ser proactivos en la identificación de condiciones de trabajo inseguras y tomar medidas inmediatas para mitigar los riesgos.
- Mantener un control riguroso de la documentación de seguridad, garantizando que esté actualizada y accesible en todo momento.
- Exigir el uso correcto del equipo de protección personal como una práctica habitual entre todos los empleados.
- Fomentar una cultura de seguridad en la que todos los trabajadores se sientan responsables de garantizar su propia seguridad y la de sus compañeros.
- Establecer una comunicación fluida y colaborativa con los supervisores de campo para asegurar que las actividades se realicen de manera segura y eficiente.

3.2.8.2 Jefe responsable del control de calidad.

- Vigilar que todas las actividades se realicen de acuerdo con los diseños aprobados, las normas técnicas y los requerimientos contractuales.
- Gestionar la documentación del proyecto, manteniéndola actualizada y asegurando que esté disponible para todo el equipo.
- Coordinar la realización de pruebas preliminares para validar los procesos especiales.
- Documentar todas las actividades de control de calidad, siguiendo los procedimientos establecidos.
- Asegurar que los trabajos de preparación del terreno (accesos, excavaciones, etc.) sean inspeccionados y aprobados por personal calificado.

3.2.8.3 Supervisión de calidad de estructuras metálicas.

- La responsabilidad del Supervisor del Control de la Calidad de las estructuras metálicas es verificar que todos los procedimientos empleados en el campo sean aprobados debidamente.
- Inspeccionar y auditar que todas las actividades relacionadas cumplan de acuerdo al plan de puntos de inspección aprobado y las buenas prácticas de construcción según las normas establecidas.
- Se debe llevar el control del protocolo emitido en cada una de los trabajos del área y archivar en el dossier que le corresponde.

3.2.8.4 Supervisor de Ejecución.

- Tener en consideración y guiar sus actividades según el Plan de Puntos de
- Inspección establecida para este proyecto.
- Programar charlas de instrucción de liberaciones por cada especialidad.
- Da a conocer adecuadamente las instrucciones a los trabajadores sobre el uso, el mantenimiento y el almacenamiento de los EPP.
- Verificar las condiciones y equipamiento con la finalidad de hacer cumplir el Plan estipulado de Inspección del proyecto.
- Mantener y asegurar accesos adecuados, además de la limpieza y el orden en sus respectivas áreas de trabajo.
- Verificar se efectúen los controles respectivos establecidos en el presente procedimiento.
- Planificar, organizar, las actividades y luego proceder a distribuir y controlar cumpliendo estrictamente las indicaciones del procedimiento.

- Realizar evaluaciones periódicas del entorno laboral para identificar y controlar los peligros potenciales.
- Verificar que todos los trabajadores utilicen el equipo de protección personal adecuado para cada tarea.
- Asegurar que el personal esté debidamente capacitado para realizar sus labores de manera segura.
- Coordinar las actividades del equipo para evitar interferencias y garantizar el cumplimiento del plan de trabajo.
- Priorizar la seguridad de los trabajadores en todas las operaciones.

3.2.8.5 Topógrafo.

- Es el personal que le corresponde solicitar con la debida anticipación toda la información referida para ejecutar los trabajos del montaje de las estructuras que se ejecutarán en la obra.
- Deberá verificar la nivelación y verticalidad de las estructuras montadas en obra.
- Verificar y controlar la entrega de los reportes para la liberación.
- Es responsabilidad del topógrafo verificar la operatividad y desempeño de los equipos que se emplearán en estas actividades.

3.2.8.6 Personal Obrero.

- Conocer y cumplir con las especificaciones de calidad según este procedimiento.
- Abstenerse de realizar las actividades que no estén formalmente aprobados.
- Reportar en los formatos de uso diario las observaciones que se detecten en los equipos y herramientas como las calibraciones de los mismos.

3.2.9 Equipos de protección personal.

- Lentes de seguridad incoloros y oscuros
- Guantes de operador
- Casco de seguridad con barbiquejo
- Zapatos de seguridad
- Respiradores contra partículas N95
- Chaleco naranja con reflectivos
- Arnés de seguridad
- Líneas de anclaje con doble línea de vida y amortiguador de impacto.

Figura 16

Equipos de protección personal



3.2.10 Herramientas y equipos de trabajo.

- Fajas de anclaje
- Líneas retractiles
- Barretas
- Fajas ratchet
- Tensores de cadena

- Llaves de golpe
- Juegos de llaves mixtas
- Llaves de cola
- Punzones
- Combas
- Tecles de cadena de 5 ton, 3 ton y 2 ton
- Tecles de palanca de 1.5 ton, 2 ton y 3 ton
- Silingas de capacidad 6.7 ton, 9.0 ton y 13.4 ton
- Grilletes de capacidad 4.75 ton, 8.5 ton y 12 ton
- Estrobos de capacidad 3 ton y 5 ton
- Sogas de Ø1/2" x 30 metros
- Pistolas de impacto neumáticas y eléctricas
- Arnés de seguridad con 02 líneas de vida
- Radios portátiles
- Torquímetro de 50 a 600 psi calibrados.
- Esmeriles angulares
- Taladros magnéticos
- Gatas Hidráulicas
- Equipo oxicorte
- Escaleras telescópicas
- Medidor de Espesores en seco
- Wincha calibradas
- Pistola de Tensión Controlada
- Escuadras

- Rugosímetro
- Medidor de condiciones ambientales
- Galga de soldadura
- Tintes Penetrantes
- Brochas de 1 ½"
- Grúa telescópica de 30 ton
- Máquinas de soldar de 300A
- Grupo electrógeno de 20 KW

3.2.11 Materiales

- Perfiles HEB 260
- Perfiles HEB 240
- Perfiles HEB 200
- Perfiles HEB 180
- Perfiles HEB 160
- Perfiles UPN 80
- Pernos
- Soldadura
- Cobertura

3.2.12 Pruebas de calidad de la estructura metálica.

Las pruebas de calidad para una estructura metálica que sirve como soporte de cobertura son esenciales para garantizar la seguridad y la estabilidad de la estructura. Estas pruebas deben realizarse en diferentes etapas del proceso de construcción, desde la recepción de los materiales hasta la instalación final de la estructura.

A continuación, se presenta un resumen las principales pruebas de calidad que se realiza:

3.2.12.1 Inspección visual.

El objetivo es verificar que los materiales no presenten daños, deformaciones, corrosión o cualquier otra anomalía que pueda afectar su integridad estructural.

El procedimiento consiste en realizar una inspección visual minuciosa de todos los componentes de la estructura, incluyendo vigas, columnas, conexiones, soldaduras y elementos de fijación.

3.2.12.2 Ensayos mecánicos.

El objetivo es determinar las propiedades mecánicas de los materiales, como la resistencia a la tracción, la ductilidad y la dureza.

El procedimiento consiste en realizar ensayos mecánicos de acuerdo con las normas vigentes y las especificaciones del proyecto. Los ensayos más comunes incluyen:

- Ensayo de tracción que se realiza para determinar la resistencia a la rotura del material.
- Ensayo de doblado que se realiza para determinar la ductilidad del material.
- Ensayo de dureza que se realiza para determinar la resistencia del material a la deformación permanente.

3.2.12.3 Inspección de soldaduras.

El objetivo es verificar que las soldaduras cumplan con los requisitos de calidad establecidos en las normas vigentes y las especificaciones del proyecto.

En el procedimiento se debe realizar una inspección visual y radiográfica de todas las soldaduras. La inspección visual debe realizarse con lupa y debe permitir detectar cualquier defecto superficial, como poros, grietas o inclusiones. La

inspección radiográfica debe realizarse con equipos de rayos X y debe permitir detectar cualquier defecto interno, como poros, grietas o falta de fusión.

3.2.12.4 Pruebas de carga.

El objetivo consiste en verificar que la estructura pueda soportar las cargas de diseño sin presentar deformaciones excesivas o fallas.

El procedimiento consiste en realizar pruebas de carga de acuerdo con las normas vigentes y las especificaciones del proyecto. Las pruebas de carga más comunes incluyen:

Prueba de carga estática, se realiza para determinar la capacidad de carga de la estructura bajo cargas permanentes.

Prueba de carga dinámica, se realiza para determinar la capacidad de la estructura para resistir cargas dinámicas, como viento o sismo.

3.2.12.5 Inspección final.

Tiene por objetivo verificar que la estructura se haya instalado correctamente y que cumpla con todos los requisitos de calidad establecidos en las normas vigentes y las especificaciones del proyecto.

El procedimiento consiste en realizar una inspección final de la estructura, incluyendo todas las conexiones, soldaduras, elementos de fijación y recubrimientos protectores.

Es importante que las pruebas de calidad sean realizadas por personal calificado y con experiencia en la inspección y evaluación de estructuras metálicas. Los resultados de las pruebas son documentadas adecuadamente y utilizados para tomar las medidas correctivas necesarias, en caso de que se detecten defectos o anomalías.

A continuación, se presentan algunos recursos adicionales, útiles para realizar las pruebas de calidad de una estructura metálica de soporte de cobertura. Las normas vigentes para el diseño, fabricación e instalación de estructuras metálicas establecen los requisitos mínimos de calidad que deben cumplirse. Algunas de las normas más comunes incluyen:

- Norma ASTM A36: Especificación estándar para acero estructural
- Norma AWS D1.1: Código de normas para soldaduras de acero
- Norma AISC 360: Especificaciones estándar para el diseño, fabricación e instalación de estructuras metálicas de edificios

Los manuales de los fabricantes de materiales y equipos para estructuras metálicas suelen proporcionar manuales que contienen información sobre la calidad de sus productos y las pruebas que deben realizarse.

Al realizar las pruebas de calidad de manera adecuada, se puede garantizar que la estructura metálica de soporte de cobertura sea segura y confiable, y que tenga una larga vida útil.

3.2.13 Presentación de los Resultados.

Después de ejecutar el montaje de la estructura metálica para soporte de cubierta del centro educativo Colegio de Alto Rendimiento – COAR de Moquegua, los resultados son:

- Estructura estable y segura: La estructura metálica debe ser capaz de soportar el peso de la cubierta y las cargas adicionales, como la nieve, el viento y los sismos, sin deformarse ni colapsar.

- Alineación precisa: Los componentes de la estructura metálica deben estar correctamente alineados y nivelados para garantizar una distribución uniforme de las cargas y un buen rendimiento estructural.
- Uniones sólidas: Las uniones entre los componentes de la estructura metálica deben ser fuertes y duraderas para evitar fallas y garantizar la integridad de la estructura.
- Superficie lisa: La superficie de la estructura metálica debe ser lisa y libre de imperfecciones para facilitar la instalación de la cubierta y evitar la acumulación de suciedad y agua.
- Acabado resistente: La estructura metálica debe tener un acabado resistente a la corrosión y a los rayos UV para prolongar su vida útil y mantener su apariencia estética.
- Cumplimiento de normas: El montaje de la estructura metálica debe cumplir con todas las normas y códigos de construcción aplicables para garantizar la seguridad y la calidad de la estructura.
- Inspección final: Una vez finalizado el montaje, la estructura metálica debe ser inspeccionada por un profesional calificado para verificar que cumple con todos los requisitos de diseño y construcción.
- Mayor espacio interior: La estructura metálica permite crear espacios interiores más amplios y diáfanos, ya que no requiere de columnas o muros de soporte.
- Flexibilidad de diseño: La estructura metálica permite una gran flexibilidad en el diseño de la cubierta, ya que se puede adaptar a diferentes formas y tamaños.

- **Facilidad de construcción:** La estructura metálica se puede construir de manera rápida y eficiente, lo que reduce los costos y el tiempo de construcción.
- **Durabilidad:** La estructura metálica es un material duradero y resistente que puede soportar condiciones climáticas extremas.
- **Sostenibilidad:** La estructura metálica es un material reciclable, lo que la convierte en una opción sostenible para la construcción.

3.2.14 Actividades para la prevención de accidentes durante el montaje.

Para garantizar la seguridad durante el montaje de una estructura metálica para soporte de cubierta, es necesario cumplir con una serie de requerimientos esenciales. Estos requerimientos se pueden clasificar en las siguientes categorías:

3.2.14.1 Planificación y diseño.

- **Plan de montaje detallado.** Se debe elaborar un plan de montaje detallado que incluya la secuencia de las tareas, los métodos de izaje y sujeción, los equipos y herramientas necesarios, y los procedimientos de seguridad específicos para cada etapa del proceso.
- **Diseño estructural adecuado.** La estructura metálica debe estar diseñada por un ingeniero calificado y cumplir con todas las normas y códigos de construcción aplicables. El diseño debe considerar las cargas que la estructura deberá soportar, como el peso de la cubierta, la nieve, el viento y los sismos.
- **Selección de materiales adecuados.** Los materiales utilizados para la estructura metálica deben ser de alta calidad y cumplir con las especificaciones del diseño. Se debe verificar que los materiales sean resistentes a la corrosión, a los rayos UV y a otras condiciones ambientales adversas.

3.2.14.2 Preparación del sitio.

- Área de trabajo segura. El área de trabajo debe estar libre de obstáculos, escombros y otros peligros potenciales. Se debe señalar adecuadamente el área para evitar el acceso de personas no autorizadas.
- Condiciones climáticas favorables. El montaje de la estructura metálica debe realizarse en condiciones climáticas favorables, evitando realizar trabajos en presencia de fuertes vientos, lluvias o tormentas.
- Equipos de protección personal. Todos los trabajadores deben utilizar equipos de protección personal adecuados, como cascos, gafas de seguridad, guantes y botas de seguridad.

3.2.14.3 Ejecución del montaje.

- Supervisión por personal calificado. El montaje de la estructura metálica debe ser supervisado por personal calificado con experiencia en este tipo de trabajos.
- Izaje y sujeción seguros. Los componentes de la estructura metálica deben izarse y sujetarse de manera segura utilizando equipos y procedimientos adecuados. Se deben utilizar grúas con la capacidad adecuada y se debe verificar que los puntos de izaje sean los especificados en el plan de montaje.
- Uniones soldadas o atornilladas. Las uniones entre los componentes de la estructura metálica deben ser soldadas o atornilladas de acuerdo con las especificaciones del diseño. Se debe verificar que las soldaduras sean de buena calidad y que los tornillos estén correctamente apretados.

- Estabilidad temporal. Se deben instalar sistemas de estabilidad temporal durante el montaje de la estructura metálica para evitar su colapso en caso de fuertes vientos u otros eventos adversos.

3.2.14.4 Inspección y mantenimiento.

- Inspección final. Una vez finalizado el montaje, la estructura metálica debe ser inspeccionada por un ingeniero calificado para verificar que cumple con todos los requisitos de diseño y construcción.
- Mantenimiento regular. La estructura metálica debe ser inspeccionada y mantenida regularmente para garantizar su seguridad e integridad. Se deben verificar las uniones, los elementos de sujeción y el estado general de la estructura para detectar cualquier signo de daño o deterioro.
- Normas y códigos de construcción. El montaje de la estructura metálica debe cumplir con todas las normas y códigos de construcción aplicables en la región.
- Permisos y licencias. Se deben obtener todos los permisos y licencias necesarios antes de iniciar el montaje de la estructura metálica.

3.2.14.5 Comunicación y coordinación.

- Comunicación efectiva. Es importante mantener una comunicación efectiva entre todos los involucrados en el montaje de la estructura metálica, incluyendo trabajadores, supervisores, ingenieros e inspectores.
- Coordinación de tareas. Se deben coordinar adecuadamente las tareas de montaje para evitar conflictos y garantizar la seguridad de todos los trabajadores.

CONCLUSIONES

- Primera.** Mejora en la seguridad: La estructura metálica proporciona un soporte seguro y resistente para la cobertura, protegiendo a los estudiantes y personal de la instalación de los elementos naturales.
- Segunda.** Incremento en la funcionalidad: La cobertura soportada por la estructura metálica puede ser utilizada para diversas actividades educativas y recreativas, aumentando la funcionalidad de la instalación.
- Tercera.** Reducción de costos: La estructura metálica puede ser más económica que otros materiales, como la madera o el concreto, y requiere menos mantenimiento a largo plazo.
- Cuarta.** Durabilidad: Las estructuras metálicas son resistentes a la corrosión, los insectos y la pudrición, lo que las hace ideales para soportar las inclemencias del tiempo.
- Quinta.** Cumplimiento de normas: La estructura metálica debe cumplir con las normas y regulaciones locales de construcción, lo que garantiza que la instalación sea segura y cumpla con los estándares requeridos.

RECOMENDACIONES

- Primera.** Inspección regular: Realizar inspecciones regulares para garantizar que la estructura metálica permanezca en buen estado y no presente daños o corrosión.
- Segunda.** Mantenimiento preventivo: Establecer un programa de mantenimiento preventivo para limpiar y proteger la estructura metálica de la corrosión y el desgaste.
- Tercera.** Capacitación del personal: Capacitar al personal de mantenimiento y seguridad sobre la importancia de la estructura metálica y cómo realizar inspecciones y mantenimiento.
- Cuarta.** Revisión de normas y regulaciones: Revisar regularmente las normas y regulaciones locales de construcción para garantizar que la estructura metálica cumpla con los estándares requeridos.
- Quinta.** Planificación de expansiones: Planificar cualquier expansión o modificación futura en la instalación educativa, considerando la estructura metálica existente.
- Sexta.** Evaluación de la carga: Evaluar regularmente la carga que soporta la estructura metálica para garantizar que no exceda su capacidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aghayere, A., & Vigil, J. (2009). *Structural Steel Design. A practice-oriented approach*. Pearson.
- Bardales, A. F. (2023). *Factores socioeconómicos y su relación con el consumo de telefonía móvil en la región Loreto durante el período 2011–2019* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. Repositorio Institucional Digital UNAP. https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/9628/Amel_Tesis_Maestr%C3%ADa_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cerro Verde S.A.A. (febrero de 2018). *Equipos y elementos de Izaje*. Arequipa, Perú. https://publicportal.fmi.com/sites/publicportal/files/Files/cerro_verde_files/seguridad/estandares/SSOst0031_Est%C3%A1ndar%20Equipos%20y%20Elementos%20de%20Izaje_v.01.pdf
- Chandrasekaran, S. (2020). *Advanced Steel Design of Structures*. Taylor and Francis.
- Condori, J. (10 de enero de 2020). *Componentes de una Estructura Metálica: Elementos importantes*. https://www.libreingenieriacivil.com/2020/01/configuraciones-estructurales.html#google_vignette
- Díaz, M. (s.f.). *Manual Estructuras Metálicas*. https://www.academia.edu/28390718/Manual_Estructuras_Metalicas

- Dibujante Estructural. (15 de Abril de 2023).
<https://dibujantedeplanose.wixsite.com/dibujanteestructural/post/que-es-placa-base-y-su-funcion>
- Hofmann Engineering Perú SAC. (19 de junio de 2017). *Proyecto: HEP Precisión Machine Shop & Service Centre*. <https://es.slideshare.net/slideshow/plan-de-trabajo-hofmann/77075936>
- Instituto americano de la construccion del acero. (s.f.). *Manual de la construccion de acero*. Chicago.
- Jeffus, L. (2009). *Soldadura Principios y Aplicaciones*. Paraninfo.
- Marzal, M. O. (2017). *Cálculo de una estructura metálica destinada a albergar piensos animales*. Universidad Jaume.
https://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/173556/TFG_2017_MarzalOrtiz_Mario.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- McCormac, J. C., & Csernak, S. F. (2013). *Diseño de Estructuras de Acero*. Alfaomega.
- McMullin, P. W., Price, J. S., & Seelos, R. T. (2018). *Steel Design*. Taylor & Francis.
- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones - E.090 Estructuras metálicas*.
- Miranda, L. M., Aldana, L. F., & Catacora, J. M. (2019). *DISEÑO EN ACERO Y MADERA*. <https://vsip.info/acero-final-5-pdf-free.html>
- Monfort, J. (2002). *Estructuras metálicas para edificación*. Universidad Politécnica de Valencia.

Rodríguez, L. I. (2020). *Tipos de carga*. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

<https://doi.org/https://www.studocu.com/latam/document/universidad-nacional-toribio-rodriguez-de-mendoza-de-amazonas/coaching-manejo-del-estres-y-productividad-personal/168418175-calculo-de-cargas-muertas-y-vivas/8907723?origin=search-results>

Rodríguez, P. C. (2001). *Manual de Soldadura*. Parana.

Sánchez, R. (23 de Octubre de 2020). *Informe clave para entender el contexto de la industria de la construcción - Construction Blueprint*. Construction Blueprint: <https://constructionblueprint.eu/es/2019/12/27/informe-clave-para-entender-el-contexto-de-la-industria-de-la-construccion/>

Segui, W. T. (2017). *Steel Design*. Cengage Learning.

Sola, P. M. (1992). *Soldadura Industrial: Clases y Aplicaciones*. Marcombo.

Vinnakota, S. (2006). *Estructuras de Acero: Comportamiento y LRFD*. McGraw-Hill - México.

Williams, C. D. (1960). *Diseño de estructuras metálicas*. México: Compañía editorial Continental S.A.