



# FACULTAD DE INGENIERIA

---

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

**“IMPLEMENTACIÓN DEL DISEÑO DE UNA TORRE GRÚA PARA MEJORAR EL MONTAJE DE LAS ESCALERAS METÁLICAS DE 54 METROS DE ALTURA EN UNA UNIVERSIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA”**

Trabajo de suficiencia profesional para el título profesional de:

**Ingeniero Civil**

**Autor:**

Leyva Giraldo Carlos Alberto

**Asesor:**

Ing. Rubén Kevin Manturano Chipana

Lima – Perú

2021

## DEDICATORIA

A mis padres por su gran apoyo incondicional para lograr mis  
Objetivos, a mi hijo por brindarme su fortaleza y  
esas ganas de seguir triunfando, a Dios por todo lo recibido.

## AGRADECIMIENTO

A mis padres por su gran apoyo para lograr mis metas.

A mi hermano Ronald quien fue guía que alumbro mi camino

A mi hijo Alessio por ser mi motor para seguir adelante.

A mi esposa Candy por estar conmigo en los momentos más difíciles.

A mi asesor el Ing. Rubén I. Manturano por el tiempo dedicado a lograr mis objetivos.

A la empresa Chisco Contratista SAC. Quien me facilito la información para realizar este trabajo de suficiencia profesional.

## TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	2
AGRADECIMIENTO .....	3
ÍNDICE DE FIGURAS .....	6
RESUMEN EJECUTIVO.....	10
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....	11
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
1.2. CONTEXTUALIZACION DE LA EXPERIENCIA LABORAL .....	18
1.3. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	24
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	26
1.4.1. PROBLEMA GENERAL.....	26
1.4.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	26
1.5. JUSTIFICACIÓN.....	27
1.6. LIMITACIONES.....	27
1.7. OBJETIVOS.....	28
1.7.1. OBJETIVO GENERAL.....	28
1.7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	28
CAPITULO 2. MARCO TEÒRICO.....	29
2.1. BASES TEÒRICAS .....	29
CAPÍTULO 3. DESCRIPCION DE LA EXPERIENCIA .....	40
CAPÍTULO 4. RESULTADOS .....	51
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	102
REFERENCIAS .....	107
ANEXOS.....	108

Anexo 01: certificado de trabajo en CHISCO SAC ..... 109

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. FICHA RUC DE CHISCO CONTRATISTA SAC . ...	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 2. FICHA RUC DE CHISCO CONTRATISTA SAC. ...	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 3. MATRIZ FODA EMPRESA CHISCO SAC. ....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 4. ORGANIGRAMA CHISCO SAC. ....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 5. FABRICACION DE PIEZAS METALICAS. ....	11
FIGURA 6. VERIFICACION DE NIVEL DE ESCALERA. ....	12
FIGURA 7. TRASLADO DE MATERIAL A OBRA. ....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 8. INICIO DE MONTAJE DE PRIMERA ESCALERA . ....	16
FIGURA 9. ESTRUCTURA TIPO TORRE GRUA. ....	22
FIGURA 10. MONTAJE DE AMBAS ESCALERAS. ....	23
FIGURA 11. PLANTA SOTANO EDIFICIO WASHINTON. ....	26
FIGURA 12. PLANTA DE PRIMER NIVEL EDIFICIO WASHINTON . ....	27
FIGURA 13. PRODUCTOS LAMINADOS . ....	34
FIGURA 14. PRODUCTOS LAMINADOS EN FRIO. ....	35
FIGURA 15. DIFERENTE CONFIGURACION DE PERFIL HUECO . ....	35
FIGURA 16. NIVELES DE ESCALERA METALICA. ....	42
FIGURA 17. PLANO DE FABRICACION EJE A. ....	43
FIGURA 18. PROCESO DE FABRICACION Y MONTAJE. ....	44
FIGURA 19. CRONOGRAMA DE FABRICACION DE ESCALERAS . ....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 20. ALTERNATIVA 1 PARA MONTAJE DE ESCALERA. ....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 21. ALTERNATIVA 2 PARA MONTAJE DE ESCALERA. ....	48

FIGURA 22. ALTERNATIVA 3 PARA MONTAJE DE ESCALERA..	50
FIGURA 23. RELACION DE MATERIALES PARA FABRICACION DE ESCALERA .....	<b>¡ERROR!</b>
<b>MARCADOR NO DEFINIDO.</b>	
FIGURA 24. REGISTRO DE RECEPCION DE MATERIALES. ....	52
FIGURA 25. HABILITADO DE COLUMNAS .....	53
FIGURA 26. HABILITADO DE BRAZOS DE COLUMNAS. ....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 27. HABILITADO DE BANDA DE ESCALERA .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 28. HABILITADO DE PASOS DE ESCALERA. ....	54
FIGURA 29. HABILITADO DE ARRIOSTRE DE ESCALERA. ....	55
FIGURA 30. ARMADO DE COLUMNA METALICA. ....	55
FIGURA 31. PLANO DE FABRICACION DE UNA COLUMNA METALICA. ....	56
FIGURA 32. ARMADO DE BANDA DE ESCALERA METALICA. ....	56
FIGURA 33. PLANO DE FABRICACION DE UNA BANDA METALICA. ....	57
FIGURA 34. ARMADO DE ARRIOSTRE DE ESCALERA. ....	57
FIGURA 35. PLANO DE FABRICACION DE UN ARRIOSTE. ....	58
FIGURA 36. LIMPIEZA ENTRE CAPA DE SOLDADURA. ....	59
FIGURA 37. SOLDEO DE CAPA DE ACABADO. ....	60
FIGURA 38. REGISTRO DE CONTROL DIMENCIONAL DE COLUMNA. ....	61
FIGURA 39. INSPECCION POR TINTES PENETRANTES. ....	41
FIGURA 40. GRANALLADO DE PIEZA METALICA. ....	65
FIGURA 41. APLICACIÓN DE PINTURA BASE. ....	66
FIGURA 42. APLICACIÓN DE PINTURA DE ACABADO.....	66
FIGURA 43. REGISTRO DE ESPESORES Y ACABADOS DE RECUBRIMIENTO. ....	67
FIGURA 44. PLANTA DE ESTRUCTURA EXISTENTE PARA ESCALERA 1 Y 2.....	69

FIGURA 45. PLANTA DE SOPORTE PARA TORRE GRUA. ....	70
FIGURA 46. ELEVACION DE SPORTE PARA TORRE GRUA. ....	71
FIGURA 47. PLANTA DE ESCALERA CON ESTRUCTURA DE TORRE. ....	72
FIGURA 48. MODULO DE ESTRUCTURA DE TORRE. ....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 49. PLANTA DE MODULO DE ESTRUCTURA DE TORRE. ....	73
FIGURA 50. LONGITUD DE BRAZO DE TORRE GRUA. ....	74
FIGURA 51. PLANO DE FABRICACION DE TORRE GRUA. ....	84
FIGURA 52. HABILITADO Y SOLDEO DE TORRE GRUA. ....	85
FIGURA 53. MODULO DE TORRE GRUA PINTADO EN ACABADO. ....	85
FIGURA 54. CRONOGRAMA DE MONTAJE DE ESCALERA. ....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 55. PIEZAS METALICAS EMBALADAS Y CODIFICADAS .....	87
FIGURA 56. TRASLADO DE PIEZAS METALICAS DE TALLER DE CHISCO A OBRA. ....	88
FIGURA 57. DESCARGA DE MATERIALES EN OBRA. ....	88
FIGURA 58. ACOPIO DE MATERIALES .....	89
FIGURA 59. INSTALACION DE CONTRATUERCA. ....	89
FIGURA 60. UBICACIÓN DE COLUMNA PARA INICIAR EL MONTAJE. ....	88
FIGURA 61. MONTAJE DE COLUMNA DEL NIVEL 1. ....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 62. FIJACION DE COLUMNAS DEL NIVEL 1. ....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 63. MONTAJE DE ESCALERA METALICA DEL NIVEL 1. ....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 64. ESTRUCTURA BASE PARA APOYO DE TORRE GRUA. ....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 65. MONTAJE DEL PRIMER MODULO DE LA TORRE GRUA .....	93
FIGURA 66. MONTAJE DEL BRAZO DE LA TORRE GRUA. ....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>

FIGURA 67. MONTAJE DE COLUMNA DEL NIVEL 2. ....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 68. EMPERNADO DE COLUMNAS DEL NIVEL 2. ....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 69. MONTAJE DE BANDA EXTERIOR DEL NIVEL 2. ..	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 70. MONTAJE DE BANDA INTERIOR DEL NIVEL 2. ....	97
FIGURA 71. MONTAJE DE PASOS DE ESCALERAS. ....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 72. MONTAJE DE DESCANSO DE ESCALERA DEL NIVEL 2. ....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 73. IZAJE DE LA TORRE PARA GANAR ALTURA. ....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 74. MONTAJE DE ESCALERA NIVEL 3.....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 75. MONTAJE DE ESCALERA N°1. ....	100
FIGURA 76. MONTAJE DE AMBAS ESCALERAS FINALIZADO. ....	101

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de suficiencia profesional tiene como objetivo fabricar una estructura tipo torre grúa que permita facilitar el montaje de las escaleras metálicas de 54 m de altura, debido a que el uso de una grúa, torrea grúa convencional no es posible porque la losa de apoyo para estas grúas es la tapa de una cisterna. Esta construcción es muy importante ya que, la torre Washington necesita muy urgente estas escaleras para salida de emergencia ante un eventual sismo. Las dimensiones de cada es calera es de 4m de largo, 3.75 m de ancho y m de altura con un peso de 77 toneladas para cada una.

En este trabajo se pretende implementar el diseño de una estructura tipo torre grúa a un bajo costo, para su fabricación. Esta estructura permitirá levantar cada una de las piezas de las escaleras, de manera rápida y segura.

De manera personal puedo decir que este proyecto fue un verdadero reto para mí ya que, desde un inicio la supervisión nos comentó que estaba totalmente descartado usar cualquier tipo de grúa para realizar el montaje de las escaleras y que teníamos que plantear posibles soluciones, para resolver este problema, entonces se plantearon un par de opciones que se fueron descartando uno por uno debido a que estas soluciones ponían en riesgo la vida del trabajador o también dañaban las estructuras existentes. Luego planteamos una tercera opción el cual era fabricar una estructura tipo torre grúa, se explicó a la supervisión que la

fijación de esta estructura no iba a comprometer la losa (tapa de cisterna) y nos dieron el visto bueno para iniciar el diseño.

Palabras clave: Montaje, estructuras metálicas, torre grúa,

## **CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Descripción de la empresa**

CHISCO CONTRATISTAS S.A.C con numero de R.U.C: 20512569219 es una empresa fundada el 17 de febrero del 2006, cuenta con 15 años de experiencia y con el firme compromiso de brindar productos y servicios de calidad tiene como objeto la elaboración, evaluación, ejecución, mantenimiento y operación de proyectos de ingeniería como fabricación, montaje y desmontaje de estructuras metálicas. Cuenta con un equipo de profesionales que elaboran y desarrollan proyectos de Ingeniería y Construcción, acorde a las necesidades sus clientes, brindan consultoría diferenciada de cada especialidad a empresas públicas y privadas.

<b>Información General del Contribuyente</b>	
Apellidos y Nombres ó Razón Social	: CHISCO CONTRATISTAS S.A.C.
Tipo de Contribuyente	: 39-SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
Fecha de Inscripción	: 17/02/2006
Fecha de Inicio de Actividades	: 17/02/2006
Estado del Contribuyente	: ACTIVO
Dependencia SUNAT	: 0023 - INTENDENCIA LIMA
Condición del Domicilio Fiscal	: HABIDO
Emisor electrónico desde	: 28/09/2018
Comprobantes electrónicos	: FACTURA (desde 28/09/2018)

<b>Datos del Contribuyente</b>	
Nombre Comercial	: -
Tipo de Representación	: -
Actividad Económica Principal	: 2511 - FABRICACION DE PRODUCTOS METALICOS PARA USO ESTRUCTURAL
Actividad Económica Secundaria 1	: -
Actividad Económica Secundaria 2	: -
Sistema Emisión Comprobantes de Pago	: MANUAL
Sistema de Contabilidad	: MANUAL
Código de Profesión / Oficio	: -
Actividad de Comercio Exterior	: SIN ACTIVIDAD
Número Fax	: -
Teléfono Fijo 1	: 1 - 4623483
Teléfono Fijo 2	: 1 - 5281607
Teléfono Móvil 1	: 1 - 954780594
Teléfono Móvil 2	: -
Correo Electrónico 1	: roymar141@roymar.com.pe
Correo Electrónico 2	: chiscosac@hotmail.com

*Figura 1.* Ficha ruc de empresa chisco.

Fuente: Sunat 2021

CHISCO CONTRATISTAS es una empresa sólida en el mercado de estructuras metálicas de todo tipo y otros usos, además de los acabados finales, actualmente la empresa cuenta con un representante legal quien a su vez es el gerente general cuyos datos son: Mery Giraldo Aquino identificado con DNI 40344946 como se puede apreciar en los datos oficiales de la Ficha Ruc de la empresa:

Representantes Legales						
Tipo y Número de Documento	Apellidos y Nombres	Cargo	Fecha de Nacimiento	Fecha Desde	Nro. Orden de Representación	
DOC. NACIONAL DE IDENTIDAD - 40344946	GIRALDO AQUINO LUISA MERY	GERENTE GENERAL	11/10/1979	27/07/2007	-	
	<b>Dirección</b>	<b>Ubigeo</b>	<b>Teléfono</b>	<b>Correo</b>		
	--- ASOCIACION LOS ALISOS PJ. LOS ALGARROBOS Mz E Lote 2	LIMA LIMA PUENTE PIEDRA	15--	-		

Otras Personas Vinculadas						
Tipo y Nro.Doc.	Apellidos y Nombres	Vinculo	Fecha de Nacimiento	Fecha Desde	Origen	Porcentaje
DOC. NACIONAL DE IDENTIDAD -15683935	GIRALDO AQUINO DOMITILA DEONISIA	SOCIO	31/07/1966	27/07/2007	-	5.000000000
	<b>Dirección</b>	<b>Ubigeo</b>	<b>Teléfono</b>	<b>Correo</b>		
		---	---			
Tipo y Nro.Doc.	Apellidos y Nombres	Vinculo	Fecha de Nacimiento	Fecha Desde	Origen	Porcentaje
DOC. NACIONAL DE IDENTIDAD -40344946	GIRALDO AQUINO LUISA MERY	SOCIO	11/10/1979	27/07/2007	-	95.000000000
	<b>Dirección</b>	<b>Ubigeo</b>	<b>Teléfono</b>	<b>Correo</b>		
		---	---			

Figura 2. Ficha Ruc de Chisco Contratistas SAC.  
Fuente: Sunat 2021

CHISCO CONTRATISTAS se ha desempeñado en muchas obras a lo largo de sus 15 años de constitución dentro de las más resaltantes tenemos las siguientes:

### Papelera del Sur

**Dirección:** Carretera Panamericana Sur 202 Z.I. Tambo de Mora

**Tipo de proyectos:** Fabricación y Montaje de Nave industrial con Puente Grúa de 10 Ton.

**Cobertura de Techo:** TR4

**Área de construcción:** 2020 m<sup>2</sup>

### **Papelera del Sur**

**Dirección:** Carretera Panamericana Sur 202 Z.I. Tambo de Mora

**Tipo de proyectos:** Fabricación y Montaje de Nave industrial con Puente Grúa de 5 Ton.

**Cobertura de Techo:** TR4

**Área de construcción:** 1500 m<sup>2</sup>

### **Constructora RF S.A.**

**Lugar:** Supermercado Peruano Plaza Veá - Ate

**Tipo de proyectos:** Fabricación y Montaje de Puente Peatonal.

**Dimensiones.** El puente tiene 43 metros de longitud y 3 metros de ancho

**Estructuras Fabricadas:** Pilares, vigas principales, barandas y escaleras.

### **Constructora RF S.A.**

**Lugar:** Mall Ventura Plaza – Santa Anita.

**Tipo de proyectos:** Fabricación y Montaje de Puente Peatonal de 80 ton.

**Dimensiones.** El puente tiene 45 metros de longitud y 3.2 metros de ancho

**Estructuras Fabricadas:** Pilares, vigas principales, barandas, escaleras y estructura de ascensores.

### **Constructora RF S.A.**

**Lugar:** Universidad Ricardo Palma.

**Tipo de proyectos:** Fabricación y Montaje de Puente Peatonal Ricardo Palma 45 ton.

**Dimensiones.** El puente tiene 43.2 metros de longitud y 3.6 metros de ancho

**Estructuras Fabricadas:** Pilares, vigas principales, barandas y escaleras

### **Ecopreneur Perú SAC.**

**Lugar:** Proyecto Huidbay.

**Tipo de proyectos:** Fabricación de Tanque para planta de tratamiento de aguas residuales.

**Beneficiarios.** 2000 habitantes.

### **Emsa S.A**

**Lugar:** Minera Volcán Alpamarca.

**Tipo de proyectos: Fabricación y Montaje de Edificios pre-fabricados.**

**Área.** 1500 m<sup>2</sup>

**Estructuras Fabricadas:** Columnas, Vigas, Correas.

**Promet Perú**

**Lugar:** Proyecto Palo Redondo Cavimochic - Tujillo.

**Tipo de proyectos: Fabricación de 10 naves industriales para campamentos.**

**Estructuras Fabricadas:** Columnas, Vigas, Correas.

**Constructora Rio Bravo**

**Lugar:** Supermercados Mayorsa en San Juan de Lurigancho.

**Tipo de proyectos: Fabricación y montaje de Plataforma Metálica.**

**Estructuras Fabricadas:** Columnas, Vigas, Correas.

**San Fernando**

**Lugar:** Constelación Austral 135 Chorrillos.

**Tipo de proyectos: Diseño, Fabricación y montaje Nave Industrial.**

**Área:** 1500 m<sup>2</sup>

**Estructuras Fabricadas:** Columnas, Vigas, Correas.

**Agro Industrial Paramonga**

**Lugar:** Ferrocarril 212 Paramonga.

**Tipo de proyectos: Fabricación y montaje de Estructura de Conductor de Caña.**

**Dimensión:** 50 metros de longitud

**Estructuras Fabricadas:** Columnas, Vigas, Correas.

**Misión:**

Ser un grupo líder en fabricación de estructuras metálicas, proporcionando a nuestros clientes soluciones integrales de gran valor, innovadoras y de clase mundial, a través del desarrollo humano, de aplicación en la ingeniería con tecnología de punta.

### **Visión:**

Chisco Contratista quiere consolidar el liderazgo en el mercado nacional expandiendo su servicio de estructuras metálicas en todos los sectores de la industria, para situarnos como unas de las empresas de mejor crecimiento a nivel nacional, brindando soluciones de acuerdo a las necesidades de nuestros clientes.

### **Valores principales:**

**Integridad**, contamos con profesionales con ética, seriedad y confiabilidad.

**Desarrollo Integral**, nuestro compromiso con cada proyecto, el bienestar de nuestros colaboradores, calidad en nuestros servicios y producto final a satisfacción del cliente.

**Excelencia**, actualización e innovación capacitando constantemente a nuestros colaboradores con las nuevas tecnologías que sirven de herramienta para brindar una mejor calidad en nuestros trabajos.

**Sostenibilidad**, durante la ejecución de nuestros proyectos Chisco Contratistas recicla los desperdicios que puede haber durante la fabricación de alguna estructura, con esto ayudamos a que estos desperdicios vuelvan a ser fundida para poder ser reutilizados como perfiles metálicos.

### **ANALISIS DE LA EMPRESA CHISCO SAC MEDIANTE LA APLICACIÓN FODA**

(FODA: fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas), de estas cuatro variables, tanto fortalezas como debilidades son internas de la empresa, por lo que es posible actuar en ellas de una forma directa.

CHISCO SAC es una empresa con muchas fortalezas, pero también tiene debilidades a continuación, el análisis respectivo.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La empresa cumple con los contratos.</li> <li>• Cuenta con máquinas y herramientas propias.</li> <li>• La empresa brinda capacitación constante a sus ingenieros, topógrafos y colaboradores en general.</li> <li>• Existe experiencia, ética y buen ambiente de trabajo entre sus colaboradores.</li> <li>• Utilizan nuevas tecnologías para fabricación y montaje de estructuras.</li> <li>• Precios competitivos en el mercado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recomendaciones de nuestros clientes.</li> <li>• Participación en Proyectos del gobierno regional y local.</li> <li>• Accesibilidad a créditos con los bancos.</li> <li>• Proveedores que nos suministran materiales con certificados de calidad.</li> <li>• Reactivación de las obras a nivel nacional.</li> <li>• Apoyo del gobierno con el proyecto reactiva Perú</li> </ul>
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El plan estratégico de la empresa tiene debilidades por corregir</li> <li>• Algunos trabajadores no conocen la misión y visión de la empresa.</li> <li>• Poca publicidad digital de la empresa (Facebook, pagina web, WhatsApp).</li> <li>• Existen falencias en el proceso administrativo.</li> <li>• Implementar un área de la parte eléctrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Competencia desleal en el mercado.</li> <li>• Nuevas empresas que se dedican a lo mismo rubro en el mercado.</li> <li>• Paralización de las obras por agentes externos a nosotros, como sindicatos paros etc.</li> <li>• Fallas en las máquinas de soldar por falta de mantenimiento.</li> <li>• Falta de energía eléctrica, ya que no contamos con grupo electrógeno.</li> </ul>

figura 3. Matriz FODA empresa Chisco SA.C  
Fuente: Elaboración propia.

## ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA CHISCO CONTRATISTA S.A.C.

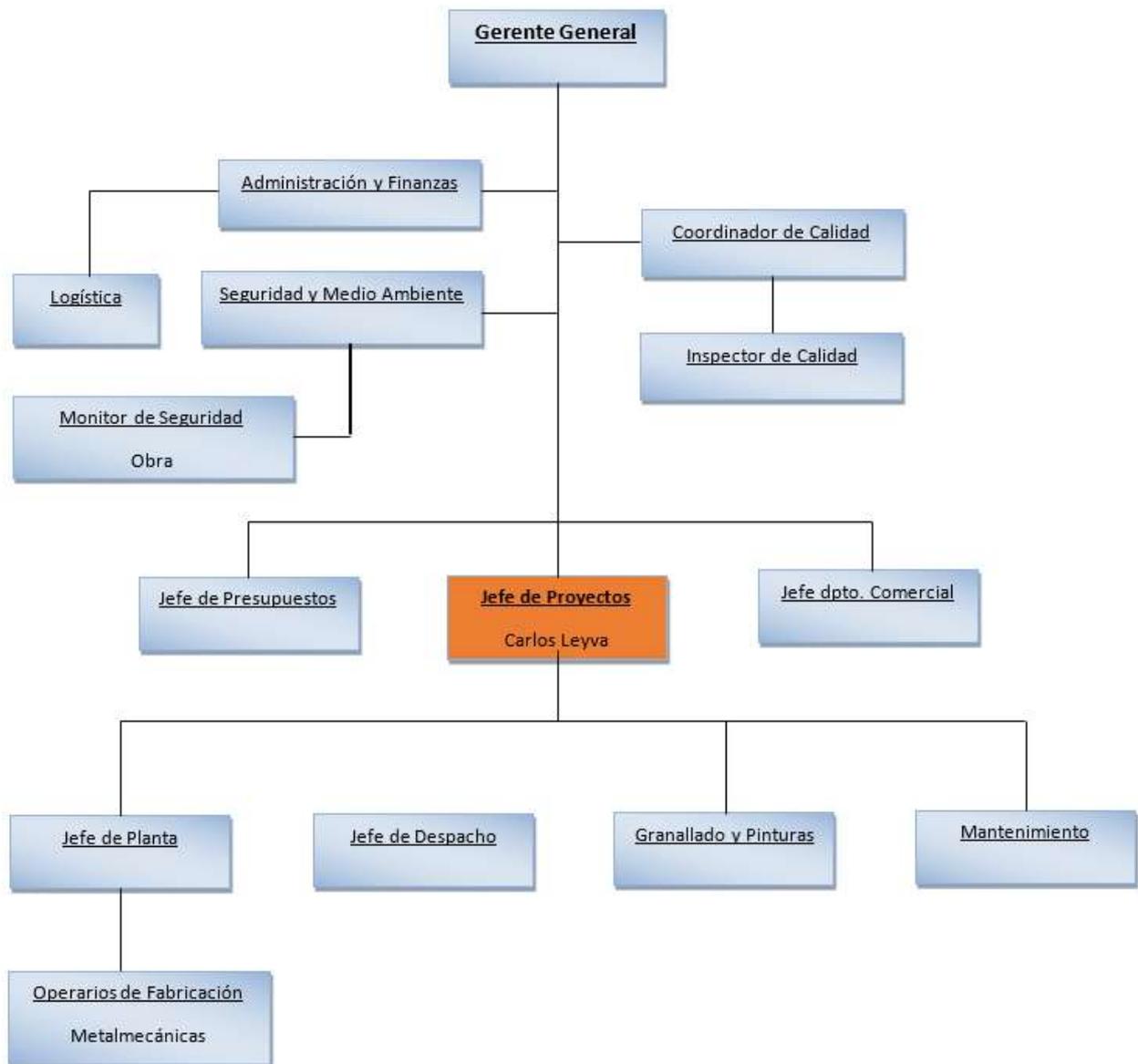


Figura 4. Organigrama Chisco SA.C  
Fuente: Empresa Chisco SAC.

## 1.2. Contextualización de la experiencia profesional

Información del proyecto del proyecto fabricación y montaje de dos escaleras metálicas de 54 metros de altura.

**Ubicación del Proyecto:** Av. Arequipa 660 Cercado de Lima 15046.

**Costo del Proyecto:** La fabricación y el montaje de las escaleras (solo mano de obra) tuvo un costo de S/. 1 569 940.80

**Periodo de trabajo: Escalera N°1** inicio el 08/01/2020 y termino el 14/03/2020.

**Periodo de trabajo: Escalera N°2** inicio el 08/01/2020 y termino 20/11/2020, ya que los trabajos fueron paralizados por la pandemia.

Durante este proyecto trabajo como asistente del jefe de proyectos, en el área de estructuras y mis funciones fueron:

- Verificar las medidas de campo con las medidas del plano, verificar las medidas de los pernos de anclaje.
- Encargado de realizar el plano de fabricación de acuerdo a los niveles proporcionado por la supervisión.
- Encargado realizar los detalles de las conexiones metálicas adecuadas que permitan facilitar la fabricación y el montaje.
- Encargado realizar el metrado de los materiales después de algunas modificaciones y verificar que estos lleguen al taller de fabricación.
- Supervisar que las piezas metálicas se fabriquen de acuerdo a los últimos planos aprobados.
- Encargado de diseñar y elaborar el plano de la Estructura tipo torre grúa para el montaje de las escaleras.
- Encargado supervisar que la torre grúa se fabrique de acuerdo al plano suministrado.

**ALCANCE DE LOS TRABAJOS Y EJECUCION DEL PROYECTO DE LA  
EMPRESA CHISCO CONTRATISTA SAC**

CHISCO CONTRATISTA SAC tiene a su cargo la fabricación y montaje de dos escaleras metálicas de 54 metros de altura en una universidad de lima. Estas escaleras tienen 14 niveles y funcionarán como salida de emergencia de la torre Washington, durante el inicio de los trabajos de trazo y replanteo tuve la función de ir a verificar las medidas de los pernos de anclajes para poder fabricar las planchas de anclajes, luego tuve que ir a verificar con un topógrafo los niveles de cada piso del edificio para poder iniciar con los planos de fabricación para posteriormente iniciar las conexiones metálicas de tal forma que facilite la fabricación y el montaje una vez terminado los planos para la fabricación tuve que verificar todos los materiales que íbamos a utilizar para realizar el pedido a los proveedores, para iniciar con la fabricación y verificar que las piezas metálicas guarden relación con los planos de fabricación. Para el diseño de la torre grúa se tomó en cuenta la pieza metálica más pesada que en este caso eran las columnas, a continuación, algunas evidencias fotográficas del proceso constructivo:



*Figura 5.* Fabricación de las piezas metálicas.

Fuente: Elaboración propia.

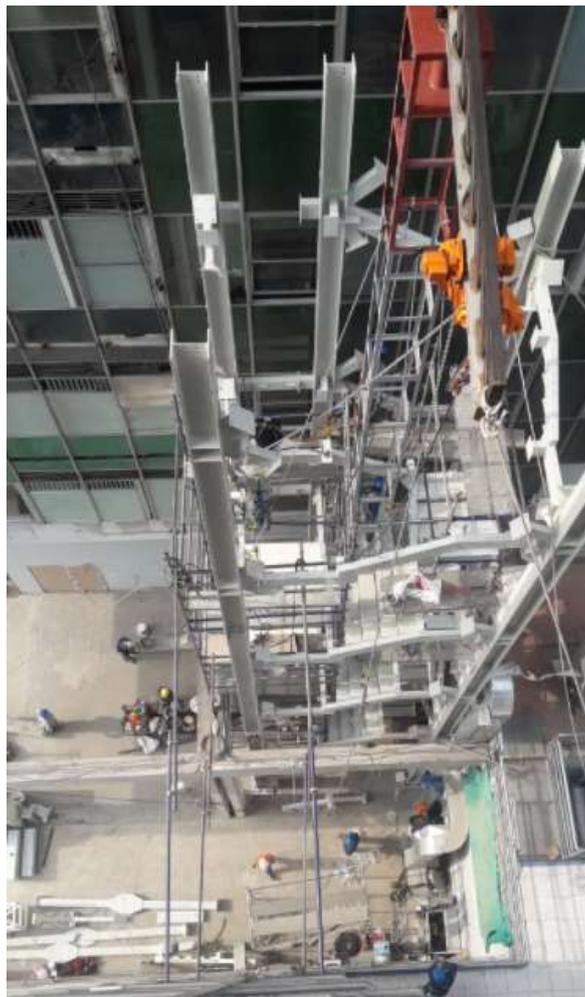


*Figura 6.* Verificación de los niveles de escaleras.

Fuente: Elaboración propia.



*Figura 7.* Traslado de material a obra.  
Fuente: Elaboración propia.



*Figura 8.* Inicio del montaje de la primera escalera.  
Fuente: Elaboración propia.



*Figura 9.* Estructura tipo torre grúa.  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 10.* Montaje de ambas escaleras.

Fuente: Elaboración propia

### 1.3. Realidad problemática

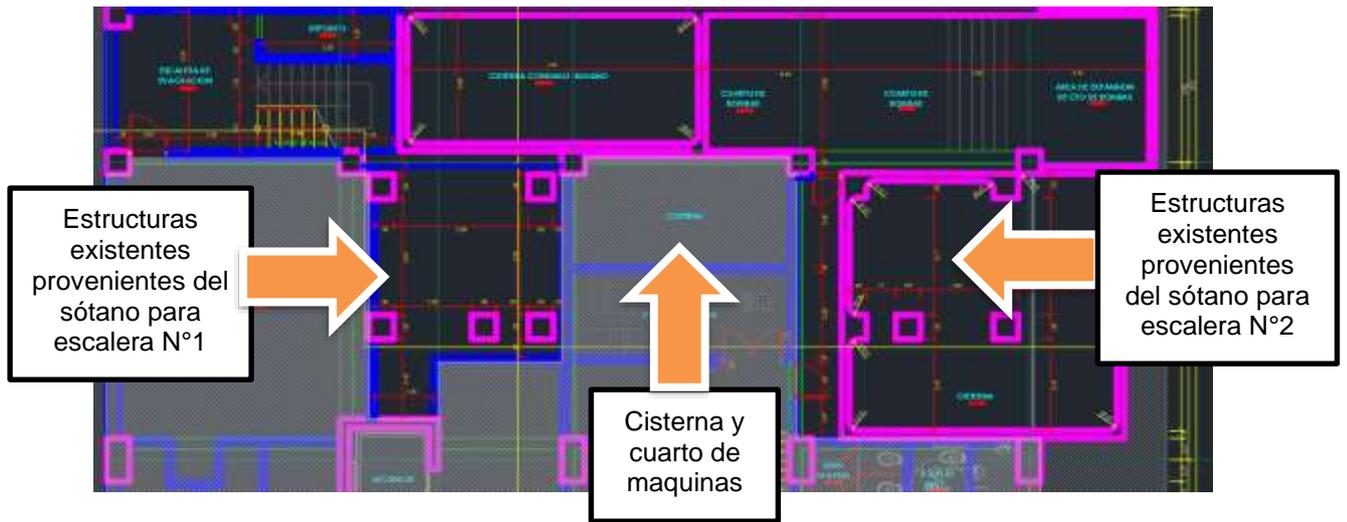
En el mundo entero se ha tenido muchas dificultades para realizar el montaje de estructuras durante una construcción. Estas dificultades vienen desde el siglo XI en la antigua Grecia quienes para realizar construcciones inventaron la grúa, este invento posteriormente fue adoptada por los Romanos quienes lo mejoraron, ya que en ese tiempo se incrementó el trabajo de la construcción de los edificios de grandes dimensiones.

En América Latina para la construcción de las torres Obispado que es el más alto de la región uno de los mayores desafíos ha sido el montaje y desmontaje de la torre grúa debido a su gran altura de 305 m. Para este proyecto la empresa JASO Tower Cranes México y Panamá se encargaron del diseño de la torre grúa de acuerdo a las condiciones y necesidades del proyecto.

En Perú la empresa Chisco Contratista para realizar el mantenimiento y reparación de una boya de 20 toneladas de la empresa Valero Perú. Se tubo diseñar y fabricar una estructura debido a que no se podía contar con una grúa por la complejidad del terreno y además se tenía que mantener suspendido mientras que se hacían los trabajos de reparación que fue por 30 días. En otras palabras, ya sea para el montaje o fabricación de estructuras muy pesada se debe tener en cuenta las dificultades del terreno el tiempo de duración del trabajo y las condiciones para ver qué tipo de quipos se puede utilizar para realizar dicho trabajo.

En este trabajo de investigación se va a desarrollar como tema principal la implementación del diseño de la estructura tipo torre grúa para el montaje de dos escaleras metálicas en una universidad de lima de acuerdo a las condiciones y necesidades del proyecto.

Desde el inicio de este proyecto se tenía como principal problema el montaje de las escaleras metálicas de 54 m de altura debido a que las columnas de las escaleras metálicas son proyección de las columnas existentes que vienen desde el sótano que tiene un nivel de piso terminado de -2.65 m.



*Figura 11. Planta de sótano de Edificio Washington.*

Fuente: Plano de Arquitectura Edificio Washington.

Las Columnas metálicas de las escaleras inicia en el nivel +0.60 m y son proyecciones de las columnas de concreto que vienen del sótano nivel -2.65. Esto quiere decir que las losas que tenemos en el nivel 1 es el techo del sótano y tapa de las cisternas y cuarto de máquinas y es el motivo principal por el cual no es posible usar una grúa que nos permita facilitar el montaje de las escaleras, ya que la losa no sería capaz de soportar estas cargas.

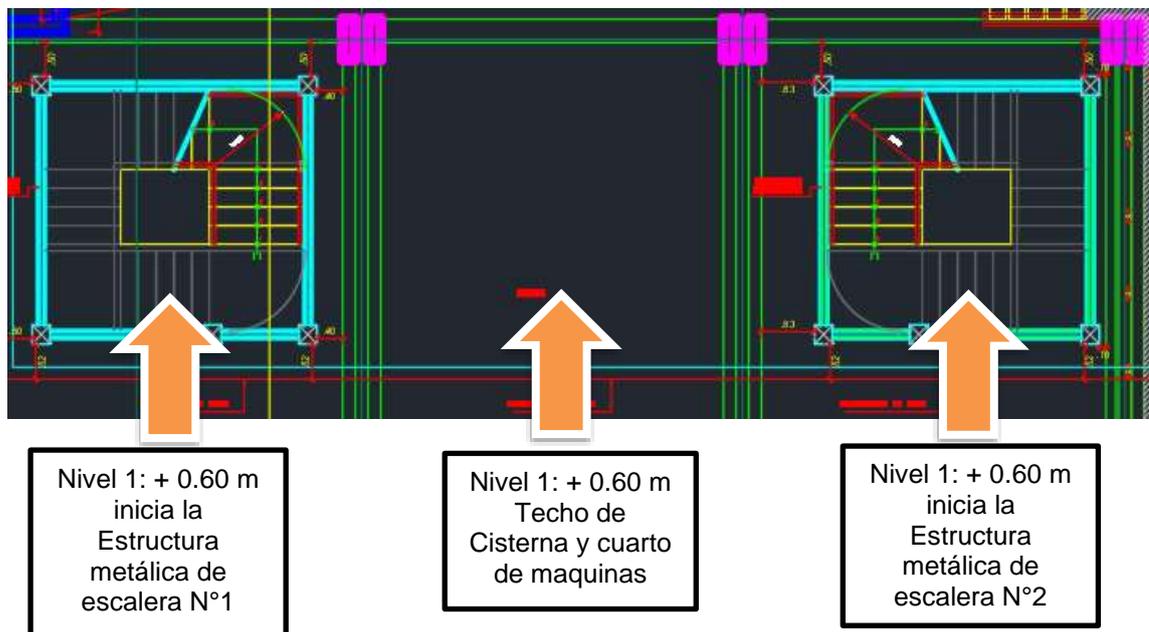


Figura 12. Planta primer nivel Edificio Washington.

Fuente: Plano de Arquitectura Edificio Washington.

## 1.4 Formulación del problema

### 1.4.1. Problema general.

¿La implementación del diseño de una estructura tipo torre grúa mejorara el montaje de las escaleras metálicas de 54 m de altura en una universidad de lima?

### 1.4.2. Problemas específicos.

1. ¿Cómo es el montaje de las escaleras metálicas de 54 m de altura antes de la implementación del diseño de la estructura tipo torre grúa?
2. ¿La implementación del diseño de la estructura tipo torre grúa mejorara el montaje de las escaleras metálicas de 54 m de altura en una universidad de lima en su primera etapa?

3. ¿La implementación del diseño de la estructura tipo torre grúa mejorara el montaje de las escaleras metálicas de 54 m de altura en una universidad de lima en su segunda etapa?
4. ¿Cómo es el montaje de las escaleras de 54 m de altura de una universidad en lima des pues de la implementación del diseño de una estructura tipo torre grúa?

### 1.5 Justificación

La implementación del diseño de la estructura tipo torre grúa tiene una justificación práctica, debido que se está dando solución al montaje de las escaleras metálicas de 54 m de altura. Sin poner en riesgo la vida de los trabajadores.

Como **justificación económica**, debido a que la fabricación de esta estructura tipo torre grúa salió más económico que contratar algún tipo de grúa, además que durante el montaje de la escalera N°2 inicio la cuarentena debido a la pandemia y como la torre grúa fue propia no hubo necesidad de pagar ningún tipo de alquiler el tiempo que estuvo en la obra.

### 1.6 Limitaciones

Dentro de las limitaciones del montaje de las escaleras metálicas de 54 m de alturas es que no se pudo usar grúa, otra limitación fue que hubo unos problemas en los permisos municipales el cual paralizo la obra por 3 días y por último el inicio de la cuarentena que hizo paralizar la obra obligatoriamente por 8 meses.

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo general.**

Implementar el diseño de la estructura tipo torre grúa para mejorar el montaje de las escaleras metálicas de 54 m de altura de una universidad de Lima.

### **1.7.2. Objetivo general.**

1. Describir el montaje de las escaleras metálicas de 54 m de altura antes de la implementación de la estructura tipo torre grúa.
2. Implementar la estructura tipo torre grúa para mejorar el montaje de las escaleras metálicas de 54 m de altura de una universidad en lima en su primera etapa
3. Implementar la estructura tipo torre grúa para mejorar el montaje de las escaleras metálicas de 54 m de altura de una universidad en lima en su segunda etapa.
4. Describir el montaje de las escaleras metálicas de 54 m de altura después de implementar la estructura tipo torre grúa.

## **CAPITULO 2. MARCO TEÒRICO**

### **2.1. ACERO ESTRUCTURAL**

#### **2.1.1. Definición.**

Navarrete (2003), precisa que el acero resulta de la combinación del hierro y pequeñas cantidades de carbono que generalmente es menor al 1% y pequeños porcentajes de otros elementos, siendo uno de los materiales estructurales más importantes, ya que es de alta resistencia en comparación con otros materiales.

Gavidia (2015), precisa que el acero es una aleación metálica de hierro con carbono máximo de 2.1% al cual adicionan varios elementos de aleación como son el cromo, tungsteno manganeso, níquel, vanadio, cobalto, molibdeno, cobre, azufre y fosforo que confieren mejoras a las propiedades mecánicas específicas según su aplicación en la industria.

#### **2.1.2. El acero como material estructural.**

Gavidia (2015), precisa que el acero como material estructural es muy versátil, económico para la industria de construcción, su elevada ductilidad permite sufrir deformaciones con niveles altos de esfuerzos sin llegar a la ruptura.

Las aplicaciones de este material para la construcción incluyen perfiles estructurales de diferentes secciones como son: I, H, L, T, C, Z, etc. Estos perfiles nos permiten la construcción de edificios, escaleras, puentes, techos y muchas estructuras más.

### 2.1.3. Ventajas y desventajas del acero.

McCormac (2002) describe las siguientes ventajas y desventajas del acero estructural.

#### 2.1.3.1. Ventajas del acero como material estructural

La supuesta perfección de este metal, tal vez el más versátil de todos los materiales estructurales, parece más razonable cuando se considera su gran resistencia, poco peso, facilidad de fabricación y otras propiedades convenientes.

Estas y otras ventajas del acero se describen a continuación:

- ❖ **Alta Resistencia:** La alta resistencia del acero por unidad de peso implica que será relativamente bajo el peso de las estructuras; esto es de gran importancia en puentes de grandes claros, en edificios altos y en estructuras con condiciones deficientes en la cimentación.
- ❖ **Uniformidad:** Las propiedades del acero no cambian apreciablemente en el tiempo como es el caso de las estructuras de concreto reforzado.
- ❖ **Elasticidad:** El acero se acerca más en su comportamiento a las hipótesis de diseño que la mayoría de los materiales, gracias a que sigue la ley de Hooke, hasta esfuerzos bastante altos. Los momentos de inercia de una estructura de acero pueden calcularse exactamente, en tanto que los valores obtenidos para una estructura de concreto reforzado son relativamente imprecisos.
- ❖ **Durabilidad:** Si el mantenimiento de las estructuras de acero es adecuado durarán indefinidamente, investigaciones realizadas en los aceros modernos, indican que bajo ciertas condiciones no se requiere ningún mantenimiento a base de pintura.

- ❖ **Ductilidad:** La ductilidad es la propiedad que tiene un material de soportar grandes deformaciones sin fallar bajo altos esfuerzos de tensión. Cuando se prueba a tensión un acero con bajo contenido de carbono, ocurre una reducción considerable de la sección transversal y un gran alargamiento en el punto de falla, antes de que se presente la fractura. Un material que no tenga esta propiedad probablemente será duro y frágil y se romperá al someterlo a un golpe repentino.

En miembros estructurales sometidos a cargas normales se desarrollan altas concentraciones de esfuerzos en varios puntos. La naturaleza dúctil de los aceros estructurales comunes les permite fluir localmente en esos puntos, evitándose así fallas prematuras. Una ventaja adicional de las estructuras dúctiles es que, al sobrecargarlas, sus grandes deflexiones ofrecen evidencia visible de la inminencia de la falla.

- ❖ **Tenacidad:** Los aceros estructurales son tenaces, es decir, poseen resistencia y ductilidad. Un miembro de acero cargado hasta que se presentan grandes deformaciones será aun capaz de resistir grandes fuerzas. Esta es una característica muy importante porque implica que los miembros de acero pueden someterse a grandes deformaciones durante su formación y montaje, sin fracturarse, siendo posible doblarlos, martillarlos, cortarlos y taladrarlos sin daño aparente. La propiedad de un material para absorber energía en grandes cantidades se denomina tenacidad.
- ❖ **Ampliaciones de estructuras existentes:** Las estructuras de acero se adaptan muy bien a posibles adiciones. Se pueden añadir nuevas crujías e incluso alas

enteras a estructuras de acero ya existentes y los puentes de acero con frecuencias pueden ampliarse.

**Propiedades diversas:** Otras ventajas importantes del acero estructural son: Gran facilidad para unir diversos miembros por medio de varios tipos de conexión como son las soldaduras, los tornillos y los remaches.

- Posibilidad de prefabricar los miembros.
- Rapidez de montaje.
- Gran capacidad de laminarse en una gran cantidad de tamaños y formas varias.
- Resistencia a la fatiga.
- Rehusó posible después de desmontar una estructura
- Posibilidad de venderlo como “chatarra” aunque no pueda utilizarse en su forma existente. El acero es el material más reutilizable por excelencia.

#### **2.1.3.2. Desventajas del acero como material estructural**

En general el acero tiene las siguientes desventajas:

- ❖ **Costo de mantenimiento:** La mayor parte de los aceros son susceptibles a la corrosión al estar expuestos al aire y el agua y, por consiguiente, deben pintarse periódicamente. El uso de aceros intemperados para ciertas aplicaciones, tiende a eliminar este costo.
- ❖ **Costo de la protección contra el fuego:** Aunque algunos miembros estructurales son incombustibles, sus resistencias se reducen considerablemente durante los incendios, cuando los otros materiales de un edificio se queman.

Han ocurrido muchos incendios en inmuebles vacíos en los que el único material combustible era el mismo inmueble. El acero es un excelente conductor de calor, de manera que los miembros de acero sin protección pueden transmitir suficiente calor de una sección o compartimiento incendiado de un edificio a secciones adyacentes del mismo edificio e incendiar el material presente. En consecuencia, la estructura de acero de una construcción debe protegerse mediante materiales con ciertas características aislantes o el edificio deberá acondicionarse con un sistema de rociadores para que cumpla con los requisitos de seguridad.

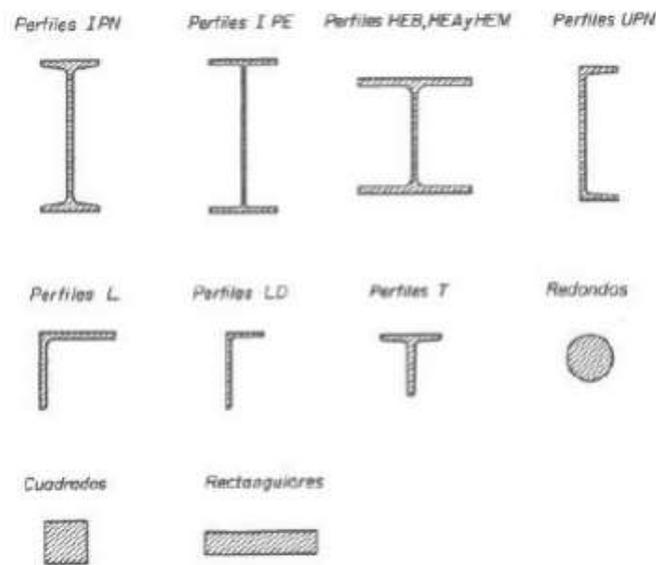
- ❖ **Susceptibilidad al pandeo:** Cuanto más largos y esbeltos sean los miembros a compresión, tanto mayor es el peligro de pandeo. Como se indicó previamente, el acero tiene una alta resistencia por unidad de peso, pero al usarse como columnas no resulta muy económico ya que debe usarse bastante material, solo para hacer más rígidas las columnas contra el posible pandeo.
- ❖ **Fatiga:** Otra característica inconveniente del acero es que su resistencia puede reducirse si se somete a un gran número de inversiones del sentido del esfuerzo, o bien, a un gran número de cambios de la magnitud del esfuerzo de tensión. (Se tienen problemas de fatiga solo cuando se presentan tensiones.) En la práctica actual se reducen las resistencias estimadas de tales miembros, si se sabe de antemano que estarán sometidos a un número mayor de ciclos de esfuerzo variable, que cierto número límite.
- ❖ **Fractura frágil:** Bajo ciertas condiciones, el acero puede perder su ductilidad y la falla frágil puede ocurrir en lugares de concentración de esfuerzos. Las cargas que producen fatiga y muy bajas temperaturas agravan la situación.

## 2.1.4. Productos de Acero.

Argüelles (2005) indica los siguientes productos del acero:

### 2.1.4.1. Perfiles laminados en caliente.

Con carácter indicativo se representa en la siguiente figura los productos laminados en caliente para su empleo en estructuras de la edificación.



*Figura 13.* Productos laminados.  
Fuente: Ramón Argüelles (2005) – Estructuras de acero.

### 2.1.4.2. Perfiles y placas conformados en frío.

Tiene espesor constante y pequeño en relación con la máxima dimensión de la sección y consta de caras planas o cilíndricas enlazadas sin aristas vivas y sin soldaduras. Antes o después de su conformación pueden someterse a procesos de pintado, galvanizado, etc.

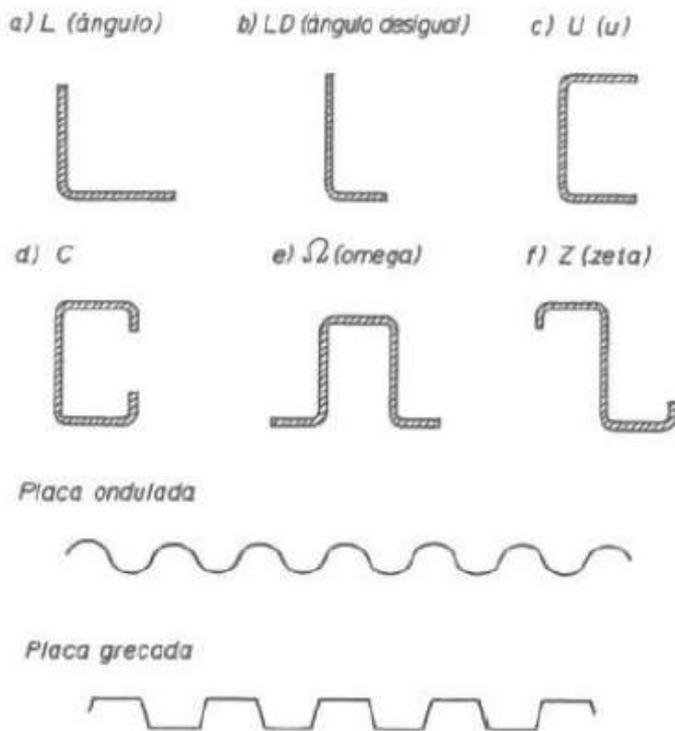


Figura 14. Productos laminados en frío.  
 Fuente: Ramón Argüelles (2005) – Estructuras de acero.

### 2.1.4.3. Perfiles huecos.

En la figura 22, se representan, también a título informativo, los perfiles huecos conformados en frío que se utilizan usualmente. Son perfiles de acción cerrada, no maciza de pequeño espesor con relación a las dimensiones geométricas de la sección, destinados a servir de elementos resistentes. Se fabrican a partir de chapa laminada en caliente mediante conformación en frío y soldadura.

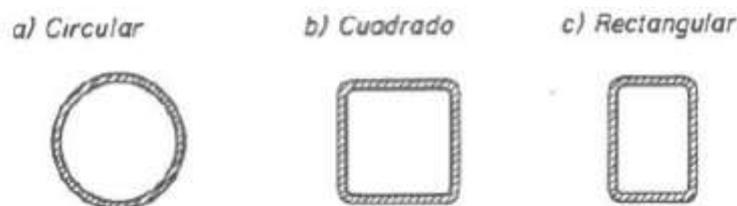


Figura 15. Diferente configuración de perfil hueco.  
 Fuente: Ramón Argüelles (2005) – Estructuras de acero.

## **2.2. CONFIGURACIONES ESTRUCTURALES**

### **2.2.1. Elementos estructurales.**

Los principales elementos resistentes de las estructuras metálicas son los siguientes:

#### **2.2.1.1. Placas de anclaje.**

Según Soto (2005) 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. 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. 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. Los elementos que constituyen una base del tipo generalmente utilizado en edificación son:

- ❖ Placa de base o de reparto.
- ❖ Cartelas de rigidez.
- ❖ Pernos de anclaje.

#### **2.2.1.2. Soporte - Columnas.**

Pérez (2009), define que los soportes 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 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.

También podemos encontrar soportes mixtos, formados por un pilar metálico y un pilar de concreto armado.

### **2.2.1.3. Vigas.**

Márquez (2009), precisa que 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, tubulares y rectangulares para tratar de obtener la máxima inercia y el mayor módulo resistente con el material disponible, tratando de mejorar el rendimiento. Las vigas son los elementos sustentantes horizontales, o como en las cubiertas, ligeramente inclinados, que reciben las cargas verticales y las transmiten, trabajando a flexión, a los pilares o apoyos. Las cargas que la viga recibe producen en sus secciones los siguientes esfuerzos: momento flector, esfuerzo cortante y torsión.

### **2.2.1.3. Arrostramientos.**

Según Pérez (2009), los arrostramientos tienen la función de transmitir los esfuerzos producidos por el viento frontal sobre el pórtico extremo a las paredes laterales, que a su vez los transmitirán al suelo. El arrostramiento básico es la Cruz de San Andrés, en forma de aspa, que se coloca entre dos cerchas o pórticos y pueden abarcar varias correas para evitar ángulos pequeños y repartir bien los esfuerzos a las barras. Este tipo de configuración presenta el inconveniente de ser estáticamente indeterminado, con lo que tenemos que hacer hipótesis para llegar a una que sea determinada. Estas hipótesis se hacen respecto a las

diagonales cruzadas, observando que, cuando una diagonal está en tensión, la contra diagonal está en compresión. Por lo general, se toman dos métodos de análisis:

- ❖ Si las diagonales se diseñan esbeltas, es razonable suponer que no soportarán esfuerzos de compresión, pues en caso contrario podrían pandear con gran facilidad. Por lo tanto, la fuerza cortante será absorbida íntegramente por la diagonal en tensión, mientras que la diagonal en compresión se supone que es un elemento que no trabaja, es decir, a todos los efectos es como si no existiese.
- ❖ 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.

#### **2.2.1.4. Medios de unión.**

Soto (2005) describe los siguientes medios de unión:

##### **Uniones atornilladas:**

Los medios de unión contemplados son los constituidos por tornillos, tuercas, y arandelas que, deberán estar normalizados y corresponder a los mismos grados del material que unen: límite elástico y resistencia a tracción de cada año.

##### **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 (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.

### **Métodos de soldadura**

- ❖ Soldadura manual con electrodo recubierto, con recubrimientos de tipo rutilo o básico.
- ❖ Soldadura semiautomática bajo protección gaseosa, con hilo macizo tubular relleno de flux, con transferencia de lluvia.
- ❖ Soldadura semiautomática con hilo tubular relleno de flux, sin protección gaseosa, con transferencia de lluvia.
- ❖ Soldadura automática con arco sumergido.

### **CAPÍTULO 3. DESCRIPCION DE LA EXPERIENCIA**

En la empresa Chisco Contratista yo ingrese a trabajar en el año 2015 como practicante en aquel año me desempeñaba como dibujante y apoyaba en los reportes en el área de producción. En el año 2016 pase al área de producción y mis funciones principales fueron realizar cronograma de obra, reportes de obra, supervisar la fabricación de las estructuras en el taller y realizar los planos de fabricación. Este año participe en la fabricación de dos puentes peatonales los cuales me sirvieron para realizar mi trabajo de prácticas profesional. El año 2017 termine la carrera de ingeniería civil y me ofrecieron el puesto de ingeniero de producción mi función principal era hacer cumplir los plazos de la fabricación de las estructuras de acuerdo al cronograma de obra para poder valorizar. En el año 2019 obtengo el bachillerato en ingeniería civil y luego estudie un diplomado en ingeniera estructural en la Pontificia Universidad Católica del Perú. Ese mismo año Chisco Contratista gana un proyecto de diseño fabricación y montaje de 2 naves industriales para la empresa Sam Fernando. Es en entonces cuando paso a formar parte del área de ingeniera de proyectos y mi primer trabajo fue realizar el diseño de estas dos naves, tuve la oportunidad de participar desde el diseño la fabricación y el montaje de estas naves. En el año 2020 Chisco recibió en sus instalaciones una boya de 20 toneladas para su reparación, para realizar este trabajo se diseñe una estructura que mantenga a la boya suspendida unos 20 días mientras se hacían los trabajos. Este mismo año Chisco contratista recibió la buena pro para realizar la fabricación y montaje de dos escaleras metálicas de 54 metros de altura en este trabajo realice las conexiones empernadas y el diseño de la estructura tipo torre grúa.

### 3.1. Descripción del proyecto.

#### DESARROLLO DE TRABAJO Y ETAPAS PLANIFICADAS DE LA OBRA

La obra de fabricación y montaje de dos escaleras metálicas de 54m de altura en una universidad de lima son:

ETAPA 1. En esta primera etapa se realizó una visita al lugar donde se realizara el montaje de las escaleras para ver las dificultades que había en el terreno, se observó que las columnas de la escalera metálica era la proyección de las columnas de concreto de una cisterna que se encontraba en el sótano esto quiere decir que el nivel de inicio de la escalera metálica era el techo del sótano es cuando la supervisión nos informa que para el montaje estaba descartado el uso de grúa, ya que la losa no iba a ser capaz de soportar esta carga. Debido a este inconveniente subimos al techo del edificio Washington que tenía una altura de 51 m. para plantear posibles sistemas para realizar el montaje de las escaleras.

#### TRABAJOS PRELIMINARES PARA LA FABRICACION DE LAS ESCALERAS

Se realizó la relacion de materiales para verificar que los perfiles que se necesitaba para la fabricación de las escaleras haya en el mercado grande fue nuestra sorpresa al ver que los perfiles de las columnas que inicialmente eran de tubos cuadrado de 300x300 no había las principales tiendas de perfiles metálicos es por ello que se tuvo que modificar el perfil de esta columna a una viga H de 12x65.

Luego se realizó una segunda visita a la obra para verificar algunas medidas en campo con respecto a los planos.

- ❖ **Verificación de niveles de las escaleras:** Fui con un topógrafo a verificar si el nivel de los descansos de las escaleras ratificaba lo que indicaba en los planos, ya que según estos niveles se iniciaría los planos de fabricación. En la siguiente imagen se aprecia la variación de niveles

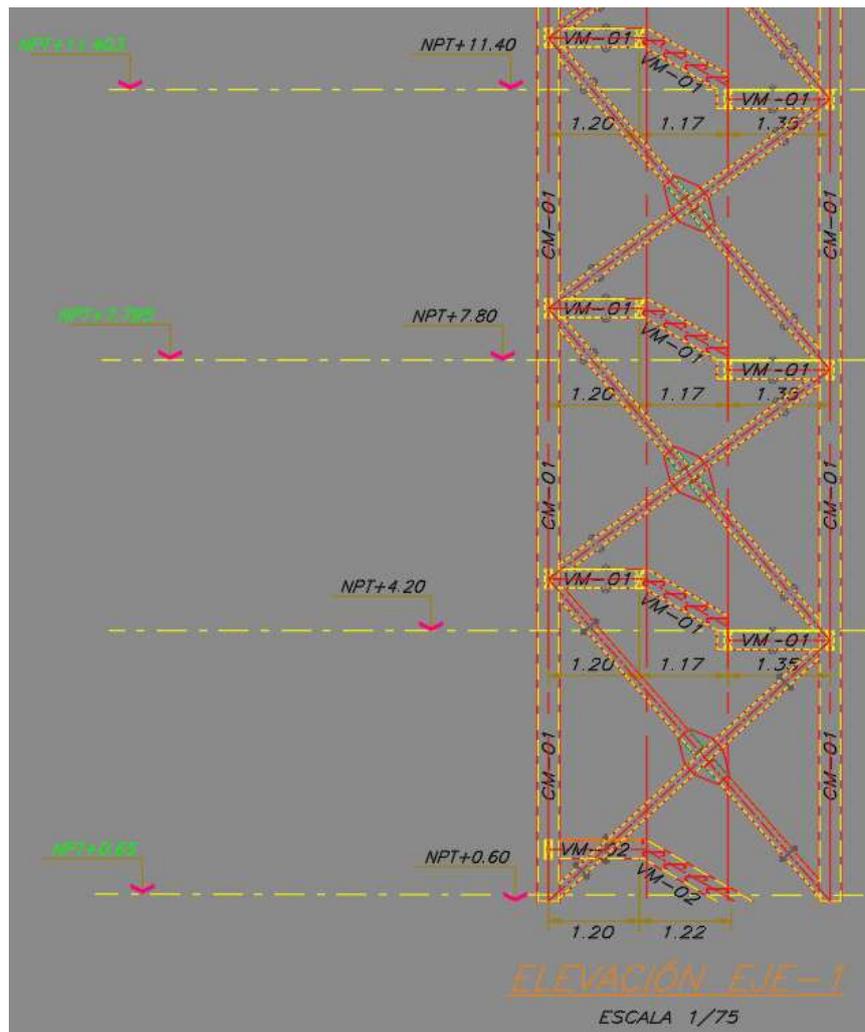


Figura 16. Niveles de escalera metálica.

Fuente: Chisco Contratista.

- ❖ **Verificación de la separación de los pernos de anclaje:** Se fue a sacar las medidas reales de los pernos de anclaje, ya que a simple vista se notaba que estas separaciones eran muy diferentes a los indicados en los planos.

❖ **Planos de Fabricación:** La realización de los planos de fabricación estuvo bajo a mi cargo es por ello que me encargué personalmente de verificar las medidas reales de campo, verificar que los perfiles existan en los mercados y tener una comunicación permanente con la supervisión de cada detalle u observaciones que podía notar en los planos. que inicie la fabricación. Es muy importante tener la aprobación de los planos de fabricación de la supervisión para poder iniciar con los trabajos de fabricación. La idea de este plano es que todo el sistema sea empernado para evitar trabajo en caliente durante el montaje de las escaleras.

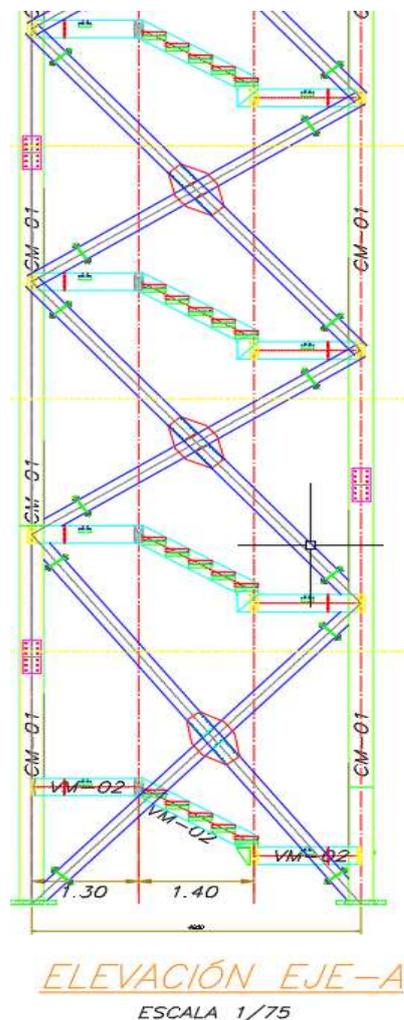


Figura 17. Plano de fabricación eje A.

Fuente: Chisco Contratista.

ETAPA 2. En esta segunda se da inicio a la fabricación de las estructuras de la escalera metálica de acuerdo a los planos de fabricación y a las especificaciones técnicas. La fabricación se realiza en áreas especializadas para el desarrollo de cada procedimiento con sus respectivos equipos y personal capacitado para ejercer el trabajo respectivamente designado, lo cual se vigila con constancia, mediante un programa de control de calidad de cada proceso que pasa la pieza de la estructura metálica.



Figura 18. Proceso de Fabricación y montaje.

Fuente: Ana Gavidia 2015 Fabricación y montaje de Acero.

A continuación, se muestra el cronograma de fabricación en el cual se muestra todos los procesos de la fabricación de la escalera metálica. Este cronograma tiene como fecha de inicio el 08/01/2020 y como fecha de término el 02/03/2020.

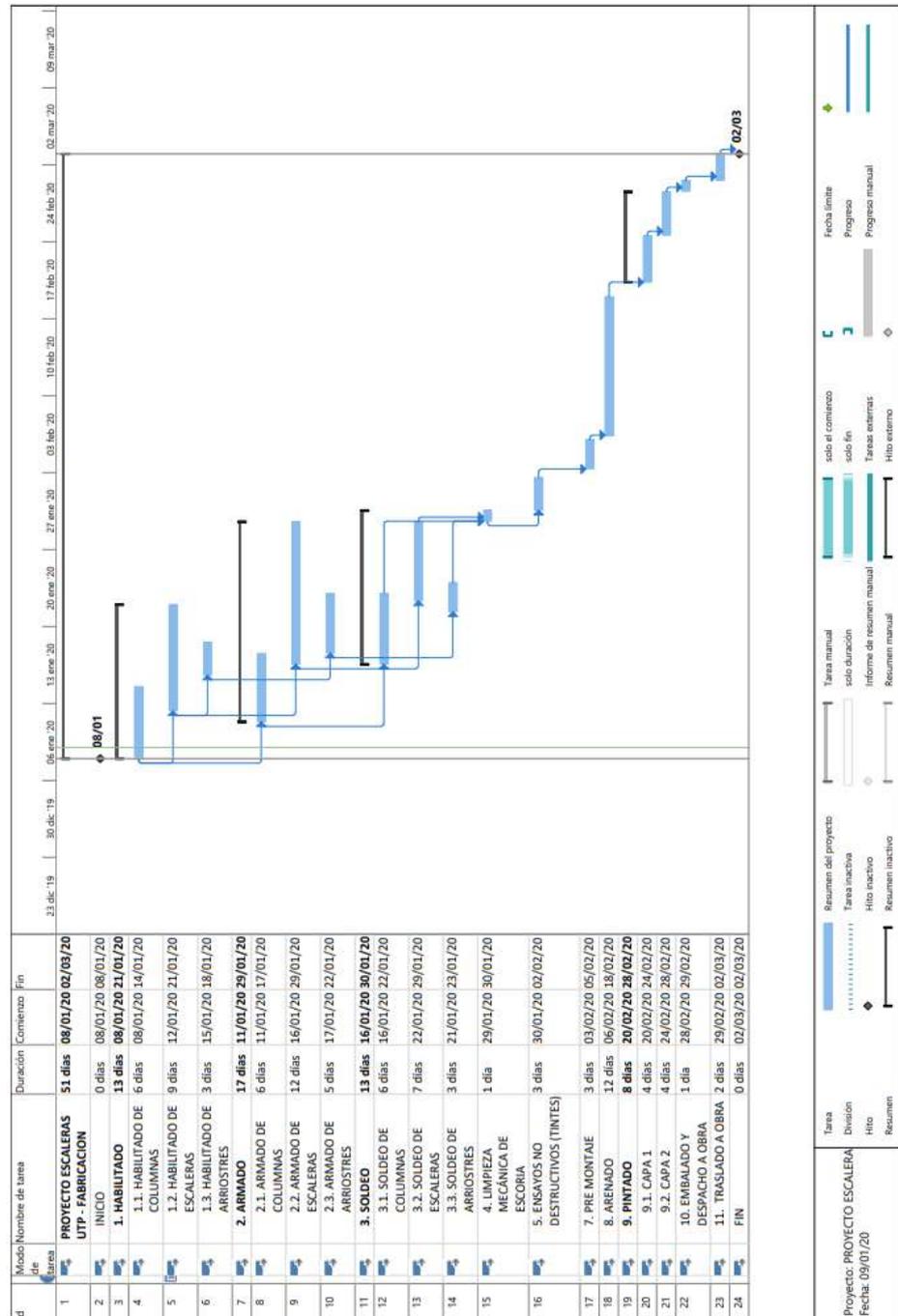


Figura 19. Cronograma de fabricación de escaleras.

Fuente: elaboración propia.

ETAPA 3. En esta tercera etapa se da inicio a la explicación del funcionamiento de cada una de las partes de la torre grúa, el procedimiento del montaje de las escaleras metálicas de 54 m, el diseño de la estructura tipo torre grúa, el plano de taller la torre y por ultimo su fabricación para luego ser trasladado a obra.

ETAPA 4. En esta etapa se iniciará con el montaje de las escaleras metálicas el primer nivel de la escalera metálica se montará con la ayuda de andamios y con una viga de concreto existente, a partir del segundo nivel de la escalera se iniciará con el montaje de la torre grúa.

#### **Estrategia para el montaje de las escaleras.**

Para dar solución al problema del montaje de las escaleras metálicas de 54 m de altura se plantearon tres alternativas de solución.

##### **A) Alternativa N°1 (Viga metálica de un techo a otro)**

Esta alternativa se planteó debido a que la escalera se ubicaba en el medio de dos edificios, entonces se propuso lo siguiente:

- Fabricar una estructura de asiento para la viga metálica que nos permita nivelar los extremos de la parte inferior de la viga y ganar un poco de altura.
- Colocar un sistema de tijeral en la parte superior de la viga ya que la luz libre entre edificios es de 13 m.
- Colocar un tole en la parte inferior de la viga, que nos permita recorrer la luz de 13 m.
- Colocar un teche eléctrico que nos permita realizar el montaje de las escaleras metálicas de 54 m de altura.

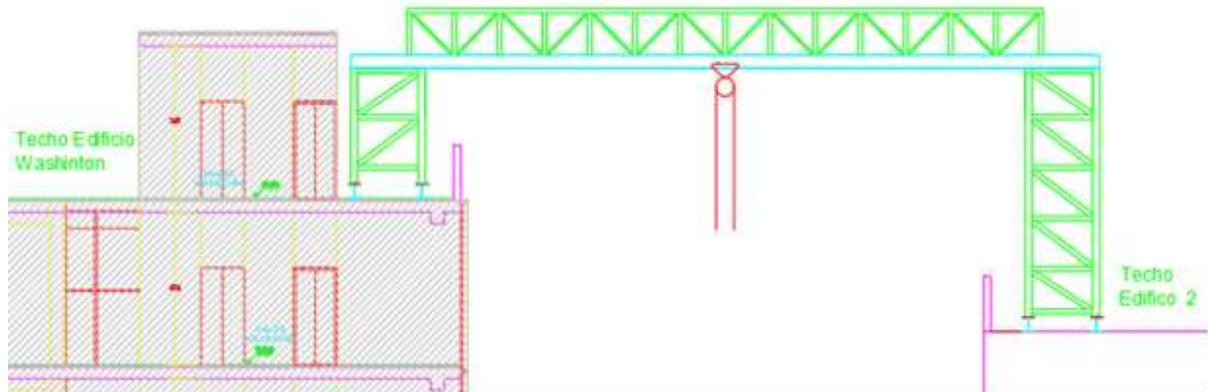


Figura 20. Alternativa N°1 para montaje de escalera.

Fuente: Plano Esquema de montaje 1 Chisco Contratista.

A continuación, detallaremos todos los inconvenientes que se tubo para hacer realidad esta alternativa.

- En los techos de cada edificio había muchos equipos de aire acondicionado que no permitían la colocación de las estructuras que se necesitaba, se habló con la supervisión para mover dichos equipos y nos dieron el visto bueno.
- Para fijar la estructura necesitábamos anclarnos al techo y dañar ligeramente el techo.
- Subir los perfiles metálicos al techo que tenía 51 m de altura.
- No había espacio para fabricar las estructuras de la viga en el techo.
- Mucha dificultad para montar la viga metálica de un techo a otro.
- La limitación principal fue que este sistema solo no permitía movernos solo en sentido longitudinal de la viga mas no en el sentido transversal, para eso se tendría que fabricar al menos 4 vigas para poder hacer el montaje de las escaleras metálicas, pero no teníamos mucho espacio en el techo para fijarlas.

## B) Alternativa N°2 (Cable metálica de un techo a otro)

Al ver la dificultad que se tenía para lanzar la viga metálica de un techo a otro se planteó como segunda alternativa colocar un cable metálico de un techo a otro que consistió en los siguiente

- Fabricar una estructura de asiento que nos permita nivelar los extremos del cable metálico y ganar altura.
- Tensar el cable en las plumas y fijarlo en las vigas metálicas que están como base.
- Colocar trole para poleas que nos permita movernos en el sentido longitudinal del cable.
- Colocar una polea con un sistema eléctrico para realizar el montaje de las escaleras metálicas.

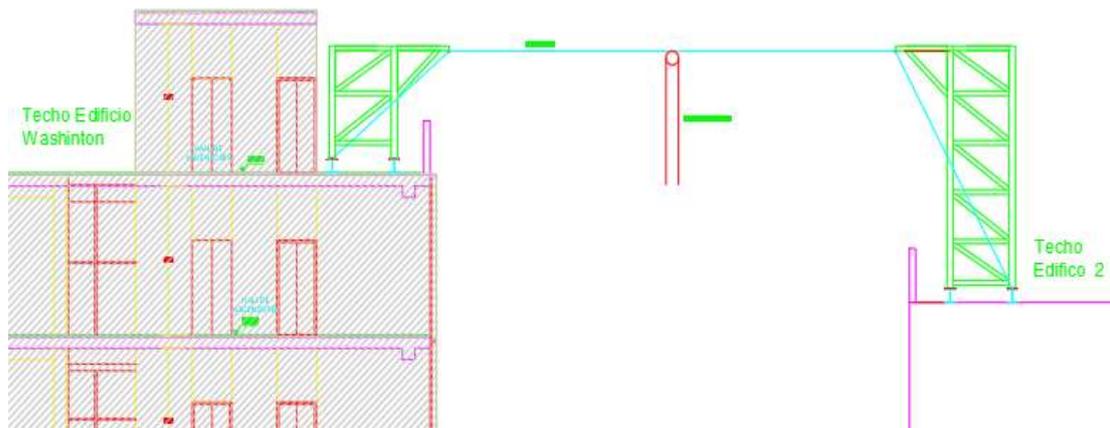


Figura 21. Alternativa N°2 para montaje de escalera.

Fuente: Plano Esquema de montaje 2 Chisco Contratista.

La dificultad para hacer realidad esta alternativa era más que nada un tema de seguridad al momento de montar las poleas, ya que una persona tenía que subir sobre la

estructura para colocar la polea, debido a que esto ponía en riesgo la vida de una persona la supervisión nos negó esta propuesta.

La limitación de trabajo de esta alternativa 2 es igual que la alternativa uno que es que solo nos permite movernos en la dirección longitudinal del cable mas no en la dirección transversal.

### **C) Alternativa N°3 (Estructura Tipo Torre Grúa)**

En esta tercera alternativa se trató de mejorar las limitaciones que se tenía en las alternativas anteriores así que planteo lo siguiente:

- Fabricar una estructura base para la Torre grúa. Esta estructura base se apoyará sobre las Vigas y columnas de la cisterna, de manera que la torre grúa no comprometa la losa.
- Fabricar módulos en forma de cajones que conformaran el cuerpo de la torre. Estos modulo se irán colocando de forma gradual según se va avanzando con el montaje.
- Fabricar el brazo de la torre con un sistema giratorio que permita llegar al punto más alejado de la escalera.
- La estructura del brazo será un tijeral donde la brida inferior es una viga H que permita colocar un trole y sobre este colocar un tecele eléctrico que permita realizar el montaje de las escaleras.



*Figura 22.* Alternativa N°3 para montaje de escalera.

Fuente: Plano Esquema de montaje 3 Chisco Contratista.

## CAPÍTULO 4. RESULTADOS

### PROCESO DE FABRICACION

- a) **Pedido de materiales:** Es muy importante que todos los materiales sean nuevos y que cumplan con las especificaciones y planos aprobados por la supervisión, además de contar con su certificado de calidad.

A continuación, se muestra la relacion de materiales de la fabricación de las escaleras.

**CHISCO CONTRATISTAS S.A.C.**

FABRICACION  
Y MONTAJE  
DE ESTRUCTURAS  
METALICAS

#### RELACION DE MATERIAL

Lima, 01 de enero 2020

Proyecto: **Fabricación y montaje de escalera metálica**

Responsable: **Ing. Carlos Leyva Giraldo**

Señores: **TRADISA**

Atención: **Luz Sánchez.**

ITEM	DESCRIPCION	PERFIL	DIMENCIONES	CANTIDAD
1	COLUMNAS METALICAS	Viga W12x65	6 m de long.	90.00
2	Vigas de escaleras	Tubo rectangular	200x100x6mmx6mts	155.00
3	Vigas de escaleras	Tubo rectangular	10"x2"x1/4"x6mts	28.00
4	Arriostre	Tubo rectangular	200x100x6mmx6mts	197.00
5	Pasos de escalera	plancha	1500x3000x4.5mm	84.00
6	planchas para descanso de escalera	plancha	1500x3000x4.5mm	56.00
7	plancha para brida de conexión	plancha	1500x3000x12mm	72.00
8	planchas de anclaje	plancha de anclaje	1200x2400x50mm	1.00

Datos de la EMPRESA: CHISCO CONTRATISTAS S.A.C.

RUC: 20512569219

DIRECCION: Jr. Manganeso # 212 - Zona Industrial Infantas – Los Olivos.

**"Solicitamos Certificados de los de los materiales"**

*Figura 23.* Relacion de materiales para fabricación de escalera.

Fuente: elaboración propia.

- b) **Recepción del material.** Cuando los materiales llegan al taller se verifica que sean los correctos estos se verifican de acuerdo a las especificaciones Técnicas y los planos proporcionados. Para que estos tengan la conformidad deben de tener su certificado de calidad para de los materiales. A continuación, se muestra el registro de recepción de los materiales donde se indica los proveedores de cada perfil, la colada y código de certificado de calidad.

CHISCO S.A.C.		SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD				CODIGO:	QC-EM-2019-001		
		REGISTRO DE INSPECCIÓN DE MATERIALES				REVISION:	1		
						FECHA:	15/02/2019		
						CORRELATIVO:	1 DE 1		
DATOS GENERALES									
CLIENTE / SUPERVISIÓN:	GRUPO UTP					REGISTRO N°:	01		
NOMBRE DEL PROYECTO:	IMPLEMENTACION DE ESCALERA METALICA 1 Y ESCALERA METALICA 2					FECHA:	07/01/2020		
CONTRATISTA PRINCIPAL:	CONSTRUCTORA RF SAC					REGISTRADO POR:	JUAN IBARRA F.		
VERIFICACION DE DOCUMENTOS DE RESPALDO									
Guía de Remisión	<input checked="" type="checkbox"/>	Orden de Compra	<input type="checkbox"/>	Certificado de Calidad	<input checked="" type="checkbox"/>	Dossier de Calidad	<input type="checkbox"/>		
						Hoja de Datos	<input type="checkbox"/>		
						Otros	<input type="checkbox"/>		
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PROVEEDOR	GUIA DE REMISION	PROTOCOLO/CERTIFICADO DE CALIDAD/OTROS	COLADA-HEAT/LOTE	CODIGO DE TRAZABILIDAD	RESULTADO	
1	TUBO CUADRADO DE 200 x 100 x 6.0 x 6.00 m.	176	TUBISA SAC	0001-0197313	19E04G0083B	HT15245	EM - 01	C	
2	PLANCHA LAC ASTM A-36 4.5 x 1500 x 3000 mm.	113	TUBISA SAC	0001 - 0195952	Z9-201805280236	8204028	EM - 02	C	
3	TUBO RECTANGULAR DE 250 x 100 x 6.0 x 6.00 m.	155	COMFER SA	008 - 094281094468	19E04G0049	HT25111	EM - 03 (W2)	C	
4	PLANCHA ESTRUCTURAL A-36 50 x 1500 x 3000 mm.	1	COMFER SA	008 - 094469	NO SE DISTINGUE	182135360	EM - 04	C	
5	VIGA H A-992 12" x 65 Lb x 6.00 m.	90	TRADI SA	013 - 11115111116	QSR132703406	18311456 / 18111271	EM - 05	C	
6	TUBO RECTANGULAR DE 150 x 100 x 6.0 x 6.00 m.	10	COMFER SA	008 - 095058	19E04G0049	HT11258	EM - 06	C	
7	PLANCHA ESTRUCTURAL A-36 12 x 1200 x 2400 mm.	18	COMFER SA	008 - 095058	D070015082019E013909	18313245A	EM - 07	C	
8	PLANCHA ESTRUCTURAL A-36 9 x 1200 x 2400 mm.	53	COMFER SA	008 - 095058	B430304936	19LD1043	EM - 08	C	
9	TUBO CUADRADO DE 50 x 50 x 4.5 x 6.00 m.	50	COMASA	T001 - 0011356	19E04G0068	HT56251	EM - 09 (W2)	C	
10	SOLDAMIG ER70S-6 1.0 mm x 15.00 Kg.	30	SOLDEXA	E001 - 23	SOLDEXA	191101	EM - 10	C	
VERIFICACION DE MATERIALES DE FABRICACIÓN									
Control de espesores	<input checked="" type="checkbox"/>	Inspección dimensional	<input type="checkbox"/>	Estructura metalográfica	<input type="checkbox"/>	Control de dureza	<input type="checkbox"/>	Otros:	<input type="checkbox"/>
Aspecto Superficial	<input type="checkbox"/>	Inspección por ultrasonido	<input type="checkbox"/>	Características mecánicas	<input type="checkbox"/>	Análisis Químico	<input type="checkbox"/>		
OBSERVACIONES									
<p><b>Nota:</b> La inspección a las materias primas e insumos se realiza de acuerdo a normas establecidas. Este registro representa la verificación de la calidad del producto y el cumplimiento de dichas normas, en base a los métodos e inspección usual. Esta inspección no libera al proveedor o fabricante de su responsabilidad, si se encontrara productos defectuosos durante el uso de los mismos.</p>									
APROBACION FINAL									
SUPERVISOR DE CALIDAD - CHISCO SAC		SUPERVISOR DE CALIDAD: CONSTRUCTORA RF SAC			JEFE DE CALIDAD: GRUPO UTP				
Nombre:	TEC. JUAN IBARRA FLORES	Nombre:		Nombre:					
Firma:		Firma:		Firma:					
Fecha:	07/01/2020	Fecha:		Fecha:					

Figura 24. Registro de recepción de materiales.

Fuente: Elaboración propia.

c) **Habilitado de los materiales:** En este proceso se trata de reproducir las cotas de los planos de fabricación a los perfiles, planchas a través de trazo que se realizan sobre el material para que posteriormente se realicen los cortes.

❖ **Habilitado de las columnas:** Las columnas de las escaleras son de perfil W12x65 que vinieron en formato de 6 metros, pero en el plano de fabricación la mayoría de las columnas tienen una longitud de 7.18 m es debido a esto que tiene que haber empalmes en las columnas y hay que cortar a medida y biselar los extremos para posteriormente soldarlo y llegar a la medida que indica el plano, también se habilito los brazos de las columnas que reciben a la escalera y arriostre.

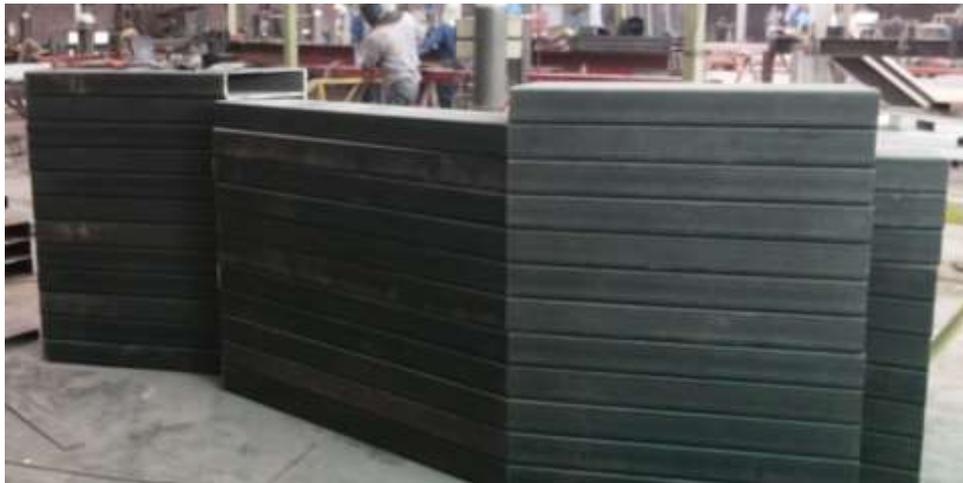


*Figura 25. Habilitado de Columnas.*  
Fuente: elaboración propia.



*Figura 26. Habilitado de brazos de Columna.*  
Fuente: elaboración propia.

- ❖ **Habilitado de escaleras:** Se habilito las bandas de las escaleras que eran de perfil rectangular de 250x100x6mm, también se habilito los pasos de las escaleras que fueron de plancha doblada de 4.5 mm de espesor y por último se habilitaron las planchas de descanso de las escaleras



*Figura 27.* Habilitado de banda de escalera  
Fuente: Elaboración propia.



*Figura 28.* Habilitado de pasos de escalera  
Fuente: Elaboración propia.

- ❖ **Habilitado de arriostre:** Se habilito los arriostre de la escalera que eran de perfil rectangular de 200x100x6mm.



*Figura 29.* Habilitado de arriostre de escalera

Fuente: Elaboración propia.

- d) **Armado de estructuras:** El armado de las estructuras consiste en presentar sobre la habilitación el conjunto de elementos que conforman la pieza. El armador deberá comprobar o rectificar cada uno de los cortes de los diferentes elementos ajustándose siempre a las cotas aprobadas. Para facilitar el armado deberán unirse piezas entre sí por medios de puntos de soldadura, lo suficientemente fuertes para que las piezas no puedan moverse y voltear la pieza sin correr riesgo que se rompan los puntos.

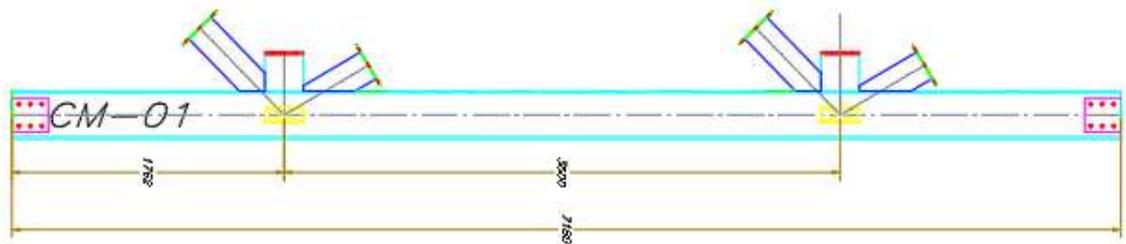
- ❖ **Armado de Columnas:** Consistió en unir los elementos que conforman la columna a través de puntos de soldadura. Estos elementos son la columna propiamente dicha y los brazos metálicos que reciben a las escaleras y los arriostres.



*Figura 30.* Armado de Columna metálica

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra el plano de fabricación de referencia para el armado de la columna metálica:



*Figura 31.* Plano de fabricación de una columna metálica

Fuente: Elaboración propia.

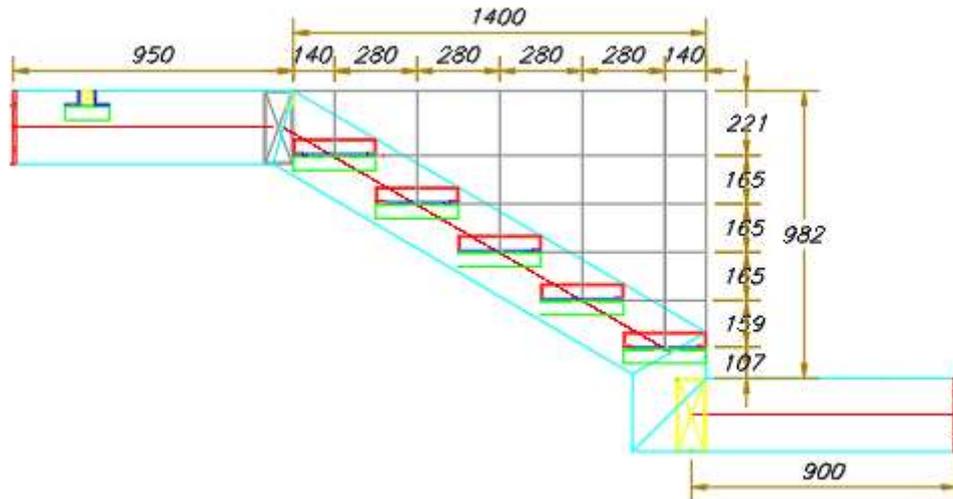
- ❖ **Armado de banda de escalera:** Consistió en unir los elementos que conforman banda metálica a través de puntos de soldadura. Estos elementos los tubos de la banda metálica, ángulos que reciben a los pasos de escalera, y las planchas de conexión que reciben a los descansos superiores e inferiores.



*Figura 32.* Armado de Banda de escalera metálica

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra el plano de fabricación de referencia para el armado de la banda de escalera metálica.



*Figura 33.* Plano de fabricación de una banda metálica  
Fuente: Elaboración propia.

- ❖ **Armado Arriostre:** Consistió en unir los elementos que conforman los arriostres a través de puntos de soldadura. Estos elementos los tubos de arriostre y la plancha de conexión que se une a la columna.



*Figura 34.* Armado de arriostre de escalera  
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra el plano de fabricación de referencia para el armado de los arriostre de la escalera

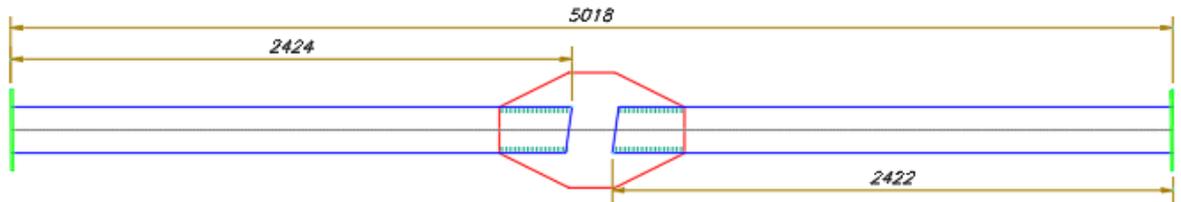


Figura 35. Plano de fabricación de un arriostre  
fuente: elaboración propia.

e) **Soldeo de Estructuras:** Una vez verificadas las medidas de las piezas armadas con puntos de soldadura se procede a ser soldado según los parámetros indicados en los planos de fabricación se deberá tener en cuenta lo siguiente

- ✓ Tipo de soldadura especificada
- ✓ Tipo de corriente necesario para la soldadura
- ✓ Tamaño del cordón distribución de los cordones y longitudes de los mismos

**Condiciones de trabajo:** Durante la planificación para la fabricación de la estructura metálica, se tuvo en cuenta los aspectos de control que se llevaron durante todo el proceso de soldeo de acuerdo a:

**Antes:**

- ✓ Todas las fueron ejecutadas de acuerdo al procedimiento de soldadura aprobados
- ✓ La zona a soldar estuvo libre de pintura, grasa, u otras impurezas que puedan contaminar la soldadura por un espacio de 2”.

**Durante:**

- ✓ Se verifico que se esté realizando la limpieza entre cada capa de soldadura, se usó herramientas mecánicas teniendo en cuenta lo especificado en el procedimiento.

**Después**

- ✓ Se verifico visualmente el acabado y las dimensiones del cordón de soldadura (empleando instrumentos de medición)
- ✓ Se verifico que se esté realizando la limpieza entre cada capa de soldadura, se usó herramientas mecánicas teniendo en cuenta lo especificado en el procedimiento.
- ✓ Al término de la soldadura se verifico que no quede escoria ni residuos de soldadura.

A continuación, se muestra la limpieza entre cada capa de soldadura y el proceso de soldadura de la capa de acabado.



*Figura 36.* Limpieza entre capa de soldadura

Fuente: Elaboración propia.



*Figura 37.* Soldeo de capa de acabado

Fuente: Elaboración propia.

Antes de pasar al proceso de granallado se debe verificar el control dimensional de las piezas fabricadas y realizar los ensayos no destructivos de tinta penetrante a los cordones de soldadura.

**Control dimensional:** Se tiene que tener un registro donde se pueda verificar que las variaciones de medidas tomadas en campo a cada una de las piezas fabricadas con respecto a las medidas indicadas en los planos de fabricación tienen que estar dentro de una tolerancia no mayor de 3 mm.

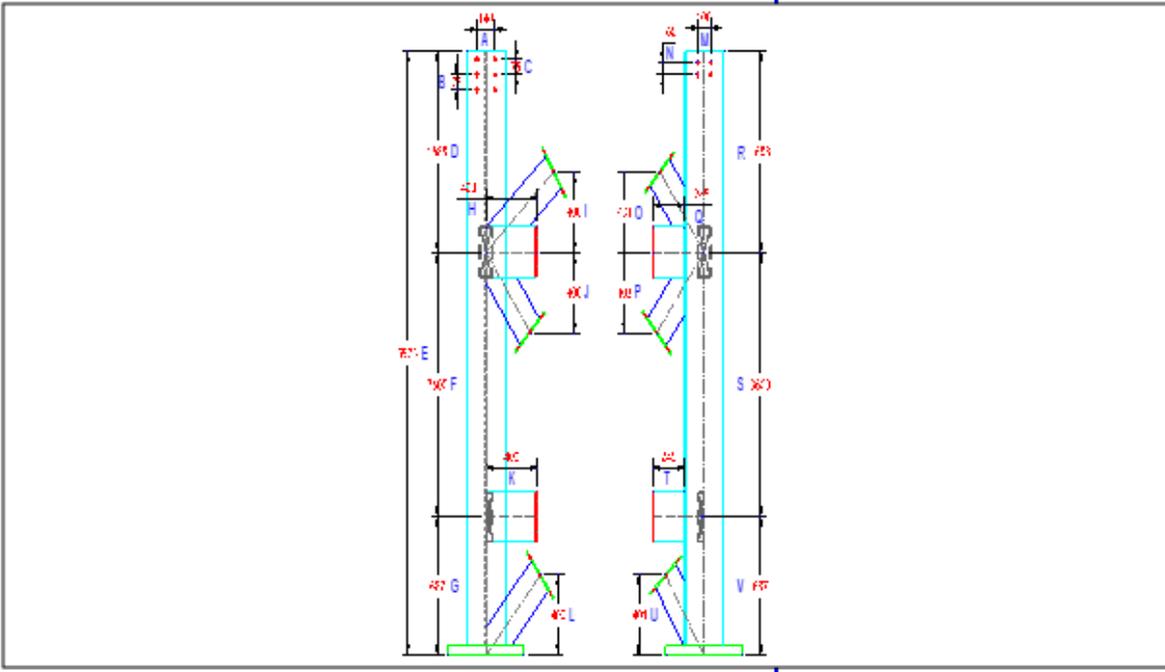
CHISCO S.A.C.		SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD		CODIGO: 3C-EM-2019-00			
		REGISTRO DE CONTROL DIMENSIONAL DE ELEMENTOS		REVISION: 0	FECHA: 15/02/2019	CORRELATIVO:	
NOMBRE DEL PROY:	IMPLEMENTACION DE ESCALERA METALICA 1 Y ESCALERA M	REGISTRO N°:	1				
CLIENTE / SUPERVI:	GRUPO UTP	FECHA:	31/01/2020				
PLANO REF:	E-02	CODIGO ELEMENT	E1-CM-1A-T1				
ESQUEMA							
							
DATOS ESPECÍFICOS							
ITEM	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS (mm)		DIFERENCIA (mm)	COMBADURA	TOLERANCIA (mm)	CONFORMIDAD
		NOMINAL (mm)	REAL (mm)				
1	A	140	140	0	-	1	CONFORME
2	B	75	75	0	-	1	CONFORME
3	C	75	76	1	-	1	CONFORME
4	D	1688	1687	-1	-	1	CONFORME
5	E	5975	5974	-1	-	5	CONFORME
6	F	3600	3599	-1	-	3	CONFORME
7	G	687	688	1	-	1	CONFORME
8	H	400	400	0	-	1	CONFORME
9	I	400	400	0	-	1	CONFORME
10	J	400	400	0	-	1	CONFORME
11	K	400	399	-1	-	1	CONFORME
12	L	400	400	0	-	1	CONFORME
13	M	100	100	0	-	1	CONFORME
14	N	60	61	1	-	1	CONFORME
15	O	401	401	0	-	1	CONFORME
16	P	402	402	0	-	1	CONFORME
17	Q	245	246	1	-	1	CONFORME
18	R	1688	1689	1	-	1	CONFORME
19	S	3600	3599	-1	-	3	CONFORME
20	T	245	246	1	-	1	CONFORME
21	U	401	402	1	-	1	CONFORME
22	V	687	687	0	-	1	CONFORME

Figura 38. Registro de control dimensional de columna

Fuente: Elaboración propia.

### **Inspección de proceso de soldadura (ensayo de tinta penetrante):**

#### **a. La Superficie:**

- La prueba por Líquidos Penetrantes se realizará en superficies con una temperatura máxima de 50 °C. La superficie a inspeccionar debe ser suave y uniforme, debe estar seca y libre de salpicaduras de soldadura, escoria, óxido, pintura, grasa, etc.
- Los requerimientos de limpieza se alcanzarán utilizando esmeril y escobilla, posteriormente se debe realizar una limpieza con Removedor (Solvente Limpiador) del Kit de Líquidos Penetrantes y trapo industrial libre de pelusas.
- Esta limpieza se realizará abarcando 1 pulgada (25,4 mm) como mínimo adyacente al pie del cordón de soldadura.
- Es importante verificar que la superficie este completamente seca, después de la limpieza con el removedor, antes de la aplicación del penetrante.

#### **b. Aplicación del Penetrante:**

- Después que la superficie de examinación ha sido limpiada, se encuentre completamente seca y este a una temperatura menor a 50 °C, se aplicará el Penetrante directamente al área de interés cubriéndola completamente. El área de interés corresponde al cordón de soldadura y ½ pulgada adyacente al pie de éste.
- La aplicación se realizará mediante spray, directamente desde la lata del penetrante o utilizando brocha para una aplicación puntual.
- El tiempo de permanencia del penetrante en la superficie de examinación será determinado en base a las condiciones de la prueba (temperatura ambiente y del espécimen en evaluación), sin embargo, este no debe ser menor de 5 minutos y no mayor de lo especificado por el fabricante.

- En extensiones largas de superficie a examinar, la prueba se realizará en tramos de 1 metro como máximo.

**c. Remoción del Penetrante:**

- Después del tiempo de penetración requerido, el exceso de penetrante debe ser removido tanto como sea posible, mediante el uso de trapo seco libre de pelusas, repitiendo la operación hasta que la mayoría de trazas de penetrante hayan sido removidas.
- Posteriormente usando trapo libre de pelusas, ligeramente humedecido con Removedor solvente, remover suavemente las trazas remanentes de penetrante sobre la superficie, evitando la remoción de penetrante de las discontinuidades. Se debe evitar el uso excesivo de removedor.
- Verificar que la superficie se encuentre completamente seca, sin restos de removedor antes de la aplicación del agente revelador.

**d. Aplicación del Revelador:**

- El envase del removedor debe ser agitado vigorosamente antes de su aplicación sobre la superficie de prueba, para asegurar la adecuada dispersión de las partículas en suspensión.
- Antes de aplicar el agente revelador directamente sobre la superficie de examinación, comprobar la eficiencia del spray aplicándolo sobre otra superficie e ir regulando la distancia adecuada para la aplicación, la cual no será menor de 12 pulgadas (30 cm). Luego aplicar el revelador desde la distancia establecida, perpendicularmente a la superficie de examinación.

- Se aplicará revelador en la cantidad necesaria para cubrir completamente la superficie de prueba con una capa fina de revelador, que asegure un adecuado contraste.

CHISCO S.A.C.		ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD		CODIGO:	QC-EM-2019-004		
		INSPECCIÓN POR TINTES PENETRANTES		REVISION:	1		
				FECHA:	15/02/2019		
				PAGINA:	1 DE 1		
DATOS GENERALES							
NOMBRE DEL PROYECTO:	IMPLEMENTACION DE ESCALERA METALICA 1			N° DE REGISTRO:	01		
CLIENTE/SUPERVISION:	GRUPO UTP			FECHA:	13/01/2020		
CONTRATISTA PRINCIPAL:	CONSTRUCTORA RF SAC			CODIGO ELEMEN:	E1 - CM1 - T2		
LUGAR DE INSPECCION:	TALLER DE EMEPAR - ZAPALLAL			PROCESO SOLDADU:	GMAW		
DATOS ESPECÍFICOS							
TIPO DE TINTE PENETRANTE:	TIPO II		INTERVALO DE TIEMPO DE PENETRANTE:	5 - 10 minutos			
TIPO DE REVELADOR:	HUMEDO NO ACUOSO PARA PENETRANTE TIPO II		TIPO DE REVELADO:	2 - 5 minutos			
TIPO DE LIMPIEZA:	METODO C - REMOVIBLE CON DISOLVENTE		TIEMPO DE SECADO:	1 minuto			
INSPECTOR:	JUANIBARRAFLORES		POSTLIMPIEZA:	-			
METODO DE INSPECCION:	AWS D1.1		CRITERIO DE ACEPTACION:	AWS D1.1 - Parte C			
REGISTRO FOTOGRAFICO							
							
JUNTA	CODIGO SOLDADO B	PROCESO SOLDADURA	PROCEDIMIENTO SOLDADURA	TIPO DE DISCONTINUIDAD	LOCALIZACIÓN	DIMENSIÓN (mm)	RESULTADO
J-1	W-10	GMAW	WFS-010	-		-	CONFORME
OBSERVACIONES							
CRITERIO DE OBSERVACIONES							
DESCRIPCION		Observaciones					
CL:	Fisura Longitudinal	IPD:	Falta de Penetración "High Lau"	IFD:	Falta de fusión entre pares	CP:	Pararidad Anidada
CT:	Fisura Transversal	F:	Falta de Fusión	IP:	Falta de penetración	IU:	Mordedura / Sacavación
		GP:	Pararidad Anidada	WP:	Pararidad Tubular	AP:	Pararidad Alineada

Figura 39. Inspección por tintes penetrantes

Fuente: Elaboración propia.

- f) **Arenado o granallado:** Para este proyecto se utilizó granalla angular, este proceso consiste en lanzar la granalla con aire a presión sobre la superficie del acero quitando todo el óxido del metal generando una superficie rugosa que permite una mejor adherencia de la pintura.

Continuación se muestra las bandas de las escaleras que han salido de la cabina de granallado y están listas para pasar a la aplicación de la primera capa de pintura.



*Figura 40.* Granallado de pieza metálica

Fuente: Elaboración propia.

- g) **Aplicación de Pintura:** Para este proyecto el espesor de película seca para la primera capa de pintura era de 4.5 mills y para la segunda capa el espesor de película seca también era de 4.5 mills haciendo un total de 9 mills de espesor. El color de la pintura de acabado fue un gris ral 7035.



*Figura 41.* Aplicación de pintura base.

Fuente: Elaboración propia.



*Figura 42.* Aplicación de pintura de acabado.

Fuente: Elaboración propia.

		<b>SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD</b> <b>REGISTRO DE ESPESORES Y ACABADOS DE RECUBRIMIENTO</b>										CODIGO:		QC-EM-2019-005										
												REVISION:		0										
		FECHA:		15/02/2019																				
		CORRELATIVO:		1/14																				
DATOS GENERALES																								
CLIENTE:				PROMET PERU SAC				REGISTRO:		1/2														
PROYECTO:				QUELLAVECO-SALVEANI				PROVEEDOR:		CODELPA PERU SAC														
DOCUMENTO DE REF.:				PROCEDIMIENTO DE RECUBRIMIENTO DE ESTRUCTURAS METALICAS				PROCESO:		Fabricación		<input checked="" type="checkbox"/> Forano												
PREPARACION SUPERFICIAL																								
Inspección Visual de Superficie																								
Método de Limpieza:		CHORRO ABRASIVO				I		C		R														
Grado Limpieza Requerida:		SSPC-SP6				I		C		R														
Material Abrasivo:		Arena		Granalla		X		Ercaria																
Codigo de Elementar a Inspeccionar:		MOD. 01 PISO y TECHO																						
Control de Tiempo y Medición de Rugosidad																								
Fecha de ataque abrasivo y Pruebar		18/11/2019																						
Hora de finalización de Ataque Abrasivo		11:00 a.m.																						
Hora de inicio de Aplicación de Pintura		11:20 a.m.																						
Perfil Obtenida (milr)		2.5																						
																								
EQUIPOS DE MEDICIÓN PARA INSPECCIÓN																								
Item	Equipo			N° de Serie / Código		Fecha Calib.		N° de Certificado																
1	RUGOSIMETRO DIGITAL - ELCOMETER 224B			UB16626		05/11/2019		224-UB16626-G																
2	PSICROMETRO - ELCOMETER 116C (*)			16035602		03/07/2019		MS - 0398 - 2019																
3	TERMOMETRO DE NO CONTACTO - FLUKE 62 MAX			36020977WS		03/07/2019		MS - 0399 - 2019																
4	MEDIDOR DE ESPESORES - ELCOMETER 456S			ND18432		03/07/2019		MS - 400 - 2019																
CONTROL DE PINTURA Y CONDICIONES AMBIENTALES																								
Capa de Pintura	Especificaciones de la Pintura						Condiciones Ambientales						Fecha de Aplicación											
	Nombre del Producto		Lote		Ral		Temperatura Superficial (C°)		Temperatura de Rasia (C°)		Humedad Relativa (%)													
1	Interpaxy Primer 162 FD				7040		22		16		69%		18/11/2019											
	Interpaxy Primer - Catalizador																							
	Diluyente Epoxica Universal																							
2	Interpaxy Finish 772 MA				7040		22		16		69%		19/11/2019											
	Interpaxy Finish - Catalizador																							
	Diluyente Epoxica Universal																							
CONTROL DE ESPESOR DE PELÍCULA SECA																								
Codigo de Pieza:				MOD. 01 PISO y TECHO				Área (m <sup>2</sup> ):				102												
Fecha de Inspección	Capa	Spat 1				Spat 2				Spat 3				Spat 4				Spat 5				Pram. Gral	I.V.	Re.
		Mod1	Mod2	Mod3	Pram	Mod1	Mod2	Mod3	Pram	Mod1	Mod2	Mod3	Pram	Mod1	Mod2	Mod3	Pram	Mod1	Mod2	Mod3	Pram			
19/11/2019	I	5	5.1	4.9	5.0	4.8	5.2	4.7	4.9	6.0	5.3	5.5	5.6	4.6	5.3	5	5.0	5.5	5.3	4.6	5.1	5.1	C	C
	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/11/2019	I	12.3	9.4	12.5	11.4	11.6	12.3	10.2	11.4	11.8	10.4	11.9	11.4	12.2	11.6	13.0	12.3	11.4	13.4	12	12.3	11.7	C	C
	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Figura 43. Registro de espesores y acabados de recubrimiento.

Fuente: Elaboración propia.

## SUTENTACION DE LA ESTRATEGIA DE MONTAJE DE LAS ESCALERAS.

Inicialmente se tenía dos alternativas para realizar el montaje de las escaleras, ambas eran utilizar el techo de los edificios continuos, pero era muy difícil el acceso a ellos y se tenía muchas limitaciones entonces dejamos de ver el techo para centrarnos en las estructuras existente en el sótano.

**Inspección de la estructura existente en el sótano:** Nosotros sabíamos que las columnas de las escaleras metálicas eran una proyección de las columnas de concreto que se tenían en los sótanos es por ello que empezamos a revisar con mayor detalle los planos del sótano. En la siguiente imagen se tiene la arquitectura del sótano.



*Figura 15. Planta de sótano de Edificio Washington.*

Fuente: Plano de Arquitectura Edificio Washington.

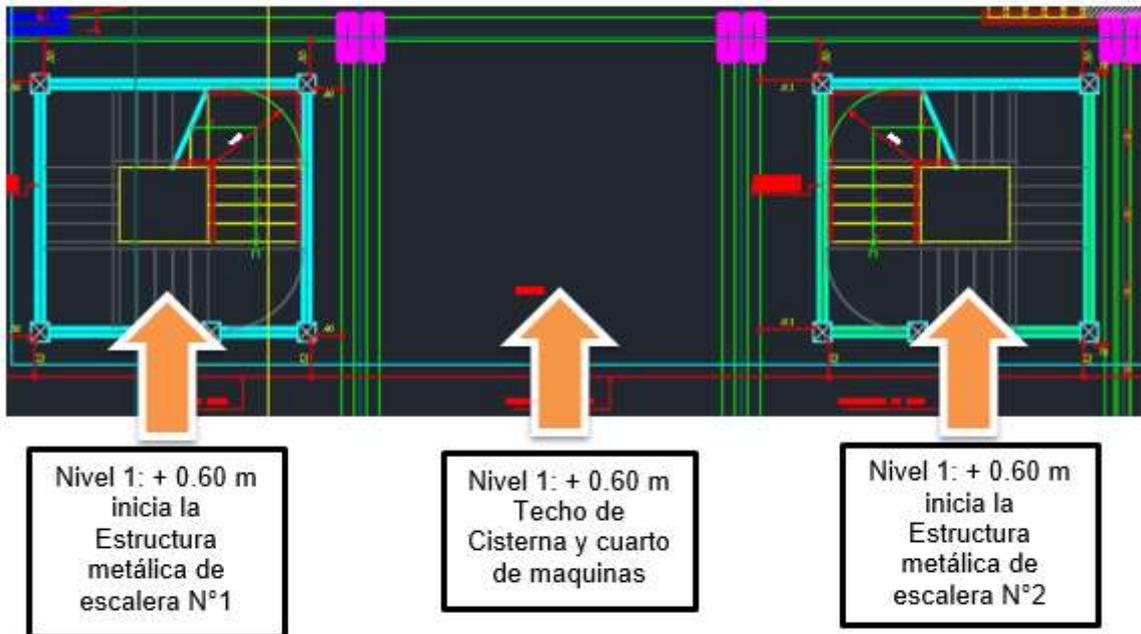


Figura 16. Planta primer nivel Edificio Washington.

Fuente: Plano de Arquitectura Edificio Washington.

En la imagen anterior se confirma que las columnas metálicas de las escaleras nacen de las columnas del concreto del sótano y es así que solicitamos a la supervisión que nos muestre el plano de estructura del sótano verificando que se tenían dos vigas estructurales que amarraban a las columnas como se muestra en la siguiente figura.

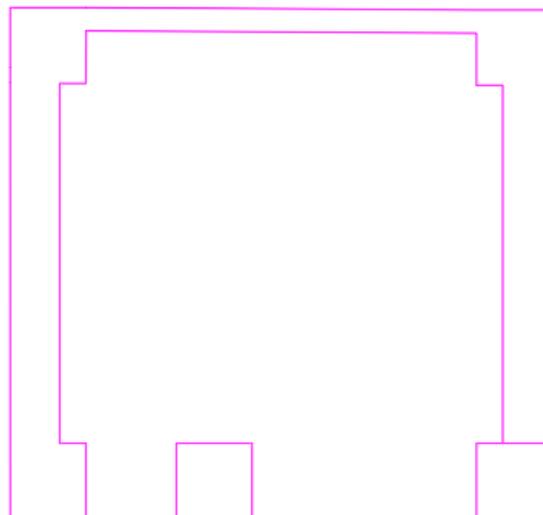


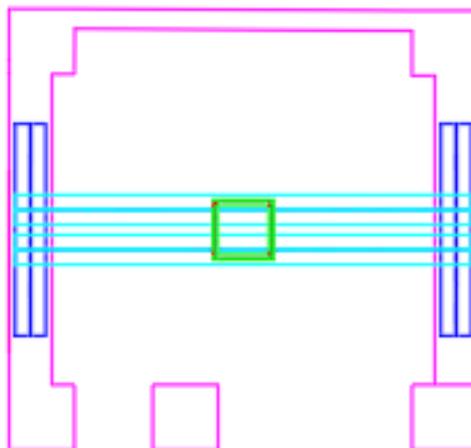
Figura 44. Planta de estructura existente para escalera 1 y 2.

Fuente: Elaboracion propia.

Una vez confirmado la existencia de estas vigas se planteó realizar el montaje con una estructura tipo torre grúa de tal forma que no se iba a comprometer la funcionalidad de la losa del sótano.

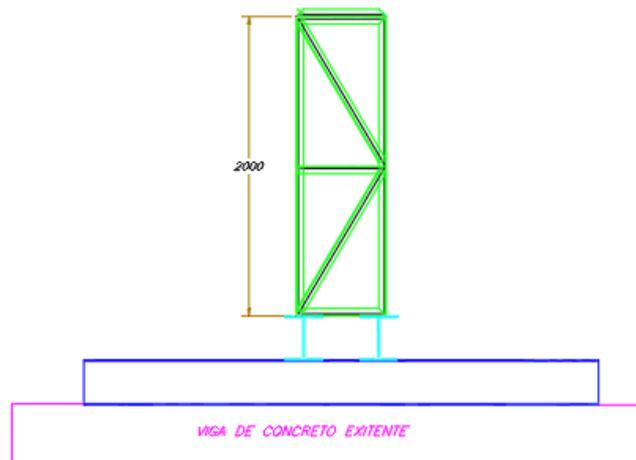
Para que la torre grúa no comprometa la losa se tenía que preparar base que trasmita las cargas a la viga estructural y a su vez estas transmitan las cargas a las columnas de concreto del sótano.

- a) **Planteamiento de la estructura base para la torre grúa:** Se planteó colocar dos vigas metálicas sobre las vigas de concreto existente, y sobre estas dos vigas metálicas colocar 2 vigas metálicas más en sentido transversal a las vigas iniciales como se muestra en la siguiente imagen.



*Figura 45.* Planta de soporte para torre grúa.

Fuente: Elaboración propia.

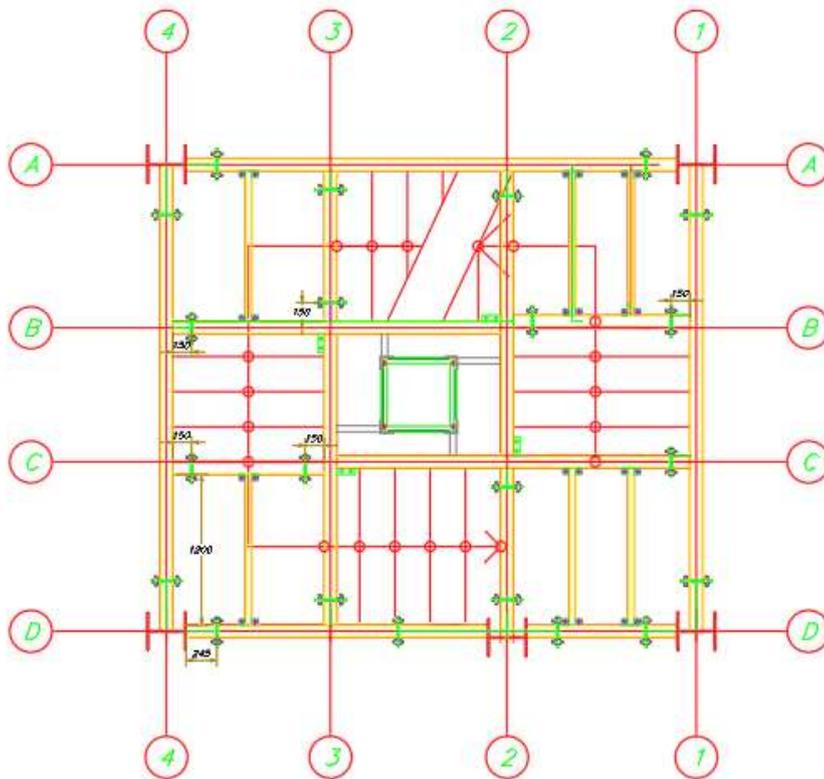


*Figura 46.* Elevación de soporte para torre grúa.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 46 se muestra cómo la torre grúa va a transmitir la carga del montaje a las vigas de color celeste, estas vigas a su vez van a transmitir las cargas a las vigas metálicas de color azul que a su vez van a transmitir las cargas a las vigas de concreto que transmitirán las cargas a las columnas de concreto y este transmitirá dichas cargas al suelo. Evitando de esta manera que las cargas de montaje pasen por el techo del sota. Con esta explicación fue aprobada la idea de usar una estructura tipo torre grúa, ahora faltaba sustentar como iba a funcionar esta estructura.

- b) **Explicación del funcionamiento de la torre grúa:** La escalera metálica tiene una abertura en su parte central y es por ahí por donde se levantará la torre grúa. El comportamiento de la torre grúa será tipo volado sucesivos, pero en forma vertical, es decir que la torre se irá elevando conforme se vaya avanzando el montaje de las escaleras es por ellos que la estructura de la torre son módulos en forma de cajones que se irán empernando uno tras otro. A continuación, se muestra una vista de planta de la escalera con las estructuras de la torre.



*PLANTA DE ESCALERA 2 DEL NPT. +4.20 A +51.00  
(S/C: 400KG/M<sup>2</sup>)*

Figura 47. Planta de escalera con estructura de torre.

Fuente: Elaboración propia.

La estructura de la torre se unirá a la estructura de las escaleras metálicas a través de unos brazos metálicos que dará mayor rigidez y estabilidad. Este brazo ira soldado a la estructura de la escalera mientras que sujetara a la torre con unos ángulos con pernos. Este perno se ajustará al momento de realizar el montaje y se aflojará ligeramente al momento de levantar la torre. La torre se levanta a una altura suficiente como para que ingrese el siguiente modulo, de esta manera se avanzara con el montaje de las escaleras de 54 m de altura.

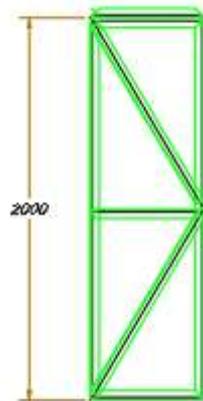


Figura 48. Módulo de estructura de torre.

Fuente: Elaboración propia.

Después de explicar el proceso del montaje de las escaleras metálicas nos dieron el visto bueno para empezar a diseñar la estructura tipo torre grúa.

- c) **Estructuración de la torre grúa:** La sección de la transversal de los módulos de la torre tienen que ser de menor dimensión que la abertura que tiene la escalera en su parte central.

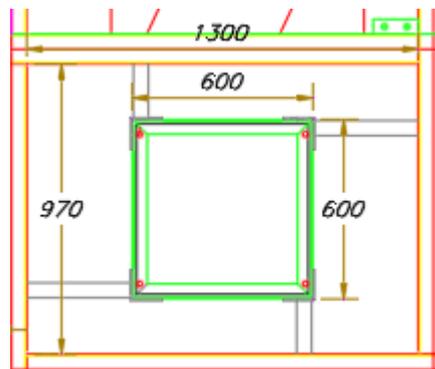


Figura 49. Planta de módulo de estructura de torre.

Fuente: Elaboración propia.

Tenemos una abertura en la escale de 970x1300mm, la sección trasversal del módulo debe entrar en esa abertura y además tenemos que darle una longitud máxima de 350 mm a los brazos que van amarrar la estructura de la torre y la estructura de la escalera. Teniendo así una sección de módulo de 600 mm x 600 mm.

Para el brazo de la grúa en la brida inferior se considerará una viga H de 6" para poder insertar el trole que sujetara al tecele eléctrico de 2 ton. La longitud del brazo de la grúa se considerará teniendo en cuenta el punto más alejado de la escalera

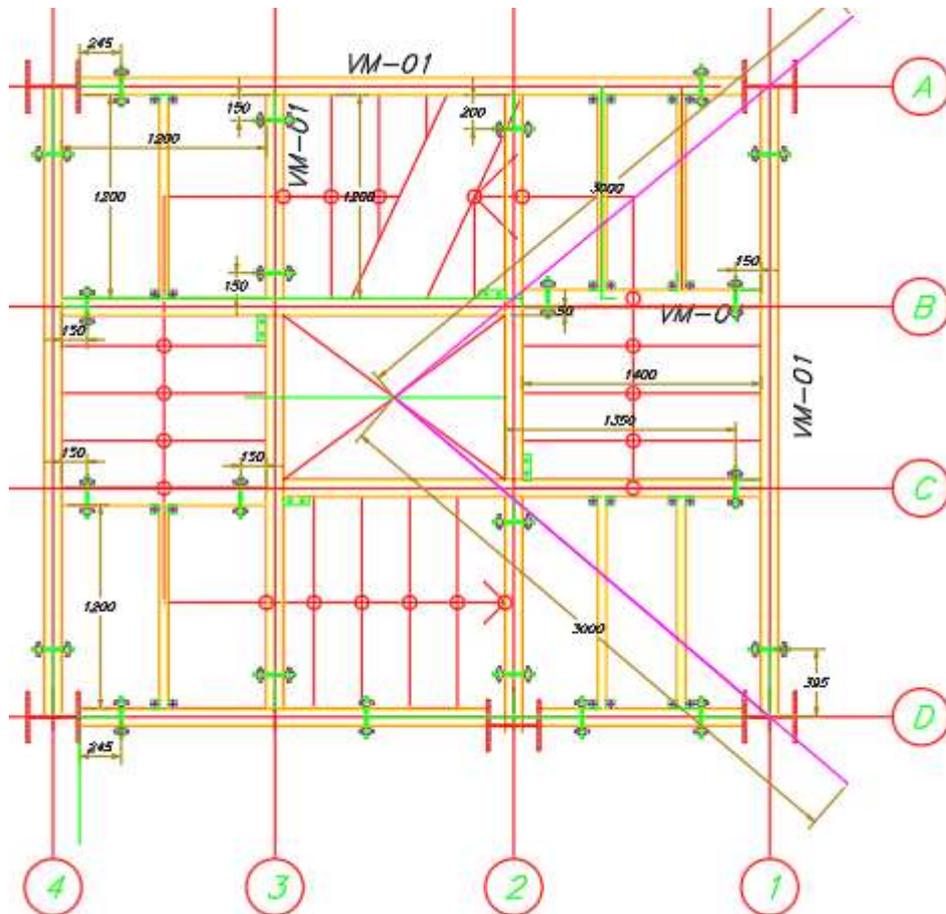


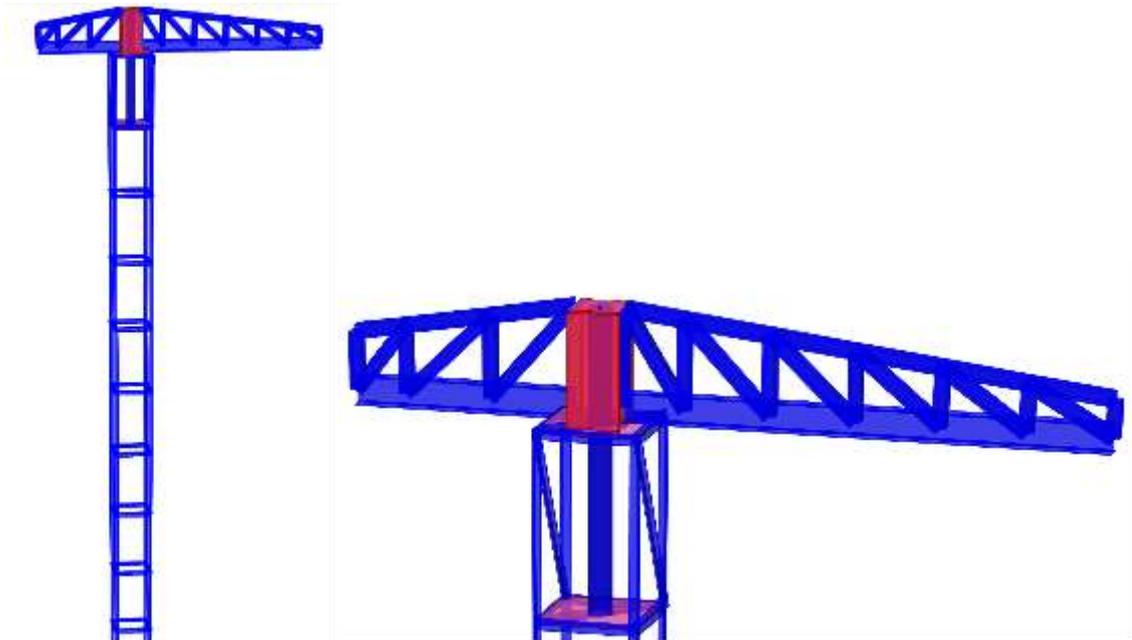
Figura 50. Longitud de brazo de torre grúa.

Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia en la imagen la distancia al punto más alejado es de 3m

d) **Diseño de Torre grúa:** Para el diseño de esta torre grúa se tomará como carga de diseño el peso de las columnas metálicas ya que es el caso más desfavorable.

### 1) Datos generales del Brazo



$$L := 3 \text{ m}$$

$$L_c := 0.5 \text{ m}$$

### 2) Propiedades de los materiales (Acero ASTM A36)

$$f_y := 2530 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Fuerza de Fluencia del Acero

$$E := 2100000 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Módulo de Elasticidad del Acero

### 3) Metrados de Cargas

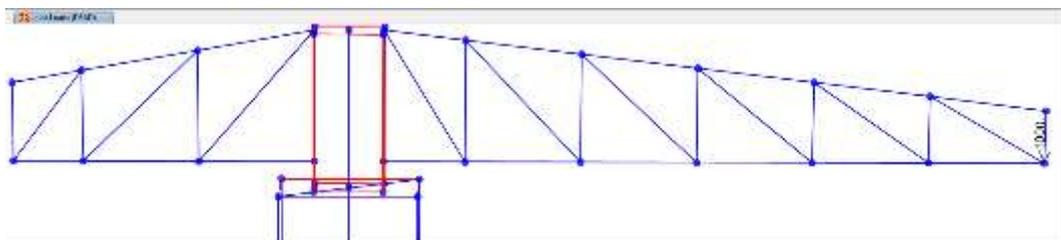
$$PD := 1000 \text{ kgf}$$

$$CV := 200 \text{ kgf}$$

### 5) Definición de Casos de Cargas

PD = Carga Permanente

CV = Carga Viva



### 6) Combinaciones de Cargas

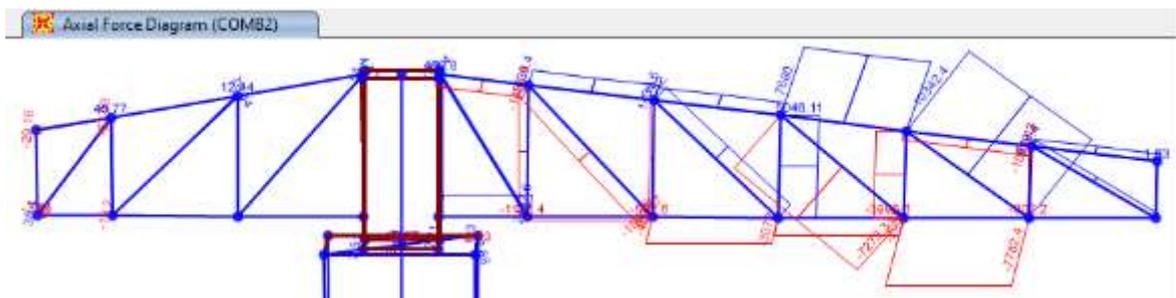
$$\text{Comb1} = 1.4 \text{ PD}$$

$$\text{Comb2} = 1.2 \text{ PD} + 1.6 \text{ CV}$$

$$\text{Comb3} = 1.2 \text{ PD} + 1.3 \text{ W}$$

$$\text{Comb5} = 0.9 \text{ PD} + 1.3 \text{ W}$$

### 7) Fuerzas Axiales Máxima



## 7) Diseño por Tracción

### a) Diseño de Brida Superior

$$\phi \cdot P_u = \phi \cdot F_y \cdot A_g$$

$$P_u := 7680 \text{ kgf}$$

$$\Phi := 0.9$$

Acero Requerido

$$A_{gR} := \frac{P_u}{\Phi \cdot f_y} = 3.373 \text{ cm}^2$$

Perfil a Utilizar

**Tubo de 75x75x3mm**

Área Resistente

$$A_{gC} := 8.64 \text{ cm}^2 = 8.64 \text{ cm}^2$$

$$\text{if}(A_{gR} \leq A_{gC}, \text{"ok"}, \text{"falla"}) = \text{"ok"}$$

Fuerza Resistente

$$P_r := \Phi \cdot f_y \cdot A_{gC} = 19673.28 \text{ kgf}$$

$$\text{ratio} := \frac{P_u}{P_r} = 0.39$$

$$\text{if}\left(\frac{P_u}{P_r} \leq 1, \text{"ok"}, \text{"falla"}\right) = \text{"ok"}$$

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS (Combo COMB2)						
Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	
25.138	7679.786	35.576	0.000	0.000	0.000	

RHS DEMAND/CAPACITY RATIO (HL-3,HL-1a)	
D/C Ratio:	0.491 = 0.390 + 0.000 + 0.000
	= (Pu/De) + (8/9) (Mu33/Mc33) + (8/9) (Mu22/Mc22)

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (HL-3,HL-1a)					
Factor	L	R1	R2	R1	R2
Major Bending	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Minor Bending	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

	L1tb	K1tb	Cb
LTB	1.000	1.000	1.324

	Pu	phi*Pnc	phi*Pnc
	Force	Capacity	Capacity
Axial	7679.786	19381.508	15679.280

	Mu	phi*Mn	phi*Mn	phi*Mn
	Moment	Capacity	No LTB	Cb=1
Major Moment	35.576	63148.696	63148.696	63148.696
Minor Moment	0.000	63148.696		

	Tu	Tn	phi*Tn
	Moment	Capacity	Capacity
Torsion	0.000	47057.550	42851.755

SHEAR CHECK				
	Vu	phi*Vn	Stress	Status
	Force	Capacity	Ratio	Check
Major Shear	0.000	5410.182	0.000	OK
Minor Shear	0.000	5410.182	0.000	OK

El programa SAP 2000 ratifica los calculo manuales realizados, ya que se obtienen los mismos resultados.

### b) Diseño de Diagonales

$$\phi \cdot P_n = \phi \cdot F_y \cdot A_g$$

$$T_u := 10342.4 \text{ kgf}$$

$$\Phi := 0.9$$

Acero Requerido

$$A_{gR} := \frac{T_u}{\Phi \cdot f_y} = 4.542 \text{ cm}^2$$

Perfil a Utilizar:

**Tubo de 75x75x3mm**

### Área Resistente

$$A_{gC} := 8.64 \text{ cm}^2 = 8.64 \text{ cm}^2$$

$$\text{if}(A_{gR} \leq A_{gC}, \text{"ok"}, \text{"falla"}) = \text{"ok"}$$

### Fuerza Resistente

$$T_r := \Phi \cdot f_y \cdot A_{gC} = 212.668 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{ton}$$

$$\text{ratio} := \frac{T_u}{T_r} = 0.526$$

$$\text{if}\left(\frac{T_u}{T_r} \leq 1, \text{"ok"}, \text{"falla"}\right) = \text{"ok"}$$

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS (Combo COMB2)				
Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2
29.291	10341.158	29.800	0.000	0.000

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (H1.2,H1-1a)				
D/C Ratio:	0.526	= 0.526	+ 0.000	+ 0.000
		= (Pr/Pc)	+ (8/9) (Mr33/Mc33)	+ (8/9) (Mr22/Mc22)

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (H1.2,H1-1a)				
Factor	L	K1	K2	B1
Major Bending	1.000	1.000	1.000	1.000
Minor Bending	1.000	1.000	1.000	1.000

	Lltb	Kltb	Cb
LTB	1.000	1.000	1.331

	Pu	phi*Pnc	phi*Pnt
Axial	Force	Capacity	Capacity
	10341.158	19278.735	19673.280

	Mu	phi*Mn	phi*Mn	phi*Mn
Major Moment	Moment	Capacity	No LTB	Cb=1
	29.800	53148.596	53148.596	53148.596
Minor Moment	Moment	Capacity		
	0.000	53148.596		

	Tu	Tn	phi*Tn
Torsion	Moment	Capacity	Capacity
	0.000	47057.850	42351.795

SHEAR CHECK				
	Vu	phi*Vn	Stress	Status
Major Shear	Force	Capacity	Ratio	Check
	0.000	5410.152	0.000	OK
Minor Shear	Force	Capacity	Ratio	Check
	0.000	5410.152	0.000	OK

El programa SAP 2000 nuevamente ratifica los calculo manuales realizados, ya que se obtienen los mismos resultados.

## 8) Diseño por Compresión

### a) Diseño de Brida Inferior

$$\phi \cdot P_n = \phi \cdot F_{cr} \cdot A_g$$

$$C = 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$F_{cr} = \left(0.658 \frac{F_y}{F_e}\right) \cdot F_y$$

Usar cuando KL/R es menor que 135.70

$$F_{cr} = 0,877 \cdot F_e$$

Usar cuando KL/R es mayor que 135.70

Datos:

$$C := 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 135.697$$

$$K := 1$$

$$L_{c1} := 285 \text{ cm}$$

$$P_u := 7782.4 \text{ kgf}$$

Perfil a Utilizar W 6x12

$$I_{py} := 124 \text{ cm}^4$$

$$A_g := 22.9 \text{ cm}^2$$

$$r_x := 6.3 \text{ cm}$$

$$\frac{K \cdot Lc1}{r_x} = 45.238$$

$$r_{yo} := \sqrt[2]{\frac{I_{py}}{A_g}} = 2.327 \text{ cm}$$

$$\frac{K \cdot Lc1}{r_{yo}} = 122.476$$

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot Lc1}{r_{yo}}\right)^2} = 1381.706 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

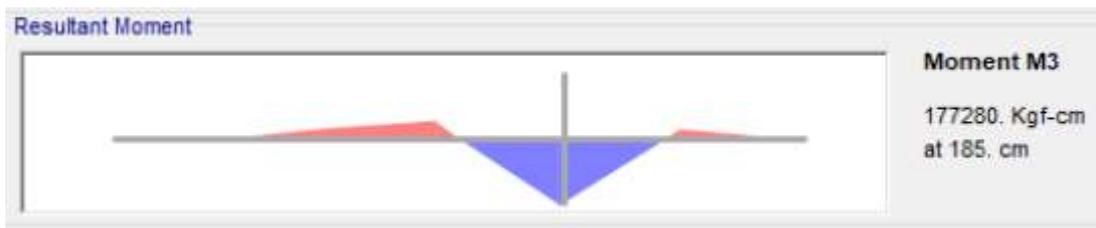
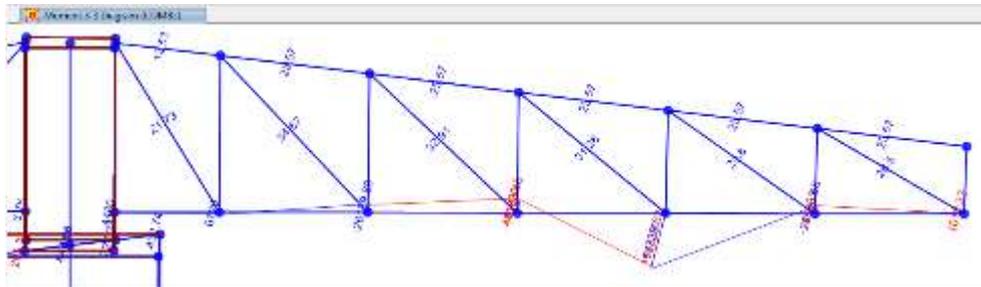
$$F_{cr} := \left(0.658 \frac{f_y}{F_e}\right) \cdot f_y = 1175.654 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$P_r := 0.85 \cdot F_{cr} \cdot A_g = 22884.097 \text{ kgf}$$

$$\text{ratio} := \frac{P_u}{P_r} = 0.34$$

$$\text{if} \left( \frac{P_u}{P_r} \leq 1, \text{"ok"}, \text{"falla"} \right) = \text{"ok"}$$

## La viga W6x12 tomara el momento generado por el volado



### STRESS CHECK FORCES & MOMENTS (Combo COMB2)

Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	Tu
185.000	-7782.400	177280.000	0.002	4032.000	4.272E-05	0.000

### BSM DEMAND/CAPACITY RATIO (H1-1a)

$$D/C \text{ Ratio: } 0.829 = 0.320 + 0.509 + 0.000$$

$$= (Pr/Pc) + (8/9)(Mr33/Mc33) + (8/9)(Mr22/Mc22)$$

### AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (H1-1a)

Factor	L	K1	K2	B1	B2	Cm
Major Bending	0.175	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Minor Bending	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

LTB	L1eb	K1eb	Cb
	1.000	1.000	1.806

	Pu	phi*Pnc	phi*Pnt
Axial	Force	Capacity	Capacity
	-7782.400	24298.734	52150.540

	Mu	phi*Mn	phi*Mn	phi*Mn
	Moment	Capacity	No LTB	Cb=1
Major Moment	177280.000	309700.768	309700.768	251735.911
Minor Moment	0.002	86566.957		

### SHEAR CHECK

	Vu	phi*Vn	Stress	Status
	Force	Capacity	Ratio	Check
Major Shear	4032.000	13582.646	0.297	OK
Minor Shear	4.272E-05	19743.754	0.000	OK

### CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS

	VMajor	VMajor
	Left	Right
Major (V2)	0.000	526.813



e) **Elaboración del plano de fabricación:** Una vez terminado con el diseño se tienen los siguientes perfiles para la elaboración del plano de fabricación.

**Para la estructura de la torre:** se fabricarán módulo de ángulos de 2x2x6mm

**Para el brazo de la torre grúa:** para la brida superior, montantes, y diagonales se usará tubo cuadrado de 75x75x3mm y para la brida inferior se usará viga W 6x12.

**Para el sistema giratorio:** se usará tubos redondos SCH 40 de 6" de diámetros y un tubo SCH 40 de 5" de diámetro.

**Para la base de fijación de la torre:** Se usará Vigas W12x65 que es material que sobra.

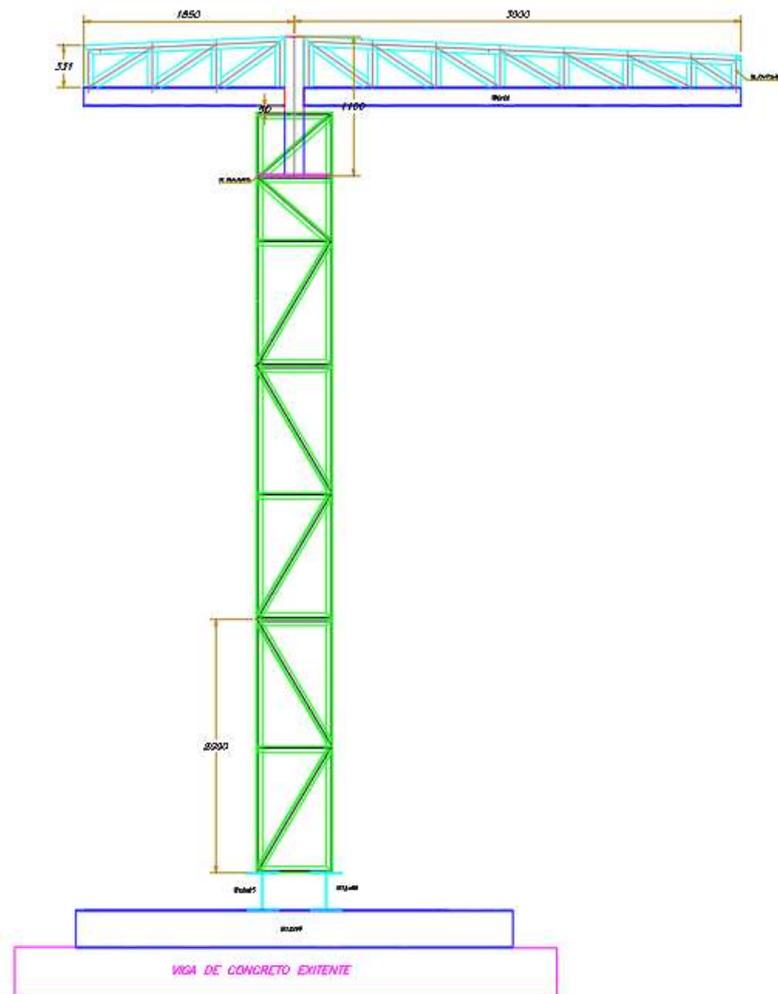


Figura 45. Plano de fabricación de torre grúa.

Fuente: Elaboración propia.

- f) **Fabricación de la estructura torre grúa:** Una vez terminado el plano de fabricación se procedió a la fabricación de base de la torre, los módulos de la torre y el brazo de la torre.



*Figura 51.* Habilitado y soldeo de módulo de torre grúa.  
Fuente: Elaboración propia.



*Figura 52.* módulo de torre grúa pintado en acabado.  
Fuente: Elaboración propia

CRONOGRAMA MONTAJE DE ESCALERAS METALICAS DE 54 M DE ALTURA.

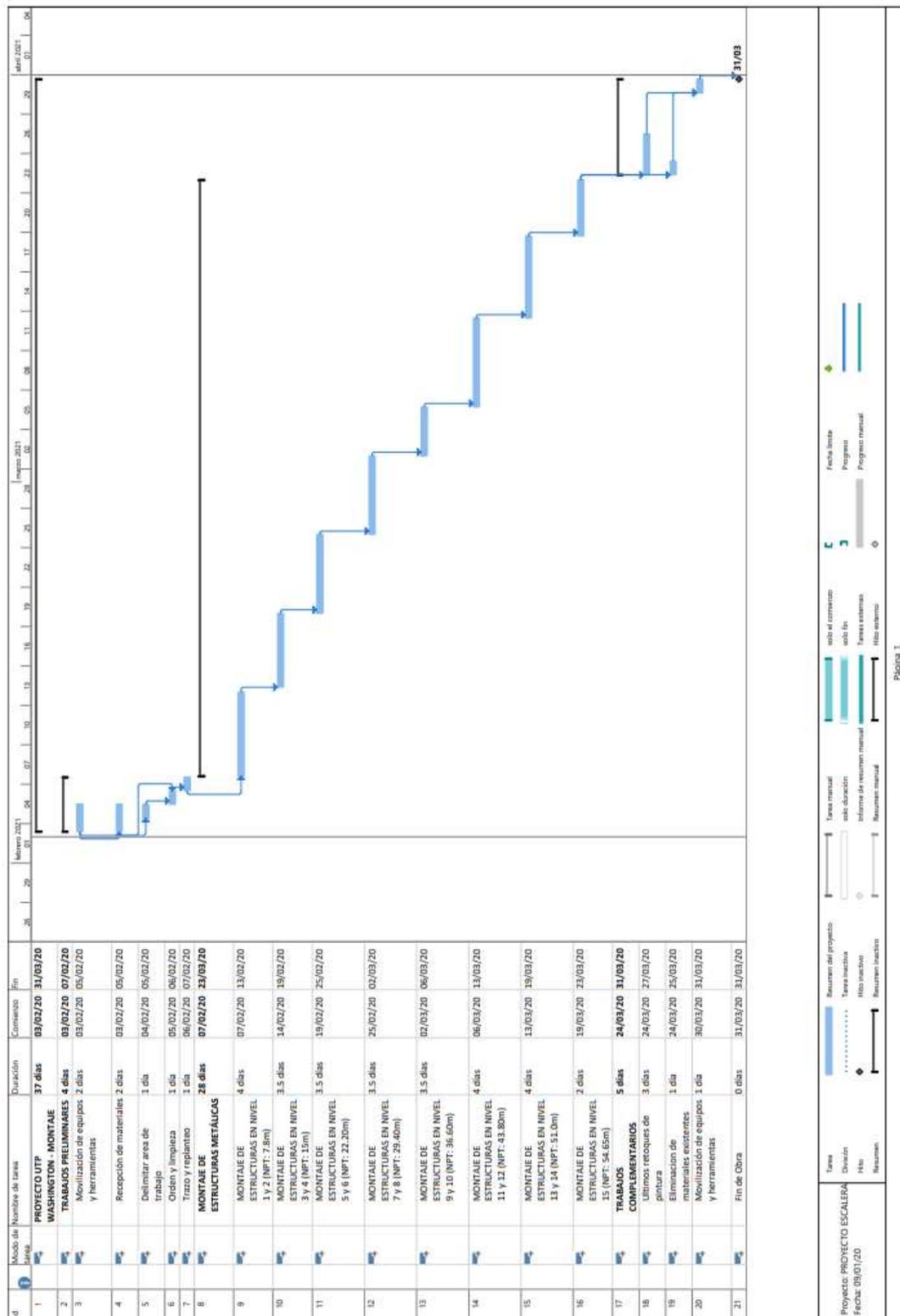


Figura 53. Cronograma de montaje de escalera.

Fuente: Chisco contratista

## MONTAJE DE ESCALERAS METALICAS DE 54 M DE ALTURA.

Para iniciar se inició el traslado de las piezas metálicas a obra en forma ordenada y a su vez codificada para su rupa identificación.



*Figura 54.* Piezas metálicas embaladas y codificadas.

Fuente: Elaboración propia.

❖ **Traslado de material a obra.** Las piezas fabricadas se encuentran embaladas y codificadas en el taller de fabricación de chisco contratista esperando que se inicie el traslado a obra. Para el traslado a obra Chisco contratista cuenta con su camión grúa que traslada las piezas metálicas pesadas y un camión normal para el traslado de piezas metálicas livianas.



*Figura 55.* Traslado de piezas metálicas del taller de chisco a obra.

Fuente: Elaboración propia

❖ **Acopio de materiales en obra.** Una vez que las piezas metálicas lleguen a obra el camión grúa se encarga de descargarlo el personal de montaje acomodara las piezas metálicas en el espacio brindado por la supervisión.



*Figura 56.* Descarga de materiales en obra  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 57.* Acopio de materiales.  
Fuente: Elaboración propia

- ❖ **Instalación de contratuerca.** Antes de iniciar el montaje de las primeras columnas se colocó a los pernos de anclaje unas contratuercas que servirá para nivelar las columnas.



*Figura 58.* Instalación de contra tuercas.  
Fuente: Elaboración propia

- ❖ **Montaje de escalera nivel 1.** Para el montaje del primer nivel de las escaleras se utilizó andamios, una viga de concreto existente. Para iniciar el montaje primero hay que identificar las columnas según su codificación y ubicarlos en su posición



*Figura 59.* Ubicación de columna para iniciar montaje.

Fuente: Elaboración propia

Una vez ubicada la columna se procedió armar andamios y colocar una pluma con un tecele manual para iniciar con el montaje, como son las columnas del nivel 1 se tiene que hacer encajar los pernos de anclaje con los agujeros de la plancha de anclaje para fijar las columnas



*Figura 60.* Montaje de columna nivel 1.

Fuente: Elaboración propia

Después de que los pernos de anclaje ingresen la plancha se aseguran con las tuercas y arandelas.



*Figura 61.* Fijación de las columnas metálicas del nivel 1.  
Fuente: Elaboración propia.

Después de levantar las 5 columnas del nivel 1 se procedió a realizar el montaje de las bandas exteriores que se amarran de una columna a otra, luego se realizó el montaje de las bandas que se encuentran en el interior de la escalera posteriormente se realizó el montaje de los pasos metálicos y las vigas de amarre sobre el cual se apoyaran los descansos de la escalera.



*Figura 62.* Montaje de escalera metálicas del nivel 1.  
Fuente: Elaboración propia.

El montaje sin la torre grúa se realizó hasta una altura de 5.5 metros que era la altura de las columnas del nivel 1 de la escalera. En este nivel 1 encontramos 4 descansos de escalera por ende hay 4 tramos de escaleras por nivel. A partir de los siguientes niveles se empezará utilizar la torre grúa, ya que a mayor altura los trabajos de montaje son más complicados de realizarlo con andamio.

**Montaje de la torre grúa:** Antes de iniciar el montaje del nivel 1 de la escalera ya se había colocado la base de apoyo de la torre grúa para evitar posible daño a la losa existente. Sobre las vigas metálicas se apoyaron los módulos que conforman la estructura de la torre y los módulos se unieron entre sí por medio de pernos estructurales.



*Figura 63.* Estructura base para apoyo de torre grúa.  
Fuente: Elaboración propia

El montaje de la torre grúa inicia colocando el primer módulo sobre la viga metálica, estos se unen a través de 4 pernos A325 de 5/8"



*Figura 64.* Montaje de primer módulo de la torre grúa.  
Fuente: Elaboración propia

Entonces fue colocando los módulos hasta llegar a una altura superior a los 13 m. luego se procedió a realizar el montaje del brazo de la grúa con la ayuda de los andamios y un tecele manual.



*Figura 65.* Montaje del brazo de la grúa.  
Fuente: Elaboración propia

Y para finalizar el montaje de la torre grúa se procedió a colocar el trole en la viga W6x12 y luego los tecles eléctricos que tienen una capacidad de carga de 2 ton. Cabe mencionar que la pieza metálica mas pesa es la columna con 1000 kg.

**Montaje del nivel 2 de la escalera.** Una vez montada la torre grúa se procedió a izar las 5 columnas del nivel 2



*Figura 66.* Montaje columna nivel 2.  
Fuente: Elaboración propia.



*Figura 67.* Empernado de columna nivel 2.  
Fuente: Elaboración propia.

La unión de la columna del nivel 1 y el nivel 2 se realiza de la siguiente manera, en cada una de las alas de la viga se coloca una plancha de 470x220x12mm quien tiene 12 agujeros para pernos de 1” entonces 6 pernos sujetan a la columna del nivel 1 y los otros 6 pernos sujetan a la columna del nivel 2. En el alma de la viga también va una plancha de 180x320x12mm quien tiene 8 agujeros para pernos de 1”, cuatro pernos sujetan a la columna del nivel 1 y los otros 4 sujetan a la columna del nivel 2.

Montada las 5 columnas del nivel 2 se procedió a montar las bandas exteriores que se unen a las columnas metálicas por medio de 6 pernos de  $\frac{3}{4}$ ” en cada uno de sus extremos.



*Figura 68. Montaje de banda exterior nivel 2.*  
Fuente: Elaboración propia.

Después de montar las bandas exteriores se procedió a montar las bandas interiores para dar forma a la escalera



*Figura 69.* Montaje banda interior nivel 2.

Fuente: Elaboración propia.

Después de montar cada banda interior se empieza a colocar los pasos de la escalera para que para que el personal se puede movilizar de manera más rápida y segura



*Figura 70.* Montaje paso de escalera.

Fuente: Elaboración propia.

Mientras se va colocando los arriostre, pasos y los descansos de la escalera se van soldando los brazos que une a la estructura de la torre y la estructura de la escalera ganando mayor rigidez su otra función ser el riel estructura de la torre al momento, ya que este brazo se una a la torre médiate ángulos, estos encajan en forma paralela en los vértices del cajón como topes lo único que hay que hacer es golpear o levantar con tecle para romper la fuerza de rozamiento que existe entre ellos.



*Figura 71.* Montaje descanso de escalera nivel 2.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez terminado de montar todas las piezas metálicas del nivel 2 se procede a ganar altura de la torre para poder montar las estructuras del tercer nivel.



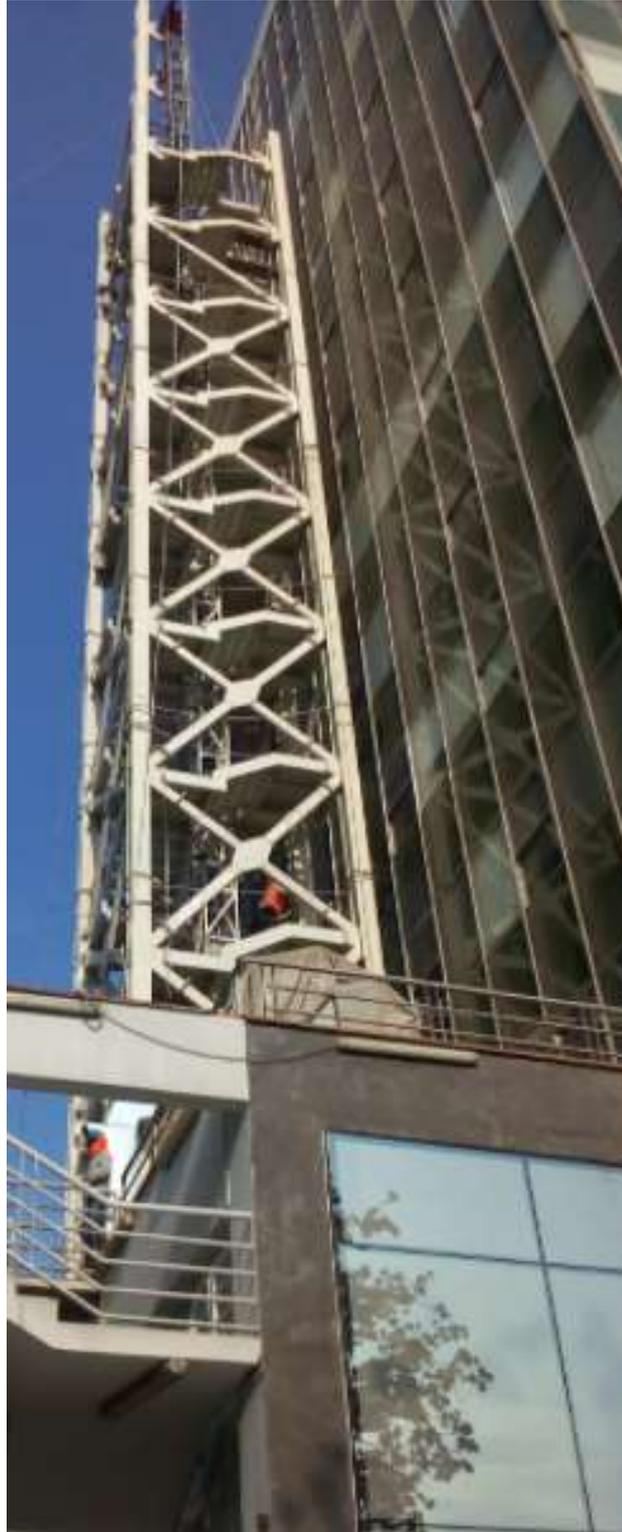
*Figura 72.* Izaje de la torre para ganar altura.

Fuente: Elaboración propia.

La misma secuencia explicada para el montaje de las estructuras del nivel 2 se ha usado hasta el nivel 14 que es el que tienen una altura de 54m a continuación se muestran las imágenes del montaje de los niveles superiores de la escalera.



*Figura 73.* Montaje de escalera nivel 3.  
Fuente: Elaboración propia.



*Figura 75. Montaje de escalera 1.*  
Fuente: Elaboración propia.



*Figura 76.* Montaje de ambas escaleras.

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES. - El presente trabajo de investigación de suficiencia profesional ha llegado a su finalización resaltando las principales conclusiones debido a que se cumplieron los objetivos propuestos y se resolvió la problemática el cual era implementar el diseño de una estructura tipo torre grúa para realizar el montaje de las escaleras metálicas de 54m. de altura en una universidad en la ciudad de lima.

**Como conclusión a nuestro objetivo específico 1**, se logró realizar el montaje del primer nivel de las escaleras metálicas con la ayuda de andamios, pluma, tecles manuales y algunas vigas de concreto existentes. El montaje de este primer nivel duro 2 días ya que aquí se tuvo que armar y desarmar los andamios para cada columna, levantar la columna con el tecele manual, una vez levantadas todas las columnas se tuvo que volver a armar andamios para montar las bandas exteriores de la escalera, de igual manera se tuvo que hacer para las bandas interiores de la escalera por último se procedió a colocar los pasos y descansos de la escalera. El montaje con andamios toma mucho tiempo, ya que hay que estar armando y desarmando andamios, para niveles superiores ya no es muy seguro emplear este método, ya que se necesita espacio libre para maniobrar las columnas al momento del izaje.

**Como conclusión a nuestro objetivo específico 2**, con la implementación de la estructura tipo torre grúa en su primera etapa se logró montar los niveles 2, 3 y 4. El montaje de estos niveles se hizo en 3 días y medio, esta vez el izaje se realizó de manera más sencilla con el tecele eléctrico, un cuerpo de andamio para ajustar los pernos. En esta primera etapa levantar la torre en cada nivel tomo un poco de tiempo debido a que el personal recién se estaba empezando adaptar al nuevo proceso de trabajo.

**Como conclusión a nuestro objetivo específico 3**, con la implementación de la estructura tipo torre grúa en su segunda etapa se logró montar los niveles del 5 al 14. El

montaje de estos niveles se hizo en 10 días, el izaje se realizó de manera sencilla con el teclé eléctrico, un cuerpo de andamio para ajustar los pernos. En esta segunda etapa levantar la torre en cada nivel tomo fue más rápido debido a que ya estaba bien adaptado al trabajo.

**Como conclusión a nuestro objetivo específico 4**, después de la implementación de la estructura tipo torre grúa, este logro facilitar mucho el montaje de las escaleras metálicas. El montaje inicio con el izaje de las columnas metálicas, estas se mantenían suspendidas mientras se alineaba la columna con respecto al nivel inferior para luego colocar los pernos, luego se montaron las bandas exteriores de las escaleras de manera que estas se amarren con las columnas metálicas, luego se montaron las bandas interiores para luego colocar los pasos y descansos de las escaleras metálicas todo este proceso se realizó desde el nivel 2 al nivel 17 logrando terminar el montaje de las escaleras en 15 días y medio.

**Como conclusión a nuestro objetivo principal**, el cual era implementar el diseño de una estructura tipo torre grúa para el montaje de las escaleras metálicas de 54 metros de altura de una universidad en la ciudad de lima debemos concluir comentando los resultados obtenidos, en el diseño de los perfiles de la estructura tipo torre grúa cumplieron que su relacion demanda capacidad de cada uno de ellos es menor que 1, cumpliendo con lo que indica la E.090 de estructuras metálicas. Con estos resultados se fabricó la estructura tipo torre grúa y se montó las escaleras metálicas de 54 m de altura comprobando los resultados obtenidos en el cálculo. La estructura tipo torre grúa facilitó mucho el montaje, ya que el brazo de la torre llegó a toda el área de trabajo y el izaje de las piezas metálicas se realizó mediante un botón del teclé eléctrico. En el cronograma la finalización del montaje estaba programado para el 23/03/2020, pero se terminó el 13/03/2020. Esto quiere decir que gracias a la implementación de la estructura tipo torre grúa se logró terminar el trabajo 10 días antes de lo programado.

#### LECCIONES APRENDIDAS. –

- 1.- Fue muy importante ir a obra a verificar los niveles y anclajes de las escaleras, ya que si solo me hubiera guiado del plano al momento del montaje los anclajes no hubieran cuadrado y los niveles de los descansos de las escaleras no hubiera coincidido con los de cada piso del edificio.
- 2.- Pedir los planos de arquitectura y estructura de los alrededores del proyecto, me ayudó mucho a plantear la solución para la estructura base de la torre grúa,
- 3.- Para el diseño de la brida inferior del brazo de la grúa quería colocar una viga de 4” pero me di cuenta que, si hacia eso el trole que sujeta al tecla eléctrico no iba a entrar en las alas de esta viga, es por ellos que al final elegí usar una viga W 6”x12 lb/pie.
- 4.- Durante el montaje de las columnas se apreció una ligera desviación de estas, es por ello que es importante verificar la verticalidad de las columnas.

#### RECOMENDACIONES. –

- 1.- Se recomienda realizar el trazo y replanteo antes de iniciar cualquier proyecto y no solo guiarse de los planos proporcionados.
- 2.- Se recomienda solicitar los planos de los alrededores del proyecto, ya que estos te pueden dar una visión mucho más amplia sobre posibles dificultades o facilidades del proyecto.
- 3.- Se recomienda que cuando se diseñe un perfil metálico se verifique que cumpla con su funcionalidad y que exista en el mercado.
- 4.- Durante el montaje de las columnas se recomienda chequear la verticalidad columna tras columna con la ayuda de una estación total.

## COMPETENCIAS. –

1.- Como competencia profesional aplicada a nuestro **objetivo específico 1** el cual era Describir el montaje de las escaleras metálicas de 54 m de altura antes de la implementación de la estructura tipo torre grúa, he empleado mis conocimientos de proceso constructivo y montaje de acero del curso de estructuras metálicas llevado en la Universidad Privada del Norte, ya que se pudo realizar la nivelación de la plancha de anclaje con unas contratruercas se realizó estrategias de montaje con la ayuda de andamios y vigas existentes del proyecto, también realice el metrado de cargas de cada pieza metálica para elegir el teclé adecuado para el izaje de cada estructura. apliqué los conocimientos de programación de obras y gracias a ello pude elaborar mi cronograma de obra en base a las partidas del proyecto.

2.- Como competencia profesional aplicada en nuestro **objetivo específico 2** el cual era implementar el diseño de la estructura tipo torre grúa para mejorar el montaje de las escaleras metálicas de 54 m de altura de una universidad en lima en su primera etapa para ello utilice mis conocimientos adquiridos en la diplomatura de estudios de diseño estructural en la Pontificia Universidad Católica del Perú que me permitió estructurar, predimensionar y diseñar cada uno de los perfiles utilizado para la estructura de la torre grúa.

3.- Como competencia profesional en nuestro **objetivo específico 3** el cual era Implementar la estructura tipo torre grúa para mejorar el montaje de las escaleras metálicas de 54 m de altura de una universidad en lima en su segunda etapa, he utilizado mis conocimientos en topografía que es un curso que lleve durante mis años de estudio en la Universidad Privada del Norte, en base a esto se verifico que la verticalidad de las columnas estén dentro del rango que nos permite la norma E-090.

4.- Como competencia profesional aplicada en nuestro **objetivo específico 4** el cual era describir el montaje de las escaleras metálicas de 54 m de altura después de implementar la estructura tipo torre grúa. para ello utilice mis conocimientos adquiridos en la diplomatura de estudios de diseño estructural en la Pontificia Universidad Católica del Perú, y el curso de estructuras metálicas en la Universidad Privada del Norte, ya que se pudo realizar el montaje de acuerdo a los planos de fabricación, también se realizó el torque a cada uno de los pernos que unía las piezas metálicas de las escaleras.

5.- Como competencia profesional utilizada en nuestro **objetivo general** el cual era Implementar el diseño de la estructura tipo torre grúa para mejorar el montaje de las escaleras metálicas de 54 m de altura de una universidad de Lima, se utilizó mis conocimientos en diseño de estructuras metálicas, diseño de conexiones especialidades que lleve en mi diplomatura de diseño estructural en la Pontificia Universidad Católica del Perú. También fueron importantes los conocimientos en estructuras metálica, para realizar el proceso constructivo y montaje de aceros, topografía para verificar la verticalidad de las columnas, finalmente se realizó el montaje de las escaleras metálicas de 54 de altura de esta manera se verifico que la implementación del diseño de la torre grúa facilito mucho los trabajos de montaje cumpliendo con los plazos establecidos en el cronograma de obra.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. RNE. (2009). Reglamento Nacional de Edificaciones, 3ra Edición, Megabyte S.A.C, Lima-Perú.
2. AISC. (2005). Manual Steel Construction, 30va Edición, Estados Unidos
3. McCormac, Jack. (2002). Diseño de Estructuras en Acero Metodo LRFD, 2da Edicion, México.
4. Crisafulli, Francisco. (2013). Diseño sismo resistente de construcción de acero, 3era Edición, Mendoza-Argentina.
5. Arguelles Ramón, Arriaga Francisco. (2005). Estructuras de acero, cálculos, 2da Edición, Madrid.
6. Navarrete Bautista, Juan Carlos. (2003). Tesis: Secciones compuestas de Acero-Concreto (Metodo LRFD), México D.F.
7. Márquez Jolman, Arévalo Everth, Reyes Jorge. (2007). Tesis: Diseño de elementos estructurales típicos para un edificio de estructuras de acero utilizando las especificaciones AISC2005”, El Salvador
8. Pérez Rodríguez, Marta. (2009). Tesis: Diseño y cálculo de la estructura metálica y de la cimentación de una nave industrial, Madrid.
9. Gavidia Gonzales, Ana. (2015) Tesis: Elaboración de los procedimientos de fabricación y montaje de una estructura de acero para edificio, Quito

## ANEXOS

### Anexo 01: certificado de trabajo en CHISCO CONTRATISTAS SAC

**CHISCO CONTRATISTAS S.A.C.**

FABRICACION  
Y MONTAJE  
DE ESTRUCTURAS  
METALICAS

### **CERTIFICADO DE TRABAJO**

La Sra. **MERY GIRALDO AQUIÑO**, Identificado con DNI N° 40344946  
Gerente general de CHISCO CONTRATISTAS S.A.C. con RUC 20512569219

#### **CERTIFICA:**

Que, el Señor **CARLOS ALBERTO LEYVA GIRALDO**; identificado con D.N.I N°  
**45021336**, trabajo en nuestra empresa en el cargo de **Supervisor de Producción**

Durante el periodo comprendido desde el 07/08/2017 hasta 15/05/2021,  
demostrando durante su permanencia responsabilidad, honestidad y dedicación en  
las labores que le fueron encomendadas

Se expide este documento a solicitud del interesado para los fines que crea  
conveniente.

Lima, 10 de Junio del 2021

CHISCO CONTRATISTAS S.A.C.  
  
Mery Giraldo Aquino  
GERENTE GENERAL

Sra. Mery Giraldo Aquino.  
Gerente General CHISCO

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA



Yo MERY GIRALDO AQUINO  
(Nombre del representante legal o persona facultada en permitir el uso de datos)  
identificado con DNI 40344946 en mi calidad de GERENTE GENERAL  
(Nombre del puesto del representante legal o persona facultada en permitir el uso de datos)  
del área de .....  
(Nombre del área de la empresa)  
de la empresa/institución CHISCO CONTRATISTAS S.A.C.  
(Nombre de la empresa)  
con R.U.C N° 20512569219 ubicada en la ciudad de LIMA

OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

Al señor CARLOS ALBERTO KEYVA GIRALDO  
(Nombre completo del Egresado/Bachiller)  
identificado con DNI N° 45021336, egresado de la  Carrera profesional o ( ) Programa de  
Postgrado de INGENIERIA CIVIL para  
(Nombre de la carrera o programa)

que utilice la siguiente información de la empresa:  
DOSIER DE CALIDAD, PLANOS DE FABRICACION Y MONTAJE  
METRADOS Y PRESUPUESTOS  
(Detallar la información a entregar)

con la finalidad de que pueda desarrollar su ( ) Trabajo de Investigación, ( ) Tesis o  Trabajo de  
suficiencia profesional para optar al grado de ( ) Bachiller, ( ) Maestro, ( ) Doctor o  Título Profesional.

Recuerda que para el trámite deberás adjuntar también, el siguiente requisito según tipo de empresa:

- Vigencia de Poder. *(para el caso de empresas privadas).*
- ROF / MOF / Resolución de designación, u otro documento que evidencie que el firmante está facultado para autorizar el uso de la información de la organización. *(para el caso de empresas públicas)*
- Copia del DNI del Representante Legal o Representante del área para validar su firma en el formato.

Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.

Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o  
( ) Mencionar el nombre de la empresa.

CHISCO CONTRATISTAS S.A.C.

Mery Giraldo Aquino  
GERENTE GENERAL

Firma y sello del Representante Legal o  
Representante del área

DNI:

El Egresado/Bachiller declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Egresado será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.

DNI:

[Firma]  
Firma del Egresado

CÓDIGO DE DOCUMENTO	COR-F-REC-VAC-05.04	NÚMERO VERSIÓN	07	PÁGINA	Página 1 de 1
FECHA DE VIGENCIA	21/09/2020				