

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**Construcción de estaciones de emergencia Palmeras PEX en  
la Vía de Evitamiento – concesión Lima Expresa**

Trabajo de Suficiencia Profesional para obtener el Título Profesional  
de Ingeniero Civil

**Autor:**

Jeff Jimmy Gomez Chamorro

**Asesor:**

John Elvis La Torre Esquivel

Lima, octubre del 2024

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Yo Mg. John Elvis la Torre Esquivel de la Facultad de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO

Que el presente informe titulado: **“Construcción de Estaciones de Emergencia Palmera PEX en la Vía de Evitamiento – Concesión Lima Expresa”** del autor Jeff Jimmy Gomez Chamorro tiene una similitud de 8% verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima a los 14 días del mes de noviembre del año 2024.



---

Mg. John Elvis La Torre Esquivel

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL



En Lima, Ñaña, Villa Unión, a 09 día(s) del mes de octubre del año 2024 siendo las 19:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Lima, bajo la dirección del (de la) presidente(a):

Ing. David Díaz Garamendi, el (la) secretario(a): Ing. Luis Eduardo Suarez Muedas y los demás miembros: Ing. Jorge Luis Albinacorta Taica y el (la) asesor(a) Mg. John Elvis La Torre Esquivel

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación del trabajo de suficiencia profesional titulado:

"Construcción de Estaciones de Emergencia Palmeras Pex en la Via de Evitamiento - Concesión Lima Expresa"

del(los) bachiller(es): a) Jeff Jimmy Gomez Chamorro  
b) \_\_\_\_\_

conducente a la obtención del título profesional de: Ingeniero Civil

(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller (a): Jeff Jimmy Gomez Chamorro

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>18</u>	<u>A-</u>	<u>Muy bueno</u>	<u>Sobresaliente</u>

Bachiller (b): \_\_\_\_\_

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(\*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

\_\_\_\_\_  
Presidente/a

\_\_\_\_\_  
Secretario/a

\_\_\_\_\_  
Asesor/a

\_\_\_\_\_  
Miembro

\_\_\_\_\_  
Miembro

\_\_\_\_\_  
Bachiller (a)

\_\_\_\_\_  
Bachiller (b)

## **DEDICATORIA.**

Dedico este trabajo a mis padres, Juan y Nelly. Por ser aquellas personas que siempre me dan la confianza y fortaleza para seguir cumpliendo los objetivos trazados en lo personal, académico y sobre todo familiar.

## **AGRADECIMIENTO.**

Agradecer a la Universidad Peruana Unión, por ser el lugar que me brindo la información con respecto a la magnitud que abarca la ingeniería y de esta manera crecer profesionalmente.

Agradecer a cada empresa por brindarme la confianza para desarrollarme profesionalmente.

## INDICE

<b>CAPITULO I .....</b>	<b>11</b>
<b>1.EMPRESA O INSTITUCIÓN LABORABLE.....</b>	<b>11</b>
<b>1.1.SOLPESA INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.....</b>	<b>11</b>
1.1.1.Datos Generales.....	11
1.1.2.Actividad Económica .....	12
1.1.3.Reseña Histórica .....	12
1.1.4.Visión.....	13
1.1.5.Misión.. ..	13
1.1.6.Área Laboral .....	13
<b>1.2.CMC GEPRAÑA CONSULTORÍA MINERÍA Y CONSTRUCCIÓN.....</b>	<b>13</b>
1.2.1.Datos Generales.....	13
1.2.2.Actividad Económica .....	15
1.2.3.Reseña Histórica .....	15
1.2.4.Visión.....	15
1.2.5.Misión.. ..	15
1.2.6.Área Laboral .....	15
<b>1.3.INSTALACIONES Y TRANSFORMACIONES PERÚ S.A.C.....</b>	<b>15</b>
1.3.1.Datos Generales.....	15
1.3.2.Actividad Económica .....	17
1.3.3.Reseña Histórica .....	17
1.3.4.Visión.....	17
1.3.5.Misión.. ..	17
1.3.6.Área Laboral .....	17
<b>CAPITULO II .....</b>	<b>18</b>
<b>2.PRINCIPALES LOGROS.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1.PROYECTOS EJECUTADOS .....</b>	<b>18</b>
<b>2.2.UTILIDAD GENERADA .....</b>	<b>18</b>
<b>2.3.DOCUMENTOS TÉCNICOS.....</b>	<b>19</b>
<b>2.4.INNOVACIONES.....</b>	<b>20</b>
<b>2.5.FUNCIONES O CARGO .....</b>	<b>20</b>
<b>2.6.ACTIVIDADES DESARROLLADAS .....</b>	<b>21</b>
<b>CAPITULO III .....</b>	<b>23</b>
<b>3.RESIDENCIA Y EJECUCIÓN DE OBRA.....</b>	<b>23</b>
<b>3.1.OBJETIVO.....</b>	<b>23</b>

3.1.1.Objetivo General.....	23
3.1.2.Objetivos Específicos .....	23
<b>3.2.ANTECEDENTES .....</b>	<b>23</b>
<b>3.3.MARCO NORMATIVO .....</b>	<b>24</b>
<b>3.4.ESTRATEGIA PROYECTUAL .....</b>	<b>25</b>
<b>3.5.MARCO TEÓRICO. ....</b>	<b>26</b>
3.5.1.Bases Históricas y Científicas.....	26
3.5.2.Características del Acero Estructural.....	28
3.5.3.Conexiones Metálicas .....	38
<b>3.6.PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO .....</b>	<b>51</b>
3.6.1.Programación .....	51
3.6.2.Presupuesto .....	53
<b>3.7.DESCRIPCIÓN DE ETAPAS DEL PROYECTO.....</b>	<b>55</b>
3.7.1.Estudio de Suelos y Consideraciones Sísmicas .....	55
3.7.2.Diseño Arquitectónico. ....	59
3.7.3.Diseño Estructural. ....	61
3.7.4.Trabajos en Taller. ....	73
3.7.5.Trabajos en Obra .....	94
<b>3.8.VIABILIDAD DEL PROYECTO .....</b>	<b>115</b>
<b>3.9.HISTORIAL DE MODIFICACIONES .....</b>	<b>116</b>
<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>118</b>
<b>4.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>118</b>
<b>4.1.CONCLUSIONES.....</b>	<b>118</b>
<b>4.2.RECOMENDACIONES.....</b>	<b>119</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>120</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>121</b>

## INDICE DE FIGURAS

Figura N°01: Ubicación geográfica Solpesa Ingeniería y Construcción. Fuente: Google Maps. ....	11
Figura N°02: Organigrama de Solpesa Ingeniería y Construcción. Fuente: Área de RRHH.....	12
Figura N°03: Ubicación geográfica de CMC, GEPRANA SAC. Fuente: Google Maps. 14	
Figura N°04: Organigrama de CMC. GEPRANA SAC. Fuente: Área de RRHH .....	14
Figura N°05: Ubicación geográfica de ITP SAC. Fuente: Google Maps.....	16
Figura N°06: Organigrama de ITP SAC. Fuente: Elaboración propia.....	16
Figura N°07 Diagrama de Esfuerzo - Deformación característica de un acero con bajo contenido de carbono. Fuente: MacComrmac (2009).....	31
Figura N°08: Diagrama de Esfuerzo - Deformación de diferentes grados. Fuente: McCormac (2012).....	35
Figura N°09: Elementos del proceso de soldadura de arco metálico protegido (SMAW). Fuente: Guide to Shielded Metal Arc Welding SMAW (2022).....	42
Figura N°10: Soldadura plana. Fuente: Rodríguez (2016).....	44
Figura N° 11: Soldadura horizontal. Rodriguez (2016). ....	44
Figura N°12: Soldadura vertical. Fuente: Rodríguez (2016) .....	45
Figura N°13: Soldadura tipo Filete. Fuente: Rodríguez (2016).....	45
Figura N°14: Soldadura tipo tapón y muesca. Fuente: Rodríguez (2016).....	46
Figura N°15: Soldadura tipo ranura. Fuente: Rodríguez (2016). ....	46
Figura N°16: Fallas en conexiones empernadas. Fuente: Rodríguez (2016).....	50
Figura N°17: Diseño Render de Estaciones de Emergencia. Fuente: Solpesa SAC. (2023).....	55
Figura N°18: Ubicación de las calicatas. Fuente: Google Maps .....	56
Figura N°19: Perfil Estratigráfico de C-1. Fuente: Solpesa SAC. (2023).....	57
Figura N°20: Render vista frontal. Fuente: Solpesa SAC. (2023).....	59

Figura N°21: Render vista aérea. Fuente: Solpesa SAC. (2023).....	60
Figura N°22: Vista Isométrica. Fuente: Solpesa SAC. (2023).....	61
Figura N°23: Vista en dirección Y. Fuente: Solpesa SAC. (2023). ....	62
Figura N°24: Extrusión – elevación 1. Fuente: Solpesa SAC. (2023).....	63
Figura N°25: Extrusión – elevación 2. Fuente: Solpesa SAC. (2023).....	64
Figura N°26: Extrusión – elevación 3. Fuente: Solpesa SAC. (2023).....	64
Figura N°27: Extrusión – elevación 4. Fuente: Solpesa SAC. (2023).....	64
Figura N°28: Extrusión – elevación 5. Fuente: Solpesa SAC. (2023).....	65
Figura N°29: Extrusión – planta. Fuente: Solpesa SAC. (2023). ....	65
Figura N°30: Asignación de carga muerta. Fuente: Solpesa SAC. (2023).....	66
Figura N°31: Definición de carga viva. Fuente: Solpesa SAC. (2023).....	67
Figura N°32: Elevación principal con restricciones de empotramiento. Fuente: Solpesa SAC. (2023). ....	68
Figura N°33: Sección de la Zapata. Fuente: Solpesa SAC. (2023). ....	68
Figura N°34: Conexiones del pórtico 3. Fuente: Solpesa SAC. (2023). ....	69
Figura N°35: Conexiones CNX-1. Fuente: Solpesa SAC. (2023). ....	69
Figura N°36: Conexiones CNX-2. Fuente: Solpesa SAC. (2023). ....	69
Figura N°37: Conexiones del pórtico 4. Fuente: Solpesa SAC. (2023). ....	70
Figura N°38: Conexiones CNX-3. Fuente: Solpesa SAC. (2023). ....	70
Figura N°39: Conexiones CNX-4. Fuente: Solpesa SAC. (2023). ....	70
Figura N°40: Junta tipo T soldadura en filete. Fuente: Solpesa SAC. (2023). ....	71
Figura N°41: Vista de elevación en X del empotramiento - 1. Fuente: Solpesa SAC. (2023).....	71
Figura N°42: Vista de tubo de acero embebida en concreto. Fuente: Solpesa SAC. (2023).....	72
Figura N°43: Vista de elevación en X del empotramiento - 2. Fuente: Solpesa SAC. (2023).....	72

Figura N°44: Detalle del empotramiento - 2. Fuente: Solpesa SAC. (2023). .....	72
Figura N°45: Pedestales de pórticos. Fuente: Solpesa SAC. (2023).....	73
Figura N°46: Sección de los pedestales. Fuente: Solpesa SAC. (2023).....	73
Figura N°47: Detalle del empalme. Fuente: Elaboración Propia.....	76
Figura N°48: Empalme de CM-2 en taller. Fuente: Elaboración Propia. ....	77
Figura N°49: Elevación de CM-3 Y CM-4. Fuente: Solpesa SAC. (2023). ....	77
Figura N°50: Habilitación de apoyo AM-1. Fuente: Elaboración Propia. ....	78
Figura N°51: Habilitación de apoyo AM-2. Fuente: Elaboración Propia. ....	79
Figura N°52: Habilitación de apoyo AM-3. Fuente: Elaboración Propia. ....	80
Figura N°53: Detalle de apoyo AM-4. Fuente: Solpesa SAC. (2023). ....	80
Figura N°54: Plano de medidas de tijeral 1. Fuente: Solpesa SAC. (2023). ....	81
Figura N°55: Plano de medidas de tijeral 2. Fuente: Solpesa SAC. (2023). ....	82
Figura N°56: Plano de medidas de tijeral 3. Fuente: Solpesa SAC. (2023). ....	82
Figura N°57: Habilitado de viga VM-2. Fuente: Elaboración Propia .....	83
Figura N°58: Detalle de los Arriostres. Fuente: Solpesa SAC. (2023).....	83
Figura N°59: Habilitado de arriostre. Fuente: Elaboración Propia. ....	84
Figura N°60: Habilitado de cartelas. Fuente: Elaboración Propia.....	84
Figura N°61: Armado de apoyos de columna. Fuente: Elaboración Propia. ....	85
Figura N°62: Armado de tijeral 3. Fuente: Elaboración Propia. ....	85
Figura N°63: Armado de tijeral 3. Fuente: Elaboración Propia. ....	85
Figura N°64: Esmerilado. Fuente: Elaboración Propia.....	86
Figura N°65: Checklist de dimensiones. Fuente: Elaboración Propia.....	86
Figura N°66: Limpieza de exfoliaciones. Fuente: Elaboración Propia. ....	87
Figura N°67: Liberación de salpicadura. Fuente: Elaboración Propia. ....	87
Figura N°68: Soldadura de columna CM-1. Fuente: Elaboración Propia. ....	88

Figura N°69: Soldadura del tijeral T-1. Fuente: Elaboración Propia. ....	88
Figura N°70: Retiro del material de aporte. Fuente: Elaboración Propia.....	89
Figura N°71: Ensayo de líquido penetrante CM-1. Fuente: Elaboración Propia. ....	89
Figura N°72: Ensayo de líquido penetrante de puntales. Fuente: Elaboración Propia.	90
Figura N°73: Protocolo de inspección por líquido penetrante. Fuente: Solpesa SAC (2023).....	90
Figura N°74: Preparación superficial de arriostres. Fuente: Elaboración Propia. ....	91
Figura N°75: Aplicación de pintura epoxica. Fuente: Elaboración Propia. ....	92
Figura N°76: Aplicación de primera capa de pintura. Fuente: Elaboración Propia.....	92
Figura N°77: Aplicación de capa de acabado. Fuente: Elaboración Propia. ....	93
Figura N°78: Excavación para Z-2. Fuente: Elaboración Propia. ....	94
Figura N°79: Colocación de afirmado. Fuente: Elaboración Propia.....	95
Figura N°80: Ensayo de cono de arena. Fuente: Elaboración Propia ....	96
Figura N°81: Vaciado de solado. Fuente: Elaboración Propia.....	96
Figura N°82: Acero de parrilla. Fuente: Solpesa SAC. (2023).....	97
Figura N°83: Armado de acero de parrilla. Fuente: Elaboración propia. ....	97
Figura N°84: Armado de acero de pedestales. Fuente: Elaboración propia.....	98
Figura N°85: Colocación de acero de pedestal. Fuente: Elaboración propia. ....	98
Figura N°86: Armado de andamios. Fuente: Elaboración propia.....	99
Figura N°87: Aplomado de columnas. Fuente: Elaboración propia. ....	99
Figura N°88: Tipos de zapatas. Fuente: Solpesa SAC. (2023).....	100
Figura N°89: Vaciado de zapatas. Fuente: Elaboración propia. ....	100
Figura N°90: Ensayo de Slump. Fuente: Elaboración propia.....	101
Figura N°91: Probetas de concreto. Fuente: Elaboración propia.....	102
Figura N°92: Instalación de placa base. Fuente: Elaboración propia. ....	102
Figura N°93: Montaje de columna CM-1. Fuente: Elaboración propia. ....	103

Figura N°94: Instalación de 6 cartelas. Fuente: Elaboración propia.....	104
Figura N°95: Aplicación del Torquímetro a los pernos de anclaje. Fuente: Elaboración propia.....	104
Figura N°96: Montaje de tijeral T-1. Fuente: Elaboración propia. ....	105
Figura N°97: Cordón de soldadura de bridas y cartelas. Fuente: Elaboración propia. ....	105
Figura N°98: Montaje de vigas VM-1. Fuente: Elaboración propia.....	106
Figura N°99: Tipo de vigas VM-1 y VM - 2. Fuente: Solpesa SAC. (2023). ....	106
Figura N°100: Montaje de arriostres. Fuente: Elaboración propia. ....	107
Figura N°101: Detalle en perspectiva de arriostres. Fuente: Solpesa SAC. (2023)...	107
Figura N°102: Ensayo de líquido penetrante J-15A. Fuente: Elaboración propia. ....	108
Figura N°103: Ensayo de líquido penetrante J-10M. Fuente: Elaboración propia.....	108
Figura N°104: Protocolo de tintas penetrantes. Fuente: Solpesa SAC. (2023).....	109
Figura N°105: Reparación de pintura. Fuente: Elaboración propia. ....	110
Figura N°106: Pintado de estructura. Fuente: Elaboración propia.....	110
Figura N°107: Instalación de perfiles de aluminio. Fuente: Elaboración propia. ....	111
Figura N°108: Izaje de alucobond. Fuente: Elaboración propia.....	112
Figura N°109: Instalación de interruptores. Fuente: Elaboración propia. ....	113
Figura N°110: Instalación de luminarias. Fuente: Elaboración propia. ....	113
Figura N°111: Instalación de lona AT. Fuente: Elaboración propia. ....	114
Figura N°112: Tensado de la lona AT. Fuente: Elaboración propia.....	114
Figura N°113: Detalle del apoyo del tijeral T-2. Fuente: Solpesa SAC. (2023). ....	116
Figura N°114: Apoyo- tubo rectangular 50x150x3mm. Fuente: Elaboración propia. .	116
Figura N°115: Detalle de los 6 pernos de anclaje. Fuente: Solpesa SAC. (2023). ....	117
Figura N°116: Detalle de los 10 pernos de anclaje. Fuente: Solpesa SAC. (2023). ...	117

## INDICE DE TABLAS

Tabla N°01: Datos generales de Solpesa Ingeniería y Construcción SAC. Fuente: Elaboración Propia .....	11
Tabla N°02: Datos generales de CMC GEPRANA SAC. Fuente: Elaboración Propia. 14	
Tabla N°03: Normas Técnicas de Edificación. Fuente: elaboración propia.....	24
Tabla N°04: Factores de carga para el método LRFD. Fuente: Salmon (2009).....	27
Tabla N°05: Factores de carga para el método ASD. Fuente Salmon (2009).....	27
Tabla N°06: Definición de siglas en los factores de carga LRFD Y ASD. Fuente: Salmon (2009).....	28
Tabla N°07: Propiedades del acero estructural. Fuente: McCormac (2009). ....	34
Tabla N°08: Resistencia de juntas. Fuente: Rodríguez (2016).....	48
Tabla N°09: Toneladas métrica. Fuente: Rodríguez (2016).....	51
Tabla N°10: Resumen de Excavaciones. Fuente: Solpesa SAC. (2023). ....	56
Tabla N°11: Dimensiones de secciones. Fuente: Solpesa SAC. (2023). ....	65
Tabla N°12: Diseño del peso de los elementos estructurales. Fuente: Solpesa SAC. (2023).....	66
Tabla N°13: Definición de la carga. Fuente: Solpesa SAC. (2023).....	66
Tabla N°14: Definición de carga viva. Fuente: Solpesa SAC. (2023).....	67
Tabla N°15: Dimensiones de la zapata. Fuente: Solpesa SAC. (2023).....	68
Tabla N°16: Dimensiones de soldadura. Fuente: Solpesa SAC. (2023) .....	71
Tabla N°17: Dimensión de columnas. Fuente: Elaboración propia.....	76
Tabla N°18: Dimensión de apoyo. Fuente: Elaboración propia. ....	78
Tabla N°19: Dimensión de tijerales. Fuente: Solpesa SAC. (2023).....	81
Tabla N°20: Dimensión de vigas. Fuente: Elaboración propia.....	82
Tabla N°21: Tabla de modificación de apoyo. Fuente: Elaboración propia. ....	116
Tabla N°22: Tabla de modificación de pernos. Fuente: Elaboración propia.....	117

## RESUMEN

El informe está estructurado en cuatro capítulos, el primer capítulo relata datos generales y actividades económicas de cada empresa en la cual se trabajó. El segundo capítulo expone los principales logros concebidos en cada proyecto. El tercer capítulo detalla el marco teórico, programación y presupuesto. Asimismo, la descripción de las etapas de la construcción de las Estaciones de Emergencia Palmera Pex.

No obstante, el principal propósito del informe es entregar el desarrollo y la inspección de cada nivel llevado a cabo en la construcción, mostrando los estudios correspondientes, también ensayos previos que se realizaron antes y durante la construcción para el aseguramiento del proyecto. Por otra parte, la obra se ejecutó en el distrito de La Molina, asimismo el diseño y la construcción se realizó con un acero sistemático y concreto de alta resistencia. donde se llegó a utilizar las secciones actuales del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

- Norma E - 020: Cargas.
- Norma E - 030: Diseño Sismorresistente.
- Norma E - 050: Suelos y Cimentaciones.
- Norma E - 060: Concreto Armado.
- Norma E - 090: Estructuras Metálicas.

No obstante, durante los procedimientos de las diferentes juntas de soldadura se siguieron las directrices del (WPS).

De un panorama general la construcción del proyecto se realizó paralela a la Vía Evitamiento, puesto que esta vía es muy transitada por los conductores limeños ya que conecta 11 distritos y donde existe más accidentes de tránsito. Por consiguiente, genera pérdidas humanas y congestión vial, por esta razón se ejecutó la construcción de las estaciones de emergencia para brindar rápidamente el auxilio, fluidez y seguridad vial. Por otro lado, las estaciones de emergencias, consta de 4 columnas metálicas que se encuentran paralelas a distancia de 4 m cada una, en el caso de los tijerales metálicos de 11.80 m, 8 m, 5.52 m de luz cada una y de 6 m, 4.50 m, 3.50 m de altura, la cobertura utilizada es de Lona de alta tensión y consta de instalaciones eléctricas.

## ABSTRACT

The report is structured in four chapters, the first chapter relates general data and economic activities of each company in which it worked. The second chapter presents the main achievements conceived in each project. The third chapter details the theoretical framework, programming and budget. Likewise, the description of the stages of construction of the Palmera Pex Emergency Stations.

However, the main purpose of the report is to deliver the development and inspection of each level carried out in the construction, showing the corresponding studies, as well as previous tests that were carried out before and during construction to ensure the project. On the other hand, the work was carried out in the district of La Molina, and the design and construction was carried out with a systematic steel and high-strength concrete. where the current sections of the National Building Regulations (RNE) came to be used.

- Standard E020: Loads.
- Standard E030: Seismic Resistant Design.
- Standard E050: Soils and Foundations.
- Standard E060: Reinforced Concrete.
- Standard E070: Masonry.
- Standard E090: Metal Structures.

However, during the procedures of the different solder joints, the guidelines of the (WPS) were followed.

From a general overview, the construction of the project was carried out parallel to the Vía Evitamiento, since this road is very busy for Lima drivers since it connects 11 districts and where there are more traffic accidents. Consequently, it generates human losses and road congestion, for this reason the construction of emergency stations was executed to quickly provide assistance, fluidity and road safety. On the other hand, the emergency stations consist of 4 metal columns that are parallel at a distance of 4 m each, in the case of the metal scissors of 11.80 m, 8 m, 5.52 m span each and 6 m, 4.50m m, 3.50 m in high, the cover used is high voltage canvas and consists of electrical.

## CAPITULO I

### 1. EMPRESA O INSTITUCIÓN LABORABLE.

#### 1.1. SOLPESA INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.

##### 1.1.1. Datos Generales.

- Ruc: 20602428517.
- Razón social: Solpesa Ingeniería y Construcción S.A.C.
- Dirección: Av. Nicolás Arriola Nro. 3167 San Luis – Lima.
- Contacto: 970437399.

RUC	RAZON SOCIAL	DIRECCION	CONTACTO
20602428517	SOLPESA INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C	Av. Nicolas Arriola Nro. 3167 San Luis - Lima	970437399

Tabla N°01: Datos generales de Solpesa Ingeniería y Construcción SAC. Fuente: *Elaboración Propia*

- Ubicación geográfica.

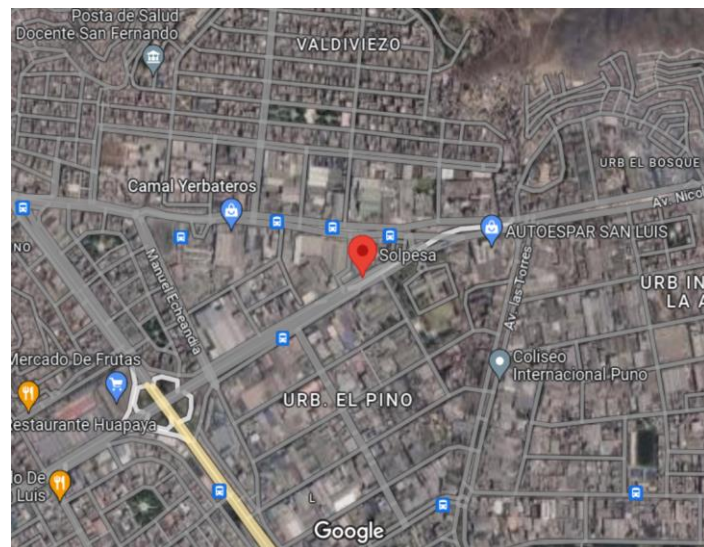


Figura N°01: Ubicación geográfica Solpesa Ingeniería y Construcción. Fuente: *Google Maps*.

- Organigrama.

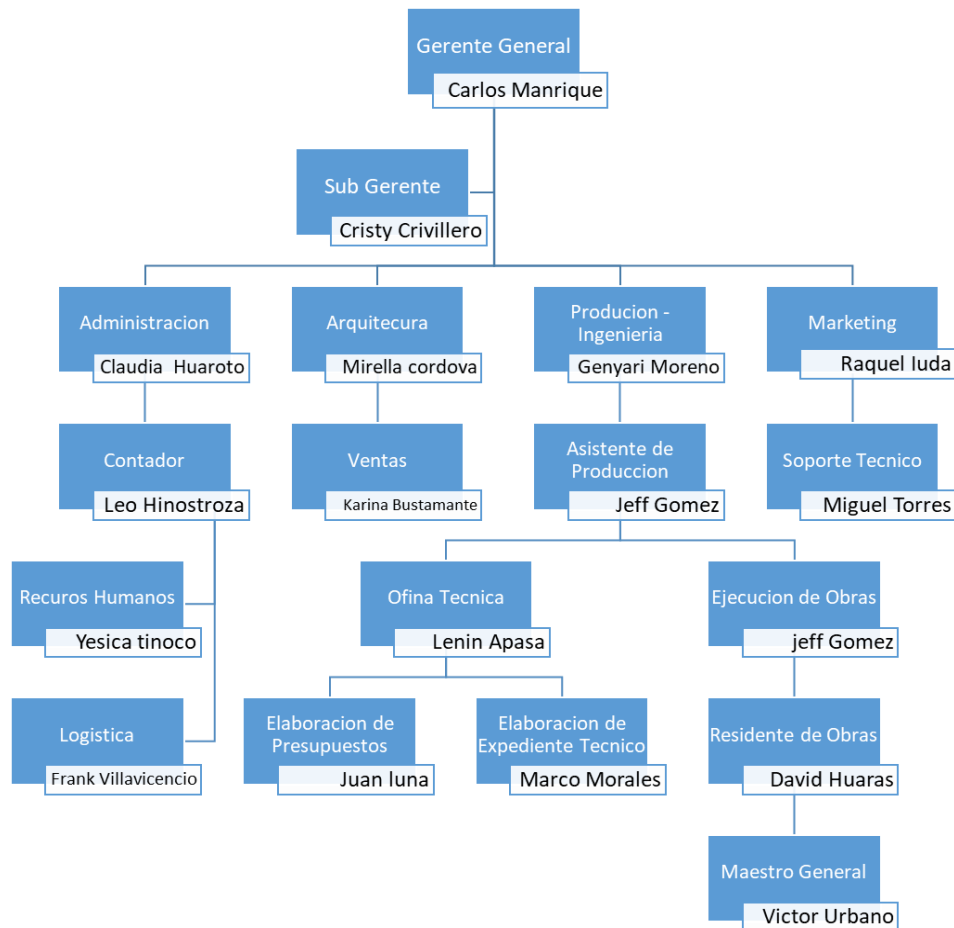


Figura N°02: Organigrama de Solpesa Ingeniería y Construcción. Fuente: Área de RRHH.

### 1.1.2. Actividad Económica.

- Fabricación de productos metálicos para uso estructurales.
- Construcción de obras de ingeniería.

### 1.1.3. Reseña Histórica.

Solpesa Ingeniería y Construcción S.A.C. inicia sus actividades en 2015 y en sus inicios se encontraron asociados a la fabricación de productos de uso estructural en la construcción.

Su creador, el ING. Carlos Manrique, previendo los constantes cambios en la industria de la edificación, tuvo la percepción de poder incrementar el espectro de cada

uno de sus capacidades. A consecuencia de la perseverancia e innovación sostenida, la sociedad logro afianzarse en distintos sectores de la ingeniería civil.

La Doctrina profesional y el desempeño se conserva en todas las áreas de SOLPESA INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C. Y va más allá de la designación de los contratistas para proporcionar innovación a día de hoy para diferentes propuestas en la industria.

Especialistas con trayectoria en supervisión y construcción de obras civiles, y formulación de expedientes de ingeniería. Cuentan con un grupo de trabajo altamente calificado, herramientas, equipos y material adecuado para garantizar un excelente trabajo (Solpesa, 2020).

#### **1.1.4. Visión.**

Ser acreditados principalmente como el equipo de prestación de ingeniería fehaciente del país, asimismo vigilando y protegiendo el medio ambiente cumpliendo las normas y legislación vigente (Solpesa, 2020).

#### **1.1.5. Misión.**

Proporcionar asesoramiento de ingeniería y prestaciones en los diferentes tipos construcción de infraestructuras recurriendo a normativas, para el aseguramiento del desarrollo de la calidad y protección ambiental. (Solpesa, 2020).

#### **1.1.6. Área Laboral.**

Área de Producción y Ejecución de Obras de Ingeniería como asistente de producción, Así mismo, cumpliendo un periodo de dos años que abarca del 2 de mayo del 2022 hasta el 5 de mayo del 2024.

### **1.2. CMC GEPRAÑA CONSULTORÍA MINERÍA Y CONSTRUCCIÓN.**

#### **1.2.1. Datos Generales.**

- Ruc: 20489472121.
- Razón social: CMC. Gepraña Consultoría Minería y construcción.
- Dirección: Calle Granada 160 Santiago de Surco – Lima.
- Contacto: 970437399.

RUC	RAZON SOCIAL	DIRECCION	CONTACTO
20489472121	CMC GEPRÑA CONSULTORIA MINERIA Y CONSTRUCCION	Calle Granada 160 Santiago de Surco – Lima	(+063) 792895

Tabla N°02: Datos generales de CMC GEPRÑA SAC. Fuente: *Elaboración Propia*

- Ubicación geográfica.

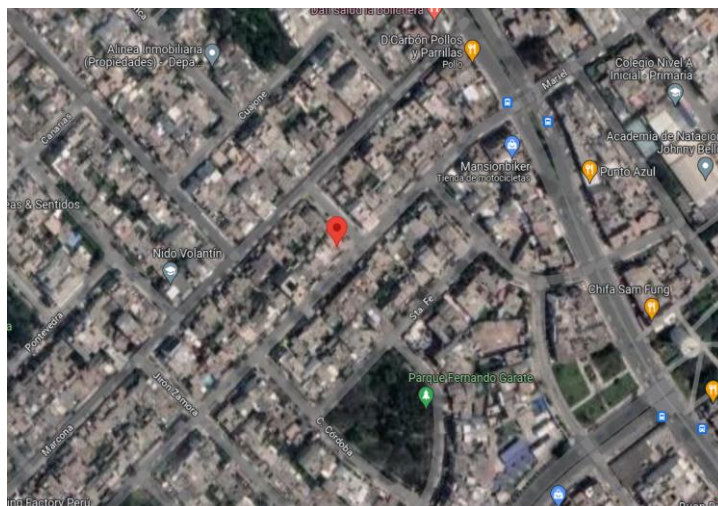


Figura N°03: Ubicación geográfica de CMC, GEPRÑA SAC. Fuente: *Google Maps*.

- Organigrama.

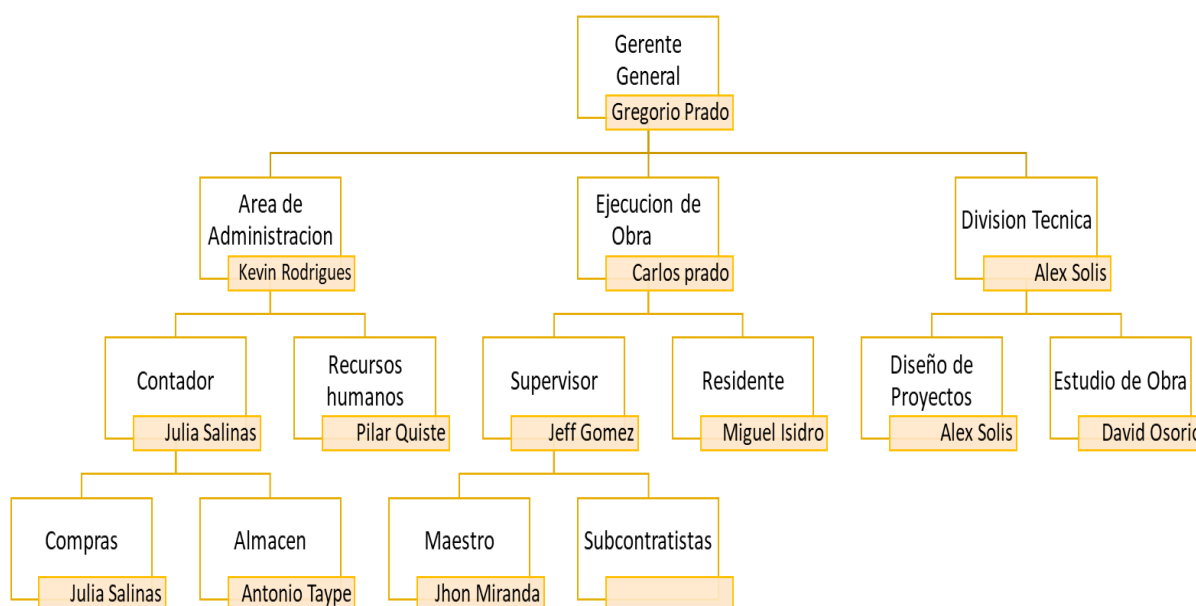


Figura N°04: Organigrama de CMC. GEPRÑA SAC. Fuente: *Área de RRHH*

### **1.2.2. Actividad Económica.**

- Construcción de obras de ingeniería.
- Actividades especializadas de construcción.

### **1.2.3. Reseña Histórica.**

La historia comienza en el 2004, cuando Gregorio Prado Ñaupá, fundador, decide emprender e incursionar en el sector construcción, así es cuando constituye la empresa GEPRANA. Durante los inicios, el emprendimiento fue difícil, sin embargo, de todo ello se rescatan grandes lecciones.

Rescatan, el esfuerzo, la valentía, la humildad, la empatía y sobre todo el ingenio de Gregorio, es así que, gracias a su gran esfuerzo, y a su espíritu de lucha, GEPRANA está trascendiendo (GEPRANA, 2020).

### **1.2.4. Visión.**

Ser un grupo empresarial consolidado a nivel nacional e internacional, con capacidad, con tecnología e innovación y ser socios estratégicos de nuestros clientes (GEPRANA, 2020).

### **1.2.5. Misión.**

Optimizar los procesos con tecnología para cuidar el valor al cliente y los interesados, cumpliendo las elevadas normativas de medio ambiente, calidad y seguridad, obteniendo resultados en la reducción de costos y plazos (GEPRANA, 2020).

### **1.2.6. Área Laboral.**

Ejecución de obra – supervisión. cumpliendo un periodo de 2 años y 1 mes, que abarco del 1 de octubre de 2019 hasta el 14 de noviembre 2021.

## **1.3. INSTALACIONES Y TRANSFORMACIONES PERÚ S.A.C.**

### **1.3.1. Datos Generales.**

- Ruc: 20553170894.
- Razón social: Instalaciones y Transformaciones Perú S.A.C.
- Dirección: Jirón Rio Jequetepeque Mz. M1 Lt. 28 - SJL – Lima.
- Contacto: 945105396.

- Ubicación geográfica.

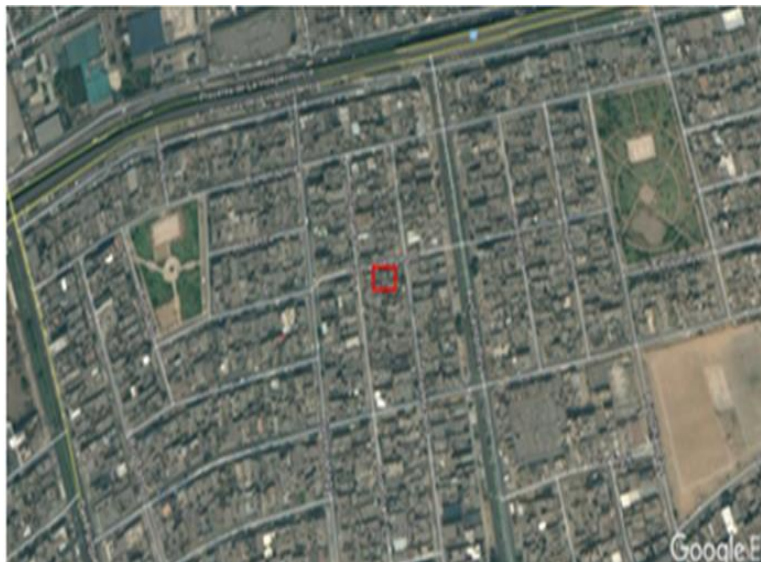


Figura N°05: Ubicación geográfica de ITP SAC. Fuente: Google Maps.

- Organigrama.

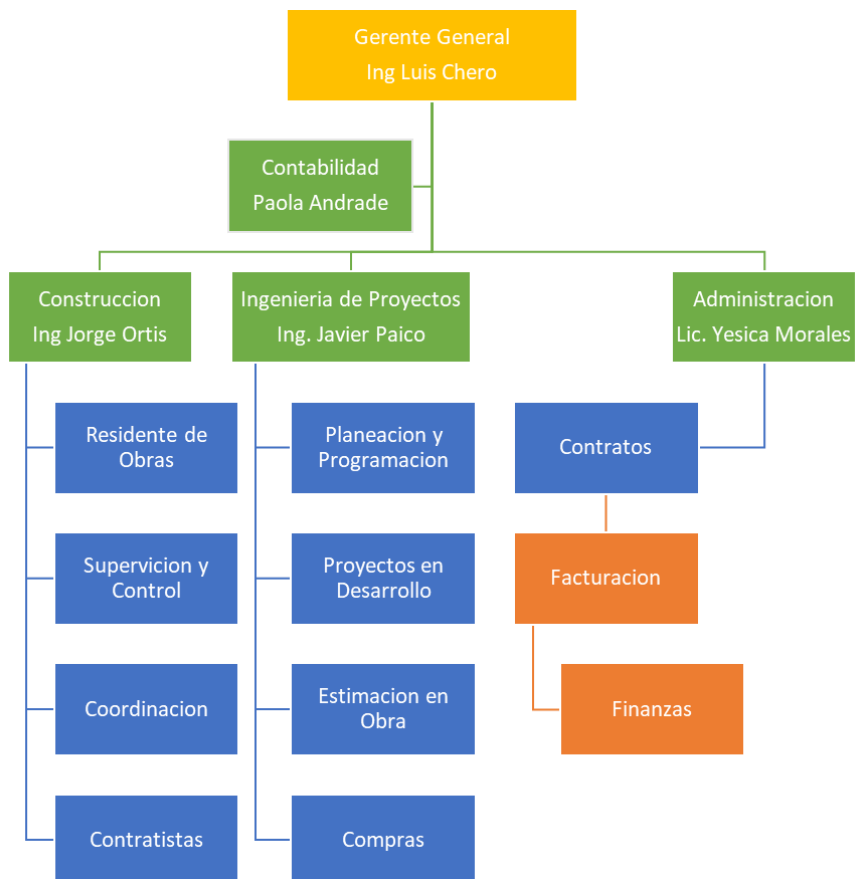


Figura N°06: Organigrama de ITP SAC. Fuente: Elaboración propia.

### **1.3.2. Actividad Económica.**

- Instalaciones Eléctricas.
- Otras instalaciones para obras de construcción.

### **1.3.3. Reseña Histórica.**

Instalaciones Y Transformaciones Perú SAC se creó el 06 de junio del 2013, con 4 personas especializadas en la industria de la ingeniería de proyectos de instalación y construcción, deciden asociarse para formar una empresa en la ciudad de Lima, en la cual fue adquiriendo experiencia y asumiendo diferentes proyectos de instalaciones en obras de construcción.

Como empresa solida se encuentran frente al reto de abarcar toda etapa de construcción, asumiendo este paso como el siguiente emprendimiento al cual ponen toda su pasión y dedicando el tiempo necesario. (Instalaciones y Transformaciones Peru SAC., 2005).

### **1.3.4. Visión.**

Consolidarse como la principal corporación en la industria de la ingeniería a nivel nacional y con enfoque internacional en el desarrollo técnico en la industria de las edificaciones, sostenimiento y elaboración de proyectos. Respaldado por las funciones competentes y comprometidos con el desarrollo de sus empleados. (Instalaciones y Transformaciones Peru SAC., 2005).

### **1.3.5. Misión.**

Ofrecer prestación de asistencia en ingeniería, construcción y mantenimiento. De esta manera contribuimos el buen funcionamiento de nuestros clientes y al mejoramiento del país. Nuestras acciones mejoran en cuanto a condición, confianza y la preservación del ecosistema. Junto con los empleados, desarrollamos las óptimas formas de trabajar y ampliamos cada tipo de conocimientos. (Instalaciones y Transformaciones Peru SAC., 2005).

### **1.3.6. Área Laboral.**

Ingeniería de Proyecto – Proyectos en desarrollo, cumpliendo un periodo de 8 meses que abarco del 9 de julio del 2018 hasta el 28 de febrero del 2019.

## CAPITULO II

### 2. PRINCIPALES LOGROS.

#### 2.1. PROYECTOS EJECUTADOS.

- Construcción de Estaciones de Emergencia – Puntos Tácticos en Palmeras Pex y Caquetá Norte – LIMA EXPRESA.
- Etapa de Acabados en las Bases Operativas P2, P4, P8. De las Oficinas de LIMA EXPRESA.
- Desmontaje y Demolición de la PTAR de la Base Operativa San Clemente - ICA - TCHINT S.A.C.
- Instalación de Cercos Metálicos PRODAC 2.40 x 2.10 y 3.00 x 1.50 en la Vía de Evitamiento y Vía Expresa Línea Amarilla – LIMA EXPRESA.
- Etapa de Acabados del Proyecto Mirador Del Golf Etapa II – Los Portales.
- Desarrollo de la Carretera Oyon – Ambo, etapa I, Oyon – Cerro De Pasco.
- Construcción de Buzones Eléctricos y Canalización de Tuberías PEAD y Arquetas en la Estación E-24 y Patio Taller Santa Anita en la Línea 2 de la Red Básica del Metro Lima – Callao.
- Plan de Manejo de Transito Para Ejecución de Calicatas de Inspección Para el desarrollo de Estaciones Y Pozos de Ventilación en la Línea 2 de la Red Básica del Metro Lima Callao.

#### 2.2. UTILIDAD GENERADA.

- La utilidad generada en la constructora Solpesa Ingeniería y Construcción S.A.C. fue de un 30%, esto se generó en el proyecto de Instalación de Cercos Metálicos PRODAC 2.40 x 2.10 y 3.00 x 1.50 en la Vía Expresa y Vía de Evitamiento. Esto se debe a una buena gestión y programación de cada actividad. Los trabajadores al realizar la instalación de los cercos metálicos por cuestiones de seguridad necesitaban armar un cuerpo de andamio para poder alcanzar alturas de 2.10 m para la instalación de las mariposas y las tuercas autorrompientes, esta actividad genero que los trabajadores armaban y desarmaban el andamio constantemente ya que las instalaciones estaban ubicadas en diferentes progresivas de la vía de evitamiento, teniendo en consideración que la actividad de armar y desarmar el andamio genero menos productividad y más tiempo en cada instalación, se comunicó al área de seguridad para implementar escaleras tipo tijeral antideslizantes

con todas las medidas de seguridad al operario y de este modo el trabajo que realizaron los operarios llegaron ser más productivos disminuyendo el tiempo de instalación por cada cerco, acabando 3 días antes de lo programado.

- La utilidad generada en la empresa GEPRANA S.A.C. en la obra de desarrollo de la Carretera, Oyon – con Desvió a Cerro De Pasco que perteneció al tramo I. se debe al aumento de un 20% de las valorizaciones que se realizó del traslado de agregados, en este caso el Consorcio Vial Ambo considero la progresiva de la cantera Yanamayo (km 117+000) la cual esta progresiva se encontraba en la misma carretera, sin embargo, para llegar a la ubicación exacta de la cantera se tiene que recorrer 300 metros de la progresiva marcada 117+000, por la cual realizando el acotamiento correcto la empresa GEPRANA S.A.C. percibió un aumento en las siguientes valorizaciones.
- La utilidad generada en la empresa ITP S.A.C en la Construcción de Buzones Eléctricos y Canalización de Tuberías PEAD y Arquetas en la Estación E-24 en Patio Taller Santa Anita, se debió que los acoples y codos que se necesitó para la instalación de la tuberías PEAD, cabe resaltar que los proveedores no tenían en stock y por otra parte los accesorios de las tuberías PEAD son difíciles de encontrar en el mercado peruano puesto que son importadas, sin embargo ITP S.A.C. en su almacén contaba con tuberías PEAD completas de manera que tomaron la decisión de elaborarlas con la aprobación del área de calidad, de ese modo la empresa ITP S.A.C. gano tiempo y ahorro dinero por cada accesorio elaborado.

### **2.3. DOCUMENTOS TÉCNICOS.**

Solpesa Ingeniería y Construcción S.A.C. se elaboró y se apoyó en los siguientes documentos técnicos:

- Expediente de Ingeniería de Obra.
- Expediente de Calidad.
- Manual de Operaciones y Mantenimiento.
- Expediente de Seguridad.
- Expediente de Gestión Contractual.

- Expediente de Cierre de Obra.

CMC. GEPRANA S.A.C. se elaboró y se apoyó en los siguientes documentos técnicos:

- Expediente de Ingeniería en Obra.
- Plan de Operaciones y Mantenimiento de Maquinarias.
- Plan de Calidad.

Instalaciones y Transformaciones Perú S.A.C. se elaboró y se apoyó en los siguientes documentos técnicos:

- Plan de Manejo de Tránsito.
- Plan de trabajo.
- Dossier de Calidad.

#### **2.4. INNOVACIONES.**

La innovación e implementación que se realizó con el equipo en Solpesa Ingeniería y Construcción S.A.C. Con el propósito de garantizar que el proyecto tenga un control de calidad se generó los siguientes procedimientos:

- PQR (Registro de Calificación del Procedimiento).
- WPQR (Registro de Calificación del Procedimiento del soldador).
- WPS (especificación del Procedimiento de Soldadura).

Los documentos mencionados sirven de guía para la realización de una soldadura practica que beneficia al control de la distorsión y reducción de tensiones residuales y también reduce el valor ocasionado por procedimientos inapropiados.

#### **2.5. FUNCIONES O CARGO.**

- a- Solpesa Ingeniería y Construcción S.A.C.
  - Asistente de Ingeniería de Producción.
  - Coordinador de Ejecución de Obras.
  - Supervisor de Obra.

b- CMC GEPRAÑA S.A.C.

- Supervisor de Obra.

c- Instalaciones y transformaciones Perú S.A.C.

- Practicante profesional en el Área de Proyectos en Desarrollo.

**2.6. ACTIVIDADES DESARROLLADAS.**

a- Solpesa Ingeniería y Construcción S.A.C.

- Planes de trabajo.
- Procedimientos constructivos.
- Procedimientos de trabajos seguros.
- Cronograma fechado de proyecto.
- Curva S prevista para cada proyecto.
- Valorizaciones mensuales.
- Elaboración de metrados.
- Plan de calidad.
- Plan de aseguramiento de calidad.
- Plan de control de calidad.
- Plan de puntos de inspección.
- Reportes diarios – informe técnico.
- Modificaciones de planos As built.
- Mapas de riesgo.
- Elaboración de matriz IPERC.
- Checklist de cambios.
- Cooperación en ejecución y supervisión en obra.

b- CMC. GEPRANA S.A.C,

- Elaboración de valorizaciones mensuales.
- Elaboración y actualización del plan de mantenimiento de maquinarias.
- Elaboración y revisión de los cronogramas.
- Cooperación en elaboración de los procedimientos constructivos.
- Supervisión de las actividades en obra.
- Levantamiento de observaciones de planos.

c- Instalaciones y Transformaciones Perú S.A.C.

- Actualización de metrados.
- Cooperación en plan de manejo de tránsito.
- Modificación de planos.
- Cooperación en la elaboración de Dossier de calidad.

## CAPITULO III

### 3. RESIDENCIA Y EJECUCIÓN DE OBRA.

Construcciones de Estaciones de Emergencia Palmeras PEX en la Vía de Evitamiento – Concesión Lima Expresa.

#### 3.1. OBJETIVO.

##### 3.1.1. Objetivo General.

El objetivo del presente documento es exponer el proceso de diseño, fabricación, construcción y la viabilidad financiera del proyecto, precisando la calidad en la elaboración y construcción de las Estaciones de Emergencias Palmera PEX.

##### 3.1.2. Objetivos Específicos.

- a. Presentar el proceso de diseño de las estructuras en la fase de revisión.
- b. Presentar el proceso de ejecución en la fase de fabricación de las estructuras metálicas.
- c. Presentar el proceso de ejecución en la fase de construcción de las estructuras metálicas.
- d. Presentar el proceso de los protocolos de calidad durante la fabricación y montaje de las estructuras metálicas.
- e. Presentar el proceso de evaluación financiera para la construcción de las Estaciones de Emergencia Palmera PEX.

#### 3.2. ANTECEDENTES.

Los proyectos similares que realizó Solpesa Ingeniería y Construcción S.A.C. en el área de estructuras metálicas son los siguientes:

##### Estructura metálica de un polideportivo.

Se llevó a cabo la construcción de la estructura sistemática de acero, con el fin de cubrir un polideportivo en la zona de San Luis. La superficie total construida del polideportivo es de 864 m<sup>2</sup>. La construcción se ejecutó a base de estructura metálica, fundamentalmente con columnas de acero y tijerales en diferentes perfiles, según las necesidades y como se puede comprobar en los planos de estructura que se realizaron

para el proyecto. La construcción de la base se realizó con concreto armado. La altura del montaje de los tijerales se efectuó a 7,00 m donde inicia la superficie hasta el tramo de la brida del tijeral de cubierta. No obstante, para la cobertura se utilizó lona tensada.

### Estructura metálica de un almacén.

Construcción de una estructura metálica para montar una nave industrial que tiene una extensión de 20 x 60 m. Utilizando pórticos de estructura metálica con perfiles que tuvieron dos caídas de nivel. Asimismo, para sujetar los livianos techos y que estarán cubiertos a 20 m de distancia y separados a 5 m. Los pórticos se conectaron Mediante una estructura de acero y cable tensores. Para aprovechar al máximo la carga del techo se empleó las viguetas que se espacio a cada 2 m y también se reforzó con tramos integrados con los ángulos de acero. Sin embargo, para la instalación de la cobertura se ejecutó con fierros lisos que sirvió de arriostre. Por otro lado, en la cimentación se utilizó zapatas aisladas que se conectaron con la placa de acero y tuercas de sujeción para el montaje de los pórticos.

### 3.3. MARCO NORMATIVO.

Para el correspondiente estudio, diseño y construcción con acero estructural y concreto armado se consideró la normativa vigente, estas se alistan a continuación:

Ítem N°	DOCUMENTO LEGAL
N.T.E. E.020	Norma de Cargas
N.T.E. E.030	Norma de Diseño Sismo Resistente
N.T.E. E.060	Norma de Concreto Armado
N.T.E. E.090	Norma de Estructuras metálicas

Tabla N°03: Normas Técnicas de Edificación. Fuente: elaboración propia.

No obstante, también se tomó de referencia los siguientes lineamientos de las normativas norteamericanas que tratan de diseño de estructuras metálicas.

- AISC 360-16 Specification for Structural Steel Buildings.
- Steel Design Guide No. 1: Base plate and Anchor Rod Design.

### 3.4. ESTRATEGIA PROYECTUAL.

La ejecución de la Construcción de Estaciones de Emergencia – Puntos Tácticos, se realizó debido a que en la ciudad de Lima la vía más transitada por los conductores es la Vía de Evitamiento que tiene una longitud de 16 km, tomando como punto de referencia el trébol de Javier Prado hasta el Ovalo de Habich, conectando 11 distritos, en toda la longitud de la vía existe un aumento de ocurrencias de tránsito como son:

- Colisión de vehículos.
- Volcaduras de vehículos.
- Incendio de vehículos.
- Vehículos malogrados.

Por consiguiente, estos accidentes generan pérdidas humanas y congestión vial, Teniendo un estudio panorámico y una estrategia se llegó a construir las Estaciones de Emergencias, con el objetivo de brindar rápidamente el auxilio vial para toda la Vía de Evitamiento, lo que permite la fluidez y salvaguardar a las personas que se desplazan en la Vía de Evitamiento.

Con referencia a la estrategia proyectual que se ejecutó en la construcción de las Estaciones de Emergencias se tuvo que realizar el siguiente método para una buena viabilidad del proyecto, las cuales fueron la planificación y creación de los subsiguientes documentos:

- a- Documentos para la Ejecución del Proyecto:
  - Plan de trabajo.
  - Procedimientos constructivos.
  - Cronogramas fechados.
  - Hitos fechados.
  - Curva S prevista del proyecto.
  - Histograma previsto de equipos y trabajos de obra.
  - Matriz de comunicaciones del proyecto.
  - Organigrama para el proyecto.

- Look ahead (4 semanas).
- b- Documentos de Calidad:
  - Plan de calidad.
  - Plan de puntos de inspección.
  - Formatos de registro para actividades en campo.
  - Plan de calibración para equipos.
  - Ficha técnica de materiales.
- c- Documentos de Seguridad:
  - Inducción general del proyecto.
  - Exámenes médicos pre ocupacional.
  - SCTR actualizado de los trabajadores.
  - Documentos aplicables mencionados en el Procedimiento que aplica la seguridad, sanidad y el ecosistema.

Finalmente, cada documento participa como guía y actúan de modo sistemático hace que el proyecto está encaminado siguiendo los lineamientos de la estrategia.

### **3.5. MARCO TEÓRICO.**

#### **3.5.1. Bases Históricas y Científicas.**

McCormac & Csernak (2012), describieron que la magnitud del sector construcción del país permanece en constante aumento y esto va de la mano con nuevas tecnologías y con innovaciones en los materiales. Considerando que, a finales del siglo XIX en Estados Unidos, el acero se elaboraba económicamente, y en el Perú se viene produciendo aproximadamente desde 1960.” La presunta integridad de este acero, quizá el más multifuncional del resto de materiales sistemáticos, es más sensato creer si se tiene en cuenta su gran durabilidad, bajo peso, accesible en el proceso de fabricación. (pág. 14).

Todo ello ha revolucionado la edificación tradicional y se ha dejado notar el reemplazo conveniente para sistemas relativamente nuevos que utilizan acero estructural (edificios,

puentes, estadios, almacenes, canchas deportivas, estaciones de emergencia y cubiertas varias).

### 3.5.1.1. *Steel Structures Design and Behavior, Charles G. Salmon.2009*

Salmon (2009), menciona que el diseño por esfuerzo permisible tiene mucha antigüedad, pero sin embargo todavía se utiliza o se mantiene como opciones de diseño:

Los procedimientos de la elaboración de esfuerzos admisibles (ASD: Diseño de tensión permitida). Llegó ser fundamentalmente la filosofía de diseño durante el último siglo, en tanto que las últimas dos décadas, sigue evolucionando el diseño estructural esto parte fundamentalmente de un diseño lógico y convincente al que se denomina diseño de "estado límite". Dichos diseños de estado límites se transformaron y a hora se les conoce como diseño de coeficiente de carga y resistencia. (pág. 54).

Tipo	Factores
Comb 01	1.6 D
Comb 02	1.2 D + 1.6 L + 0.5 (Lr o S o R)
Comb 03	1.2 D + 1.6 (Lr o S o R) + (0.5 L o 0.8W)
Comb 04	1.2 D + 1.3 W + 0.5 L + 0.5 (Lr o S o R)
Comb 05	1.2 D ± 1.0 E + 0.5 L + 0.2 S
Comb 06	0.9 D ± (1.3 W o 1.0 E)

Tabla N°04: Factores de carga para el método LRFD. Fuente: Salmon (2009).

Tipo	Factores
Comb 01	D
Comb 02	D + L
Comb 03	D + L + (Lr o S o R)
Comb 04	D + (W o 0.7 E) + L + (Lr o S o R)
Comb 05	0.6 D + W
Comb 06	0.6 D + 0.7 E

Tabla N°05: Factores de carga para el método ASD. Fuente Salmon (2009).

Sigla	Definición
D	Carga Muerta
L	Carga Viva
Lr	Carga Viva de Techo
W	Carga de Viento
S	Carga de Nieve
E	Carga de Sismo
R	Carga de Lluvia o Hielo

Tabla N°06: Definición de siglas en los factores de carga LRFD Y ASD. Fuente: Salmon (2009).

### 3.5.1.2. Filosofías de Diseño ASD y LFRD. Ing Vladimir Flores. 2017.

Flores (2017), alude que Históricamente, la primera diferencia de los modelos más antiguos se aprovechó la aplicación del diseño de esfuerzos admisible en comparación con el esfuerzo real permitido, mientras LRFD (diseño de coeficiente de resistencia de carga) compara este Resistencia requerida en fuerza real.

La segunda diferencia entre las dos filosofías es cómo son tratadas la vinculación en medio de la resistencia y la carga aplicada de los miembros, y el factor de carga LRFD se llega aplicar independientemente con la intención que la predictibilidad de las cargas aplicadas se ve en la desigualdad del estado limite, y dado los coeficientes que se utilizan para limitar o permitir variaciones del material y estructuras, cada coeficiente de disminución de resistencia al margen del mismo esfuerzo teórico y como resultado se ve afectado la diferencia del estado máximo. En tanto la estrategia del ASD trabaja en conjunto los dos factores de seguridad. Sin embargo, al fraccionar se estaría trabajando con la metodología precedente, se proporciona una estructura más segura cuando es necesario debido a factores de actuación más consistentes, dependiendo de la capacidad de previsibilidad del tipo de carga utilizada (pág. 25).

### 3.5.2. Características del Acero Estructural.

(Norma Tecnica de Edificaciones E.090 Estructura Metalica, 2021) describe:

La demonización del acero estructural pasa a referirse a las piezas metálicas aprovechadas a lo largo de las construcciones en estructuras metálicas comprendidas por pórticos y a su vez son integradas al diseño de cargas. Los elementos de este tipo se refieren a vigas, columnas, puntales, bridas, pernos, etc. involucrados en los sistemas estructurales de acero.

### **3.5.2.1. Relación Esfuerzo – Deformación del acero estructural.**

Silva (2005), explica con el propósito de aprovechar los funcionamientos que ofrecen las estructuras metálicas, visto que es fundamental poder comprender las características que posee el acero, revisando el gráfico de esfuerzo y deformación, ya que esto proporciona un porcentaje de conocimiento imprescindible para comprender como llega implicar el acero en una condición dada.

Durante la puesta en práctica de la fuerza de tensión a la pieza estructural dúctil, esta comienza a alargarse. A medida que la fuerza aumenta continuamente, la deformación aumenta constantemente dentro de un cierto rango. Después que el esfuerzo de tensión alcanza un nivel de resistencia máxima del acero que aproximadamente llega ser la mitad, la elongación comienza incrementarse correspondiente al esfuerzo (pág. 17).

Silva (2005), interpreta que el esfuerzo máximo a la que se pone en práctica la ley de Hooke, es el nivel más considerable del componente lineal del gráfico de esfuerzos y deformación, esta se describe como límite proporcional, por otro lado, el máximo esfuerzo que seguramente soporta sin deformación permanente se denomina límite elástico. Si bien casi nunca se calcula este valor en los materiales usados en la construcción, incluido el acero y es por este motivo se usa a veces el concepto límite proporcional.

La deformación o el alargamiento aumenta repentinamente sin aumentar la fuerza y se califica como punto de fluencia. Y coincide con el primer nivel del gráfico de esfuerzos y deformación cuya tangente está sobre el horizontal de la curva. Sin embargo, la fuerza de fluencia es la característica altamente relevante de cada proyectista metálico, puesto que gran parte de procesos de estructura llegan a fundamentarse de dicho valor, en cuanto dicha deflexión es causado previo a la fuerza de fluencia también denominada deflexión elástica. En cuanto a deflexión plástica la magnitud es típicamente de 10 a 15 veces mayor que la deformación elástica (pág. 20).

Silva (2005), declara que la fluencia del acero parece un serio inconveniente, Sin embargo, en la circunstancia se considera convenientemente. Esto evita daños estructurales debido a incumplimientos o desaciertos de diseño. Cuando el nivel de esfuerzo de cualquier estructura metálica desempeña el nivel de fluencia, el elemento de la estructura sucumbirá internamente sin aumentar el esfuerzo, lo que evitará la falla

temprana, de este modo la ductilidad proporciona un esfuerzo uniforme dentro de la estructura metálica.

Otra manera se puede explicar dicho incidente puesto que los esfuerzos superiores ocasionados en la manufactura y la construcción la carga entre si se llegan anularse. Seguramente se dice decir que las estructuras metálicas tienen la capacidad de distribuir la deflexión plástica y eso hace posible que puedan soportar excesos o colisiones inesperadas (pág. 22).

Silva (2005), explica que posteriormente de la zona plástica llegamos a encontrar un espacio denominada reforzamiento por deformación que necesita un esfuerzo adicional para causar una mayor deformación. En la figura N°3.1 como ejemplo se observa el grafico representativo del acero estructural con escaso material de carbono. Aquí solo se puede observar el primer tramo de la curva, ya que se producen grandes deformaciones previamente a la falla, por otro lado, el acero dulce exhibe una deformación unitaria equivalente a un valor de 150 a 200 veces la deformación unitaria correspondiente a elástica deformación. El alcance de la curva accede a un esfuerzo superior y posteriormente desciende gradualmente y previamente de que sucede la falla del espécimen. En el punto de la curva, se disminuye considerablemente el área sesgada de la sección, lo que da como resultado la denominada limitación del componente.

El modelo del diagrama depende de la aceleración de la carga, el grado del acero y de lo térmico, la figura N°3.1 muestra esta transición. En cambio, la raya discontinua pronunciada es la resistencia a la fluencia más alta por ende el acero dulce inmediatamente se carga, mientras que la curva de fluencia menor llega acceder cuando la carga se reduce (pág. 24).

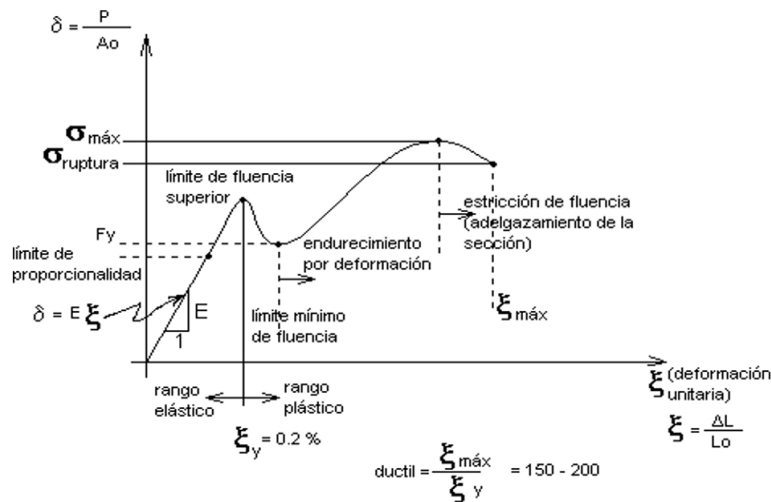


Figura N°07 Diagrama de Esfuerzo - Deformación característica de un acero con bajo contenido de carbono. Fuente: MacCommmac (2009).

### 3.5.2.2. Clasificación y Utilización del Acero en la Estructura.

En cuanto el uso del acero en el sector de la construcción las estructuras se categorizan en cuatro grupos según el tipo de estructura:

- a- Estructura apoyada en muro de carga.

La construcción de muros de carga es el tipo más común de edificio comercial ligero para un solo nivel. Esta clase de edificaciones se consideraba limitada comercialmente a dos o tres plantas. Sin embargo, estudios recientes referente a las construcciones con muros de carga se demostraron que llegan hacer rentables para edificaciones de entre 10 a 20 niveles.

La poca solides en construcciones de muros no es resistente a las fuerzas de corte y sísmicas. Asimismo, presentan inconvenientes de instalación en edificaciones de una planta a más. En tales situaciones, cada elemento de acero de carga debe colocarse por piso y alternar el trabajo de albañil y de instalador.

- b- Construcción reticular.

La construcción de muros de carga se considera la forma más común de edificio comercial ligeros de un solo nivel, estas construcciones se consideraban limitada comercialmente a dos o tres plantas. Sin embargo, estudios recientes sobre la construcción de muros de albañilería demostraron que son rentables para construcciones de 10 o 20 niveles.

La falta de solides en la construcción de muros de corte conduce a inconvenientes en las cargas sísmicas y por ende en la instalación de edificaciones de un nivel a más. Para estos, los elementos de acero de carga deben colocarse por piso, y alternar el trabajo de albañil y de instalador.

c- Estructura de acero de grandes claros.

Gran parte del trabajo de construcción actual utiliza una combinación de acero estructural y concreto armado. Este tipo de uso en columnas de hormigón armado en edificios muy altos requeriría columnas muy gruesas en los pisos inferiores, lo que ocuparía demasiado espacio. Generalmente se utilizan columnas compuestas, que son columnas de acero embebidas en hormigón armado y conectadas.

d- Estructura combinada de acero y concreto.

La mayoría de obras vigentes, actualmente hacen uso la unión del concreto y el acero. por lo habitual se realizan columnas de acero incorporado y vinculado al concreto armado y a su vez se les denomina como columnas mixtas.

### **3.5.2.3. Designación ASTM del Acero Estructural.**

(Norma Tecnica de Edificaciones E.090 Estructura Metalica, 2021) permite:

El uso de materiales que cumplan algunos de los siguientes requisitos:

- Acero estructural, ASTM A36 (AASHTO M270 Grado 36).
- Tubos redondos de acero negro y galvanizado, soldados y sin costura, ASTM A53, Gr. B.
- Acero de alta resistencia y baja aleación, ASTM A242.
- Tubos estructurales de acero al carbono, doblados en frío, soldados y sin costura, ASTM A500.
- Tubos estructurales de acero al carbono, doblados en caliente, soldados y sin costura, ASTM A501.
- Planchas de acero aleado, templado y revenido, de alta resistencia, adecuadas para soldadura, ASTM A514 (AASHTO M270 Grado 100 y 100W)

- Acero al Carbono – Manganeso, de alta resistencia, de calidad estructural, ASTM A529.
- Planchas y flejes de acero al carbono, laminadas en caliente, de calidad estructural, ASTM A570, Gr. 275, 310 y 345.
- Acero de alta resistencia y baja aleación al niobio - vanadio, de calidad estructural, ASTM A572 (AASHTO M270 Grado 50).
- Acero estructural de alta resistencia y baja aleación, con un límite de fluencia mínimo de 345 MPa, de hasta 100 mm de espesor, ASTM A588 (AASHTO M270 Grado 50W).
- Planchas y flejes de acero de alta resistencia y baja aleación, laminadas en caliente y laminadas en frío, con resistencia mejorada a la corrosión atmosférica, ASTM A606.
- Planchas y flejes de acero de alta resistencia y baja aleación, con Niobio o Vanadio ambos, laminadas en caliente y laminadas en frío, ASTM A607.
- Tubos estructurales de alta resistencia y baja aleación, soldados y sin costura, formados en caliente, ASTM A618.
- Planchas de acero estructural de baja aleación, templado y revenido, con límite de fluencia mínima de 485 MPa, de hasta 100 mm de espesor, ASTM A852 (AASHTO M270 Grado 70W).
- Acero estructural para puentes, ASTM A709 Grado 36, 50, 50W, 70W, 100 y 100W.

Designación de la A.S.T.M.	Tipo de acero	Formas	Usos recomendados	Esfuerzo mínimo de fluencia, Fy, en ksi.	Resistencia mínima especificada a la tensión, Fu, en ksi.
A-36	Al carbono	Perfiles, barras y placas.	Edificios, puentes y otras estructuras atornilladas o soldadas.	36, pero 32 si el espesor es mayor de 8 pulg.	58-80
A-529	Al carbono	Perfiles y placas hasta de ½ pulg.	Similar al A-36	42-50	60-100
A-572	Columbio – vanadio de alta resistencia y baja aleación.	Perfiles, placas y barras hasta de 6".	Construcción soldada o atornillada. No para puentes soldados con Fy grado 55 o mayor.	42-65	60-80
A-242	De alta resistencia, baja aleación y resistente a la corrosión.	Perfiles, placas y barras hasta de 5".	Construcciones atornilladas, soldadas; técnica de soldado muy importante.	42-50	63-70
A-588	De alta resistencia, baja aleación y resistente a la corrosión atmosférica.	Placas y barras hasta de 4".	Construcción atornillada.	42-50	63-70
A-852	Aleación templada y revenida.	Placas sólo hasta de 4".	Construcción soldada o atornillada, principalmente para puentes y edificios soldados. Proceso de soldadura de importancia fundamental.	70	90-110
A-514	Baja aleación templada y revenida.	Placas sólo de 2 ½ a 6".	Estructura soldada con gran atención a la técnica, no se recomienda si la ductilidad es importante.	90-100	100-130

Tabla N°07: Propiedades del acero estructural. Fuente: McCormac (2009).

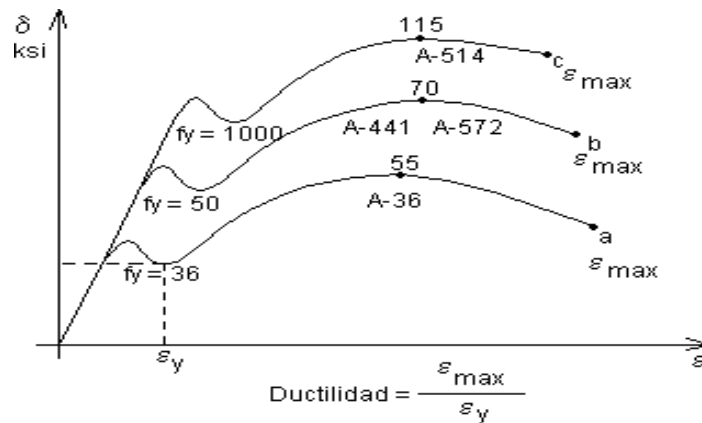


Figura N°08: Diagrama de Esfuerzo - Deformación de diferentes grados. Fuente: McCormac (2012).

#### 3.5.2.4. Ventajas del Acero como Material Estructural.

McCormac & Csernak (2012), afirman lo siguiente:

##### Alta resistencia.

En que el acero estructural pertenece a la familia que se caracteriza por ser muy dúctil y con peso bajo, por consiguiente, se llega a determinar un material idóneo para construcciones de considerable envergadura.

##### Uniformidad.

La magnitud del acero estructural cuenta con componentes metálicos que con el tiempo no llegan a modificarse, dado que tienen marcos de referencias técnicas de reglamentos y no varían.

##### Elasticidad.

Parte del funcionamiento teórico del acero está sumamente cerca de la realidad que el comportamiento de otras características estructurales utilizados en beneficio de la construcción.

##### Durabilidad.

Siempre que la durabilidad de las estructuras metálicas de acero mantiene una facultad para resistir los estados físicos y químicos que están sometidas a lo largo de su duración útil diseñada.

### Tenacidad.

Es la característica para poder tolerar y amortiguar considerables cantidades de energía y se denomina tenacidad, por consiguiente, esta característica pertenece al acero estructural y llega ser muy ventajoso en el instante que se eleva una reciente construcción o en el instante que se realiza modificaciones sin que se perjudica con cualquier daño o falla evidente.

### Ductilidad.

Es la característica de un elemento con el fin de resistir deformaciones considerables sin ceder bajo un alto esfuerzo de tensión. Cuando se prueban los aceros con bajo contenido de carbono, la sección transversal y la deformación a la rotura se reducen considerablemente antes de que se produzca la fractura. Los materiales que no tienen esta propiedad tienden a ser duros y quebradizos, y se romperán si se someten a un impacto repentino.

### Ampliaciones de estructuras existentes.

Los aceros como estructura llegan ser multifuncional en el instante de la construcción, procurando ajustarse a diversas formas y extensiones que va de acuerdo a cada condición que dispone la estructura. Para estos incrementos se utiliza conectores con la intención de conservar las propiedades en definitivas de las secciones aumentadas.

### Propiedades diversas.

A hora bien el acero sin duda es utilizado de diversas modalidades, adaptándose a diferentes condiciones mediante uniones deseadas y a su vez lleguen a tener un máximo funcionamiento estructural. Por otra parte, el uso del acero en construcciones es de manera rápida ya que es liviano y de menos precio en comparación a los tipos de material de construcción. Asimismo, el acero es reutilizado con el fin disminuir el desaprovechamiento.

### Factibilidad de unión con otros miembros.

Los perfiles de acero se unen sin problemas a otros perfiles mediante remachado, atornillado o soldad.

### Rapidez de montaje.

En la construcción la velocidad del uso del acero es muy considerable en comparación de otras características de los materiales.

### Accesibilidad de dimensiones y secciones.

La accesibilidad es encontrada en los perfiles de acero con el fin de optimizar su utilización en una variedad de tamaños y formas.

### Costo de restauración.

En el peor de los casos, el coste de reciclaje de la chatarra de acero puede ser beneficio en cuanto a presupuestos.

### Reciclable.

Así mismo el acero es un material degradable y a su vez 100% reciclable, de este modo no dispone de ninguna consecuencia ambiental negativa.

### Permite ampliaciones con rapidez.

En tal sentido el acero posibilita llegar hacer cambios y ampliar las construcciones de una manera más accesible.

### **3.5.2.5. Desventaja del acero Como Material Estructural. (McCormac & Csernak, 2012).**

#### Corrosión.

McCormac & Csernak (2012), explican que el acero se encuentra vulnerable a las emisiones externas y humedad. Asimismo, en el supuesto que existiera un incendio se producirá una exposición inmediata al fuego. Por este motivo es necesario que el acero reciba manteniendo, en lo que concierne a pintura o un intemperizado para reducir el impacto negativo.

En estos días, el concreto también se usa a menudo para preservar los componentes del acero estructural, sin embargo, llegar a proteger es realmente elevado en referencia a los diferentes tipos de protección.

### Costo de salvaguardar contra el fuego.

McCormac & Csernak (2012), Afirman que el material del acero no es muy combustible sin embargo es susceptible al fuego puesto que el acero estructural disminuye sus propiedades mecánicas.

Para salvaguardar el acero frente incendios se puede garantizar mediante el uso de rociadores específicos también se puede proteger utilizando un recubrimiento de concreto.

### Vulnerabilidad al pandeo.

McCormac & Csernak (2012), sostienen que las características del acero son generalmente practico al nivel de toda clase de cargas. Sin embargo, en algunas situaciones, los materiales suelen ser sumamente delgados y producen a doblarse bajo carga, siendo necesario el uso de refuerzos o elementos para impedir el pandeo y prevenir del error anterior.

### Fatiga.

McCormac & Csernak (2012), definen que las características del acero frecuentemente tienen problemas para soportar cargas y esfuerzos frecuentes en distintas direcciones de análisis, resultando en alguna clase de fractura perjudicando la estructura, conduciendo al debilitamiento de otros elementos.

### **3.5.3. Conexiones Metálicas.**

Como se mencionó en el fondo, la conectividad desempeña una participación demasiado fundamental, Por lo tanto, el desempeño de las estructuras frente a cargas sísmicas. Es por ello la importancia y la necesidad de determinar la clase de acoplamiento apropiado para una estructura propuesta y la realización en la evaluación y elaboración con la intención de que aumente o genera en la planificación de la estructura.

#### **3.5.3.1. Tipos de Conexiones Metálicas. Ing. Rodríguez Peña.**

Rodriguez (2017), Describió las características distintivas que existe entre el concreto armado y el acero estructural puesto que se encuentra una considerable variedad de diversos tipos de conexión en el desarrollo de estructuras de acero, mientras que es muy compleja hallar la variedad en el área del concreto armado.

Cada conexión se comporta de manera diferente esto se explica porque existe una interrupción en el mecanismo y a su vez es un área eventualmente riesgosa, por ese motivo en gran parte de las estructuras de acero se ocasionan accidentes debido a un diseño inadecuado o mala aplicación de las conexiones. Por consiguiente, se debe disponer de prudencia en la planificación y ejecución (pág. 36).

Frente a los tipos de conexiones se brinda:

A) Conexiones Rígidas:

Rodriguez (2017), explica que las conexiones rígidas son conexiones que transmiten totalmente los momentos a su vez fuerzas axiales y las fuerzas cortantes en los extremos de las vigas metálicas y estas unidas a cada columna. En estos casos el criterio estructural de una viga que se adopta es completamente empotrada en las columnas, con rigidez teóricamente infinita y sin rotación relativa dentro de la columna. Es posible que la simulación obviamente no vaya según el plan, pero se tendrán que instalar refuerzos para que se ajuste al plan. De igual forma, durante las conexiones de las vigas se es necesario cerciorarse una absoluta transferencia de las fuerzas que allí se producen, siendo necesario instalar rigidizador en las planchas bases de acero para prevenir que las columnas se desplacen y velar por la instalación del mismo en el pedestal.

B) Conexiones Articuladas:

Rodriguez (2017), explica que son conexiones en las que, según el modelo estructural propuesto, sólo se pueden transmitir conexiones axiales o cortantes y despreñar los momentos flectores. En tales circunstancias, en las conexiones la rigidez es sumamente inferior dado que teóricamente puede considerarse cero en las estimaciones. Esta vinculación está diseñada con el fin de transferir cargas axiales.

C) Conexiones Semi – Rígidas:

Rodriguez (2017), explica que estos tipos de conexiones semirrígidas tienen un desempeño que se encuentran en un intervalo en medio de las conexiones articuladas y conexiones rígidas, sin embargo, la discrepancia hace que funcionen superior que sus antecesores, al margen de proporcionar una factible rigidez. Aquellas conexiones procuran traspasar momentos y fuerzas conforme a las

condiciones utilizadas. Asu vez son las conexiones más multifuncional debido a que se adaptan a una extensa variedad en la aplicación.

### **3.5.3.2. Diseño de Conexiones. Ing. Arturo Rodríguez Serquen, 2016**

#### **3.5.3.2.1. Conexiones Soldadas**

Rodriguez (2016), concluye que la soldadura es una modalidad de conectar las partes de metal, donde se calientan mediante coacción o también sin presión que estén en condición fluida o relativamente fluido. En mayoría de las uniones de soldadura utilizan una corriente eléctrica a fin de que el electrodo entra en calor mientras entra en estado líquido y posteriormente introducirse a manera de relleno en el acoplamiento de unión en el centro de dos o más piezas (pág. 62).

A- Ventajas de la soldadura.

Rodriguez (2016), concluye que de momento se puede disfrutar de los considerables beneficios de la soldadura, en vista que las preocupaciones sobre la fatiga se erradicaron prácticamente. Algunos de los muchos beneficios se enumeran a posteriormente.

- Inicialmente el beneficio para demasiadas personas se encuentra en el ámbito económico, debido que la aplicación de la soldadura proporciona considerable rentabilidad. A su vez las construcciones soldadas erradican considerablemente el porcentaje de acoplamiento y unión de placas, realmente conveniente en las estructuras atornilladas.
- En este caso la soldadura cubre un campo considerablemente más amplio que el atornillado o remachado. La aplicación de conexiones mediante tornillos o remaches son prácticamente inviable, sin embargo, las conexiones mediante soldadura ofrecen escasas situaciones críticas.
- Todo tipo de estructura soldada suelen ser sumamente rígidas debido a que cada componente se encuentra soldadas estrechamente. Con respecto a las conexiones atornilladas o remachadas se lleva a cabo mediante placas de conexión o ángulos que se distorsiona cuando se transmiten cargas, de esta manera toda la estructura se hace sumamente flexible. Paralelamente una importante rigidez se convierte en un inconveniente si se busca conexiones finales sencillas con deficiente resistencia al momento.

- El método de fusión de piezas de conexión convierte a la estructura exactamente continua. Esto da como consecuencia una estructura monolítica y la conexión soldada es igual o superior que la del metal base, por consiguiente, no se tiene restricciones en la junta. Considerando el siguiente beneficio de continuidad y facilitando la construcción de innumerables estructuras metálicas.
- La soldadura hace sumamente sencillo y económico llevar a cabo modificaciones de diseño y subsanar equivocaciones durante el montaje.
- Otra cuestión que suele ser trascendental es el bajo nivel de ruido a lo largo de soldar.
- se utiliza reducidas cantidades de piezas y se escatima el tiempo en pormenores de montaje y fabricación.

#### B- Desventajas de la soldadura.

- Es posible que las conexiones fijas no sean la mejor alternativa de diseño.
- La verificación de las conexiones de soldadura no es sumamente fácil como otros ensayos.

#### C- Tipo de soldadura.

##### Soldadura con Gas:

Rodriguez (2016), explica que la soldadura con gas, en la manilla o la maguera del soldador se llega incendiar una combinación de gas combustible y oxígeno, incluso cuando es llevado a cabo por un soldador o un dispositivo automatizado. El gas que se emplea generalmente es el acetileno y se le conoce como soldadura oxiacetileno.

- Habitualmente la aplicación del gas en la soldadura es realmente sencilla de conocer y es indispensable con un equipo de soldadura. De todos modos, se necesita un procedimiento ligeramente más pausado en comparación de cualquier método y mayormente se emplea en mantenimientos y reparación.

### Soldadura por Arco:

Rodriguez (2016), explica que, en la soldadura por arco, el operador utiliza algún tipo de mango o dispositivo automático para sujetar el elemento a soldar en medio del electrodo. Asimismo, se llega a generar continuamente en el arco eléctrico durante la soldadura, a su vez induce la fundición. A hora bien la potencia eléctrica se convierte en fuego por medio de la oposición del aire o el gas generado del elemento y el electrodo a soldar. Dentro del arco se producen temperaturas fluctuantes entre 3.300 y 5.700°C. tan pronto como el borde del electrodo se fusiona penetrando el metal fundido formando una soldadura.

- En este aspecto la fundición del acero cuando se encuentra en su estado líquido incorpora gas de solución en cantidades muy grandes, que puede unirse químicamente con oxígeno y nitrógeno si no se protege del aire circundante. Las soldaduras deben protegerse con electrodos recubiertos con determinados componentes de los minerales.
- Además, la escoria acumulada en el metal fundido, es menos densa del metal y esto sube a la extensión de las juntas, salvaguardando la soldadura del viento hasta que se refresca, posteriormente al enfriado, la escoria se llega a eliminar rápidamente con una amoladora o cepillo de hierro.

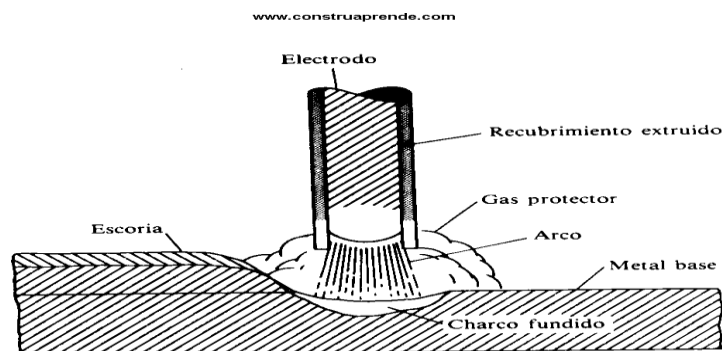


Figura N°09: Elementos del proceso de soldadura de arco metálico protegido (SMAW). Fuente: *Guide to Shielded Metal Arc Welding SMAW (2022)*.

### Soldadura por arco sumergido (SWA):

Rodriguez (2016), explica que aplicando el procedimiento automatizado en donde el arco se cubre con una sustancia granular fusible, haciéndolo invisible los

electrodos de metal la cual se suministran a partir de una lámina que llega a fundirse y es aplicado como material de relleno.

- La soldadura del método SAW es eficiente y diligente, de considerable condición con respecto a la resistencia al impacto y corrosión y también tiene una excelente ductilidad. Asimismo, permite mayores profundidades de penetración, aumentando así el área de carga efectiva.
- La metodología de la soldadura SAW (semi automatizado o automatizado) son de calidad considerable y apropiados para tiempos prologadas de soldadura. El inconveniente sucede cuando la pieza empleada se debe situarse en forma horizontal o plana.

#### D- Electrodo.

Rodriguez (2016), recalca que los electrodos utilizados conectan piezas y tienen una extensa diversidad y se encuentra en la diversidad en la clase metalúrgica y la resistencia del elemento de soldadura mediante metal base. De todos modos, en cada mecanismo las cantidades para electrodos se encuentran establecidos del presente AWS (Sociedad Americana de Soldadura) son:

$$Eabc$$

Donde:

E = electrodo.

a = cifra de 2 o 3 cantidades que determina la resistencia final atensión del metal. En total se considera desde 60 a 120 Ksi.

b = número que expone la situación correcta del soldado.

= 1, ocasión que es conveniente en todas las posturas.

= 2, ocasión que es apto en filete h y p.

c = número que señala el tipo de corriente.

= 1, uso de corriente alterna.

= 2, uso de corriente alterna o continúa.

Demostración: se tiene E7012 y esto implica la utilización del electrodo  $F_{exx} = 70\text{ksi}$ , asimismo, su utilización se emplea en posiciones diferentes.

E- Posiciones de soldado.

(Rodríguez Serquen, 2016) Detalla los diferentes tipos de posiciones:

#### Plana:

- A decir verdad, es sencillo y se opta usar por la calidad y rapidez al soldar.

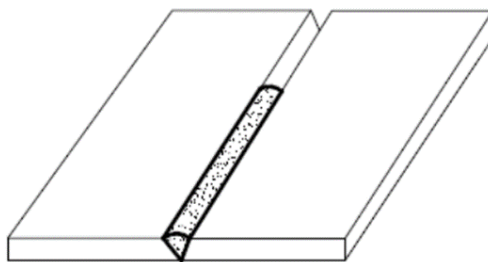


Figura N°10: Soldadura plana. Fuente: Rodríguez (2016).

#### Horizontal:

- Se llega a obtener excelente producto en el momento de soldar, sin embargo, se lleva a cabo con velocidades bajas.

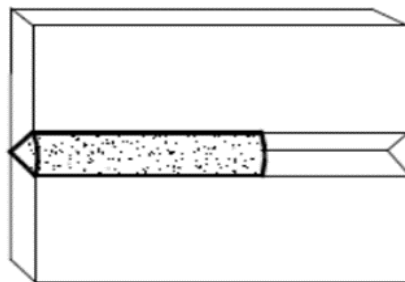


Figura N° 11: Soldadura horizontal. Rodríguez (2016).

#### Vertical:

- Los resultados que se obtienen son correctos, sin embargo, se utiliza mediante velocidades inferiores, así como las horizontales.

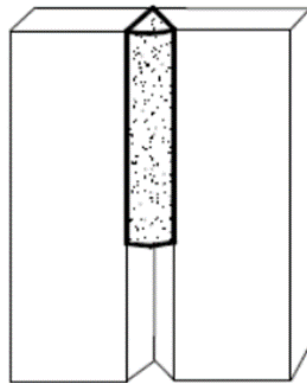


Figura N°12: Soldadura vertical. Fuente: Rodríguez (2016).

F- Tipo de juntas.

(Rodríguez Serquen, 2016) detalla las siguientes juntas:

De Filete:

- En este caso el esfuerzo se trasladan por corte al área crítica.

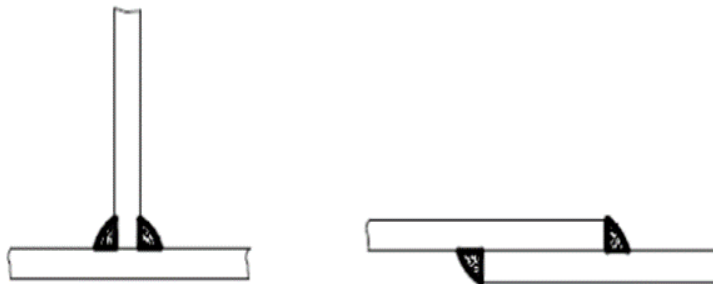


Figura N°13: Soldadura tipo Filete. Fuente: Rodríguez (2016).

Muesca o Tapón:

- Alcanza aprovechar con el fin de que el pandeo se evite por presión de las juntas solapadas o con el propósito de unir paneles superiores.

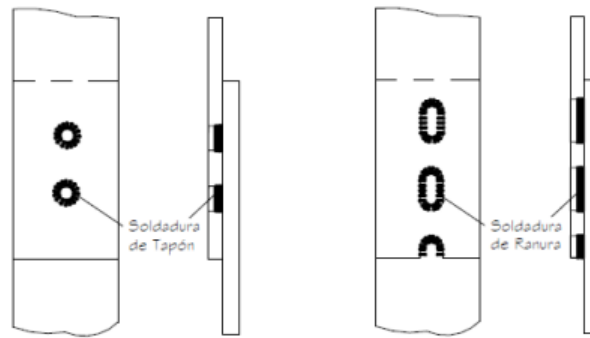


Figura N°14: Soldadura tipo tapón y muesca. Fuente: Rodríguez (2016).

### Tope o Ranura:

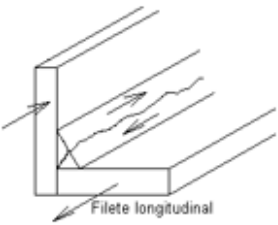
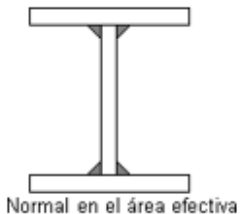


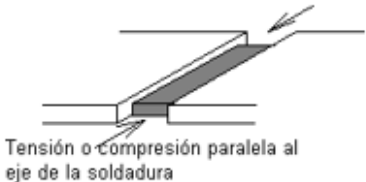

- En este caso la transferencia de fuerzas axiales. Normalmente se utilizan con el fin de conectar elementos dentro de la superficie utilizada, por ello en muchos casos se reconoce como soldadura de tope.



Figura N°15: Soldadura tipo ranura. Fuente: Rodríguez (2016).

### G- Resistencia a la Soldadura.

Rodríguez (2016), concluye Que la tensión en las soldaduras de filete se debe tener en cuenta la influencia de dicha carga fraccionada en medio de la sección operativa de la garganta de todo el material soldado, independientemente de la carga. Pese a todo los experimentos llegaron a comprobar que las cargas transversales son sumamente fuertes en las soldaduras tipo filete, esto sucede a través de dos motivos. Las soldaduras se cargan uniformemente a lo largo de su longitud, mientras que las soldaduras en ángulo se cargan de manera desigual debido a la variación de fuerzas a merced de toda su extensión. Por otro lado, los experimentos han demostrado que la deficiencia llega a producirse en distintos ángulos de  $45^\circ$ , aumentando así la sección de la garganta de las juntas soldadas. (pág. 84).

TIPO DE JUNTA	METAL	$F_R$	$F_{MB}$ o $F_s$	Nivel de resistencia requerido
<b>SOLDADURA TIPO FILETE</b>				
	Electrodo	0.75	$0.6 F_{EXX}$	El diseño del metal base queda regido de acuerdo al caso particular, que está sufriendo de acuerdo a las NTCn
	Metal base	0.90	$F_y$	
<b>Soldadura de penetración completa</b>				
	Metal base	0.90	$F_y$	Debe usarse soldadura compatible con el metal base (E60, E70)
	Metal base	0.90	$F_y$	Puede usarse soldadura de resistencia igual o menor que la soldadura compatible con el metal base
	Metal base	0.90	$F_y$	
	Metal base Electrodo	0.90 0.80	$0.60 F_u$ $0.60 F_{EXX}$	


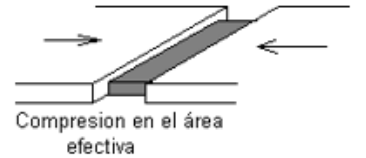
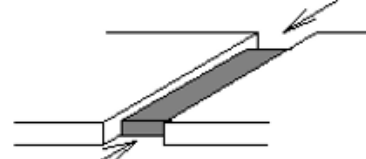


<b>Soldadura de penetración parcial</b>				
 <p>Tensión en el área efectiva</p>	Metal base Electrodo	0.90 0.80	$F_y$ $0.60 F_{Exx}$	Puede usarse soldadura de resistencia igual o menor a la del electrodo compatible al metal base
 <p>Compresion en el área efectiva</p>	Metal base	0.90	$F_y$	
 <p>Tensión o compresión paralela al eje de la soldadura</p>	Metal base	0.90	$F_y$	* De acuerdo a la conexión que soporte el material se diseñara de acuerdo a las NTC
 <p>Cortante paralelo al eje de la soldadura</p>	Metal base* Electrodo	0.75	$0.60 F_{Exx}$	
<b>Soldadura de penetración parcial</b>				
 <p>Cortante paralelo a las superficies de falla en área efectiva</p>	Metal base* Electrodo	0.75	$0.60 F_{Exx}$	

Tabla N°08: Resistencia de juntas. Fuente: Rodríguez (2016).

### 3.5.3.2.2. Conexiones Entornilladas y Empotradas.

Los pernos sumamente aprovechados cuentan con las siguientes características: A307 son de clase de pernos normales y los pernos A325 y A490 tienen una resistencia superior, cuya distinción se basa en la resistencia específica y la composición.

#### A- Perno ordinarios o comunes.

Rodrigue (2016), menciona que estos pernos están denominados por A.S.T.M. Los pernos A307 están hechos de acero que contienen un porcentaje de carbono con propiedades con el propósito de ser similares al acero A-36 en cuanto a deformaciones y esfuerzos. Los pernos A307 generalmente se prepara las cabezas cuadradas y tuerca con el propósito de mermar el precio. Sin embargo, a veces también se utilizan cabezas hexagonales porque son un poco más atractivas a la vista, puesto que es sumamente prácticos de maniobrar con una llave mecánica y precisan carencia de capacidad con el fin de girar. Precisamente son utilizados para modestas estructuras y componentes auxiliares con cargas estáticas (pág. 110).

#### B- Pernos de alta resistencia.

Rodriguez (2016), resalta que estos pernos están fabricados con acero al carbono y procesados calóricamente. La oposición es sumamente el doble de la tensión cuyo dé mismos tornillos normales. Hay un conjunto de grados básicos, como son el A – 325 y el más resistente A – 490.

En todas las estructuras se utilizan pernos de alta resistencia. Estos pernos están diseñados para superar las debilidades de los remaches. Se puede apretar con fuerzas de tracción sumamente altas, con el fin de que cada una permanezcan vinculada firmemente, y del mismo modo fijadas en medio de la tuerca del perno con su cabeza, cuya carga se transmite por fricción y en algunas oportunidades la falla puede ocurrir debido a una distorsión estructural (pág. 112).

En este caso los pernos se aprietan y se determinan según la clase de conexiones producidos según las adaptaciones:

##### Clase de Contacto:

- Los pernos no tienen que inquietarse por el desprendimiento que irrumpen las piezas de unión y a su vez se aprietan fácilmente.

### Clase de Fricción:

- Al momento de apretar los pernos las piezas se conectan firmemente y crea una repercusión antideslizante en medio de las áreas de conexión. A esta fuerza solo se opone la fricción.

En este caso los pernos ofrecen diferentes grados de falla según la tensión a que están sometidos y la clase de material utilizado. Asimismo, están en función de dichos componentes y las fuerzas creadas por ellos y a su vez ocurren las siguientes fallas:

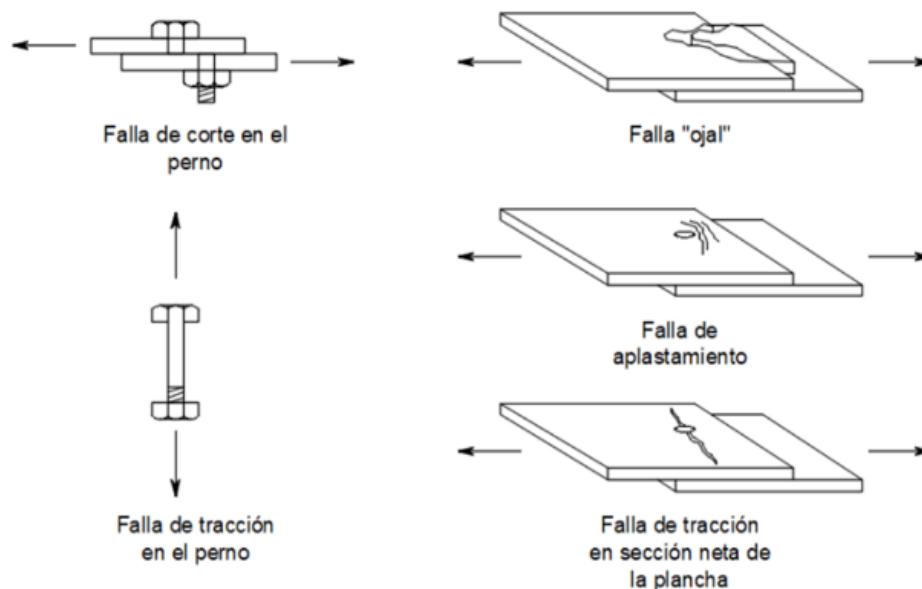


Figura N°16: Fallas en conexiones empernadas. Fuente: Rodríguez (2016).

### C- Beneficios de Pernos de superior Resistencia.

Rodríguez (2016), expresa que, En medio de los numerosos aspectos positivos los pernos de considerable resistencia, justifica su triunfo en donde incluyen:

- Se requiere menos trabajadores para la actividad de empernar que para remachar. Dos compañeros de desatornilladores agilizan el montaje de la estructura porque alcanzan apretar con rapidez el extra de pernos, que un típico equipo apretaría un remache.
- Personales con menos experiencia y capacitación que la que son requeridos durante las uniones de soldadura. Asimismo, pueden crear

buenos acoplamientos empernados y no hacen falta pernos para la instalación que deben retirar más adelante.

- Es este caso no es necesario utilizar maquinarias caras en las conexiones.

Los pernos deben cumplir con una normatividad que se nombran a continuación ASTM-490 Y ASTM-325. En su totalidad los pernos mencionados tienen que tensarse al menos según la tabla a continuación.

Perno	A-325	A-490
½	5.4	6.8
5/8	8.6	10.9
¾	12.7	15.9
7/8	17.7	22.2
1	23.1	29.0
1 1/8	25.4	36.3
1 ¼	32.2	46.3
1 3/8	38.6	54.9

Tabla N°09: Toneladas métrica. Fuente: Rodríguez (2016).

### 3.6. PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO.

#### 3.6.1. Programación.

La programación que se ejecutó en la construcción de las Estaciones de Emergencia Palmera PEX. Se dividió en dos etapas y se realizaron simultáneamente, la cimentación se realizó en obra. Asimismo, la estructura metálica en los talleres de Solpesa Ingeniería y Construcción, este tipo de programación permitió que el montaje puede iniciarse inmediatamente después de terminar la cimentación de concreto armado.

De esta manera se controló el tiempo de las actividades y esto permitió el desarrollo con éxito los objetivos trazados en la construcción como se muestra en el siguiente cronograma.

CRONOGRAMA		MARZO																								
		SEMANA 1					SEMANA 2					SEMANA 3					SEMANA 4									
		lun.	mar.	mié.	jue.	vie.	sáb.	lun.	mar.	mié.	jue.	vie.	sáb.	lun.	mar.	mié.	jue.	vie.	sáb.	lun.	mar.	mié.	jue.	vie.		
06	07	08	09	10	11	13	14	15	16	17	18	20	21	22	23	24	25	27	28	29	30	31				
1	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>																									
1.01	Movilización, desmovilización de equipos y herramientas							X	X																	
1.02	Limpieza general																									X
2	<b>TRABAJO EN TALLER</b>																									
2.01	<b>Proceso de fabricación</b>																									
2.01.01	Recepción de materiales	X																								
2.01.02	habilitación de los tubos cuadrados y redondos	X	X	X	X																					
2.01.03	Armado de las piezas		X	X	X	X																				
2.01.04	Proceso de soldadura			X	X	X	X																			
2.01.05	Preparación superficial de las estructuras				X	X	X	X																		
2.01.06	Proceso de pintado de las estructuras				X	X	X	X	X																	
3	<b>TRABAJO EN OBRA</b>																									
3.01	<b>Obras Civiles</b>																									
3.01.01	Recepción de las estructuras											X														
3.01.02	Perfil y replanteo de zapatas Z-01 Z-02																									
3.01.03	Eliminación de material excedente (Acarreo con equipo)																									
3.01.04	Colocación de afirmado E = 0.30																									
3.01.05	Armado de andamios																									
3.01.06	Vaciado de solado E=0.10 m concreto simple																									
3.01.07	Colocación de aceros de refuerzo de zapata y pedestal Z-01, Z-02																									
3.01.08	Encofrado de Zapata y pedestal Z-1 Y Z-2																									
3.01.09	Vaciado de concreto zapata F'c = 280 kg/cm2 y pedestal																									
3.01.10	Desencofrado de zapata y pedestal																									
3.01.11	Compactación con material prestamo (meterial de selección)																									
3.01.12	Instalación de anclaje y platina																									
3.02	<b>MONTAJE DE ESTRUCTURAS</b>																									
3.02.01	<b>Montaje de CM-1, T-1 y Apoyos</b>																									
3.02.01.01	Instalación y montaje de columna CM-1 tubo en pedestal de Z-02																									
3.02.01.02	Instalación de tijera T-01 correspondiente a columna CM-1																									
3.02.01.03	Instalación de los tubos de apoyo Tubo 4"x4"x2mm																									
3.02.01.04	instalación de Cartelas																									
3.02.02	<b>Montaje de Tijera T-2 y Apoyos</b>																									
3.02.02.01	Instalación de tijera T-02 correspondiente a columna CM-2																									
3.02.02.02	instalación de Cartelas																									
3.02.02.03	Instalación de los tubos de apoyo Tubo CUA. 4"x4"x2mm																									
3.02.02.04	Instalación de los apoyos tubo RECT. 50x150x3mm																									
3.02.03	<b>Montaje de Tijera T-3 y Apoyos</b>																									
3.02.03.01	Instalación de tijera T-03 correspondiente a columna CM-3																									
3.02.03.02	Instalación de los apoyos tubo CUA. 50x50x3mm																									
3.02.03.03	Instalación de los tubos de apoyo Tubo CUA. 4"x4"x2mm																									
3.02.04	<b>Montaje de Apoyos de Columna CM-4</b>																									
3.02.04.01	Instalación de los tubos de apoyo Tubo CUA. 4"x4"x2mm																									
3.02.05	<b>Montaje de Vigas VM- 1 Y VM2</b>																									
3.02.05.01	montaje de vigas entre CM-4 Y CM-3																									
3.02.05.02	montaje de vigas entre CM-3 Y CM-2																									
3.02.05.03	montaje de vigas entre CM-2 Y CM-1																									
3.02.06	<b>Montaje de Arriostres</b>																									
3.02.06.01	montaje de Arriostre en tijera T-1 Y CM-2																									
3.02.06.02	montaje de Arriostre en tijera T-2 Y CM3																									
3.02.07	<b>ACABADOS</b>																									
3.02.07.01	Reparación de elementos estructurales																									
3.02.07.02	Repintado de elementos con pintura epóxica																									
3.02.07.03	Pintado de pintura de acabado																									
3.02.07.04	Instalación de placa de aluminio compuesto (Alucubond)																									
3.02.07.05	instalación de Letra acrílica																									
3.02.07.06	Instalación eléctrica																									
3.02.07.07	Instalación Cobertura de membrana textil 650 GR DG.112 categoría B2 - color azul																									

### 3.6.2. Presupuesto.

El presupuesto del proyecto de construcción de las Estaciones de Emergencia – Puntos Tácticos es el N°02810. Asignado por Solpesa Ingeniería y Construcción S.A.C. En vista de ello el costo total del proyecto es S/418,209.14 soles. Cabe mencionar que se ejecutó en 2 etapas:

#### Primera Etapa – Palmeras PEX.


La primera etapa se desarrolló en Palmera PEX Distrito de la Molina, que abarco un presupuesto de S/122,132.54 soles. Dentro de este presupuesto se encuentra los siguientes ítems:

- Material estructural.
- Obras provisionales.
- Recubrimiento y resinas.
- Arenado.
- Montaje.
- Tensionada (cobertura textil).

#### Segunda Etapa – Caquetá Norte.

La segunda etapa se desarrolló en Caquetá, Distrito de la San Martin de Porres, cual abarco un presupuesto de S/122,132.54 soles. Dentro de este presupuesto se encuentra los siguientes ítems:

- Materia estructural.
- Obras provisionales.
- Recubrimiento y resinas.
- Arenado.
- Montaje.
- Tensionada (cobertura textil).

						PRESUPUESTO N°	
						N°02810	
						FECHA	
						3/01/2022	
CLIENTE						DATOS EMPRESA	
RUC : 20523621212			CONTACTO:			RUC: 20602428517	
RAZON SOCIAL : LIMA EXPRESA S.A.C.			JIMMY OKAMURA			RAZON SOCIAL : SOLPESA INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC	
DIRECCION : Av. el Derby Nro. 250						DIRECCION : AV. NICOLAS ARRIOLA 3167 - SAN LUIS	
CORREO:						TELEFONO : 01 7192980	
COTIZACION						DATOS ASESOR COMERCIAL	
DESCRIPCION: CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONES DE EMERGENCIA - PUNTOS TÁCTICOS						NOMBRE : Arq. Karina Bustamante	
						TELEFONO : 922524386	
						CORREO : <a href="mailto:proyectos3@solpesa.com.pe">proyectos3@solpesa.com.pe</a>	
N°	DESCRIPCION	UND	METRADO	UNITARIO	PARCIAL	COSTOS	
						SUBTOTAL	TOTAL
1.00	OBRAS PROVISIONALES					S/ 39,266.54	
1.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	GLB	1.00	19,988.63	S/ 19,988.63		
1.02	SEÑALIZACION	GLB	1.00	9,879.65	S/ 9,879.65		
1.03	LIMPIEZA GENERAL	GLB	1.00	9,398.26	S/ 9,398.26		
2.00	SUMINISTRO E INSTALACION DE PUNTO TÁCTICO						
2.01	PUNTO TÁCTICO PALMERAS					S/ 122,132.54	
	ESTRUCTURA METÁLICA:					S/ 100,838.03	
	*MATERIALES ESTRUCTURALES:						
	Tubos Cuad Estructurales A-36 - 200 x 200	UND	4.00	S/ 1,979.65	S/ 7,918.60		
	Tubos Cuad Estructurales A-36 - 100 x100	UND	12.00	S/ 2,256.32	S/ 27,075.84		
	Tubo Rect Estructural A-36 200x100	UND	4.00	S/ 1,986.56	S/ 7,946.24		
	plancha lac - 5/8" 1.20m x 2.40m	UND	1.00	S/ 3,125.54	S/ 3,125.54		
	plancha lac 3/8" 1.20m x 2.40m	UND	1.00	S/ 3,156.36	S/ 3,156.36		
	Barra redondo liso 1/2"	UND	15.00	S/ 99.65	S/ 1,494.75		
	*ANCLAJES:						
	Barra roscada SAE - 1045 3/4"	ML	13.00	S/ 698.25	S/ 9,077.25		
	Barra roscada SAE - 1045 3/4	UND	12.00	S/ 17.65	S/ 211.80		
	Arandelas planas 3/4	UND	12.00	S/ 15.65	S/ 187.80		
	Tuercas hexagonales 3/4" estructurales	UND	12.00	S/ 17.98	S/ 215.76		
	* RECUBRIMIENTOS Y RESINAS:						
	Base epóxica alto sólidos	KIT	3.50	S/ 889.65	S/ 3,113.78		
	Acabado epóxico poliuretano	KIT	3.00	S/ 889.65	S/ 2,668.95		
	Diluyente monoestileno	GLN	5.00	S/ 182.65	S/ 913.25		
	* ARENADO:						
	Servicio de arenado	GLB	1.00	4196.58	S/ 4,196.58		
	* MONTAJE:						
	Soldadura	KG	4.00	S/ 188.98	S/ 755.92		
	Amdamios normados	GLB	1.00	S/ 5,589.69	S/ 5,589.69		
	Equipos y materiales	GLB	1.00	S/ 6,589.69	S/ 6,589.69		
	TENSIONADA						
	*COBERTURA TEXTIL						
	Membrana 650 GMC 1000 BIO FR	M2	100.00	S/ 150.00	S/ 15,000.00		
	2 Barra redondo galvanizado liso 3/8"	UND	15.00	S/ 78.65	S/ 1,179.75		
	Drizas nylon 1/8"	KG	8.00	S/ 52.56	S/ 420.48		
	*LETRERO ALUCUBONG					S/ 11,349.24	
	ALUCUBONG	M2	11.50	S/ 986.89	S/ 11,349.24		
	Logo lima expresa						
	*ENERGIA					S/ 9,945.28	
	*Suministro e instalacion de luminarias led.	UND	4.00	S/ 2,486.32	S/ 9,945.28		S/ 283,531.62
2.02	PUNTO TÁCTICO CAQUETÁ					S/ 122,132.54	
	ESTRUCTURA METÁLICA:					S/ 100,838.03	
	*MATERIALES ESTRUCTURALES:						
	Tubos Cuad Estructurales A-36 - 200 x 200	UND	4.00	S/ 1,979.65	S/ 7,918.60		
	Tubos Cuad Estructurales A-36 - 100 x100	UND	12.00	S/ 2,256.32	S/ 27,075.84		
	Tubo Rect Estructural A-36 200x100	UND	4.00	S/ 1,986.56	S/ 7,946.24		
	plancha lac - 5/8" 1.20m x 2.40m	UND	1.00	S/ 3,125.54	S/ 3,125.54		
	plancha lac 3/8" 1.20m x 2.40m	UND	1.00	S/ 3,156.36	S/ 3,156.36		
	Barra redondo liso 1/2"	UND	15.00	S/ 99.65	S/ 1,494.75		
	*ANCLAJES:						
	Barra roscada SAE - 1045 3/4"	ML	13.00	S/ 698.25	S/ 9,077.25		
	Barra roscada SAE - 1045 3/4	UND	12.00	S/ 17.65	S/ 211.80		
	Arandelas planas 3/4	UND	12.00	S/ 15.65	S/ 187.80		
	Tuercas hexagonales 3/4" estructurales	UND	12.00	S/ 17.98	S/ 215.76		
	* RECUBRIMIENTOS Y RESINAS:						
	Base epóxica alto sólidos	KIT	3.50	S/ 889.65	S/ 3,113.78		
	Acabado epóxico poliuretano	KIT	3.00	S/ 889.65	S/ 2,668.95		
	Diluyente monoestileno	GLN	5.00	S/ 182.65	S/ 913.25		
	* ARENADO:						
	Servicio de arenado	GLB	1.00	4196.58	S/ 4,196.58		
	* MONTAJE:						
	Soldadura	KG	4.00	S/ 188.98	S/ 755.92		
	Amdamios normados	GLB	1.00	S/ 5,589.69	S/ 5,589.69		
	Equipos y materiales	GLB	1.00	S/ 6,589.69	S/ 6,589.69		
	TENSIONADA						
	*COBERTURA TEXTIL						
	Membrana 650 GMC 1000 BIO FR	M2	100.00	S/ 150.00	S/ 15,000.00		
	2 Barra redondo galvanizado liso 3/8"	UND	15.00	S/ 78.65	S/ 1,179.75		
	Drizas nylon 1/8"	KG	8.00	S/ 52.56	S/ 420.48		
	*LETRERO ALUCUBONG					S/ 11,349.24	
	LETRERO ALUCUBONG	M2	11.50	S/ 986.89	S/ 11,349.24		
	Logo lima expresa						
	*ENERGIA					S/ 9,945.28	
	*Suministro e instalacion de luminarias led.	UND	4.00	S/ 2,486.32	S/ 9,945.28		
						COSTO DIRECTO:	S/ 283,531.62
						GASTOS GENERALES	20.00%
						UTILIDAD	5.00%
						SUB TOTAL (S/):	S/ 354,414.53
						IGV	18%
						TOTAL (S/):	S/ 63,794.61
							S/ 418,209.14

### 3.7. DESCRIPCIÓN DE ETAPAS DEL PROYECTO.

La construcción se ejecutó en Lima, particularmente en el Distrito de La Molina, empleando el área estratégica del distrito, donde se proyectó y se construyó las Estaciones de Emergencia con fines de estacionamientos de grúas y vehículos de auxilio vial, para brindar ayuda rápidamente a cualquier accidente que sucede en la vía de evitamiento.

El modelado consta con 4 columnas la cual la sección de la columna principal es un tubo redondo SCH40 Ø 10" que tendrá 8.50 m de altura y las restantes son de tubo cuadrado 6"x6" y tendrán las siguientes alturas de 6.50 m, 5.00 m y 4.00 m.



Figura N°17: Diseño Render de Estaciones de Emergencia. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

La estructura está conformada con tubos metálicos y se seleccionó teniendo en cuenta el tipo de edificación y las cargas a aplicar, para que dicha estructura llegue ajustarse a las exigencias expuestas en los anexos.

Las características de los materiales utilizados tienen propiedades estructurales para resistir los requisitos establecidos y luego de una preselección se diseñaron y se verificó que cumplan con lo establecido en la norma.

#### 3.7.1. Estudio de Suelos y Consideraciones Sísmicas.

##### 3.7.1.1. Objetivo del Estudio.

El actual análisis se realizó con el fin de examinar los componentes físico-mecánicas del terreno de estudio, correspondiente a la proyección de la estructura. No obstante, se ha realizado actividades de investigación y ensayos de laboratorio necesarios a fin

de identificar el perfil estratigráfico del terreno de análisis y también definir los criterios de resistencia y de esta forma permitir evaluar las características del terreno donde se construyó. Asimismo, se tuvo en cuenta la cimentación a diseñarse, los asentamientos producidos y el planteamiento de las sugerencias indispensables durante la operación apropiada a lo largo de su vida útil.

### 3.7.1.2. Ubicación del Estudio.

La obra está se encuentra geográficamente: Vía Evitamiento con paradero en palmeras Pex sentido Norte del distrito de La Molina – Departamento de Lima.



Figura N°18: Ubicación de las calicatas. Fuente: Google Maps.

### 3.7.1.3. Registro de Excavaciones.

Los documentos se elaboraron según las normas ASTM D-2488. Las muestras resultantes se llegaron a clasificar para su identificación y empacadas en bolsas de polietileno con el fin de llevar al laboratorio.

CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS	NIVEL FREATICO
C-1	0.00 - 3.00	1	N.P.
C-2	0.00 - 3.00	1	N.P.
C-3	0.00 - 3.02	1	N.P.

Tabla N°10: Resumen de Excavaciones. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

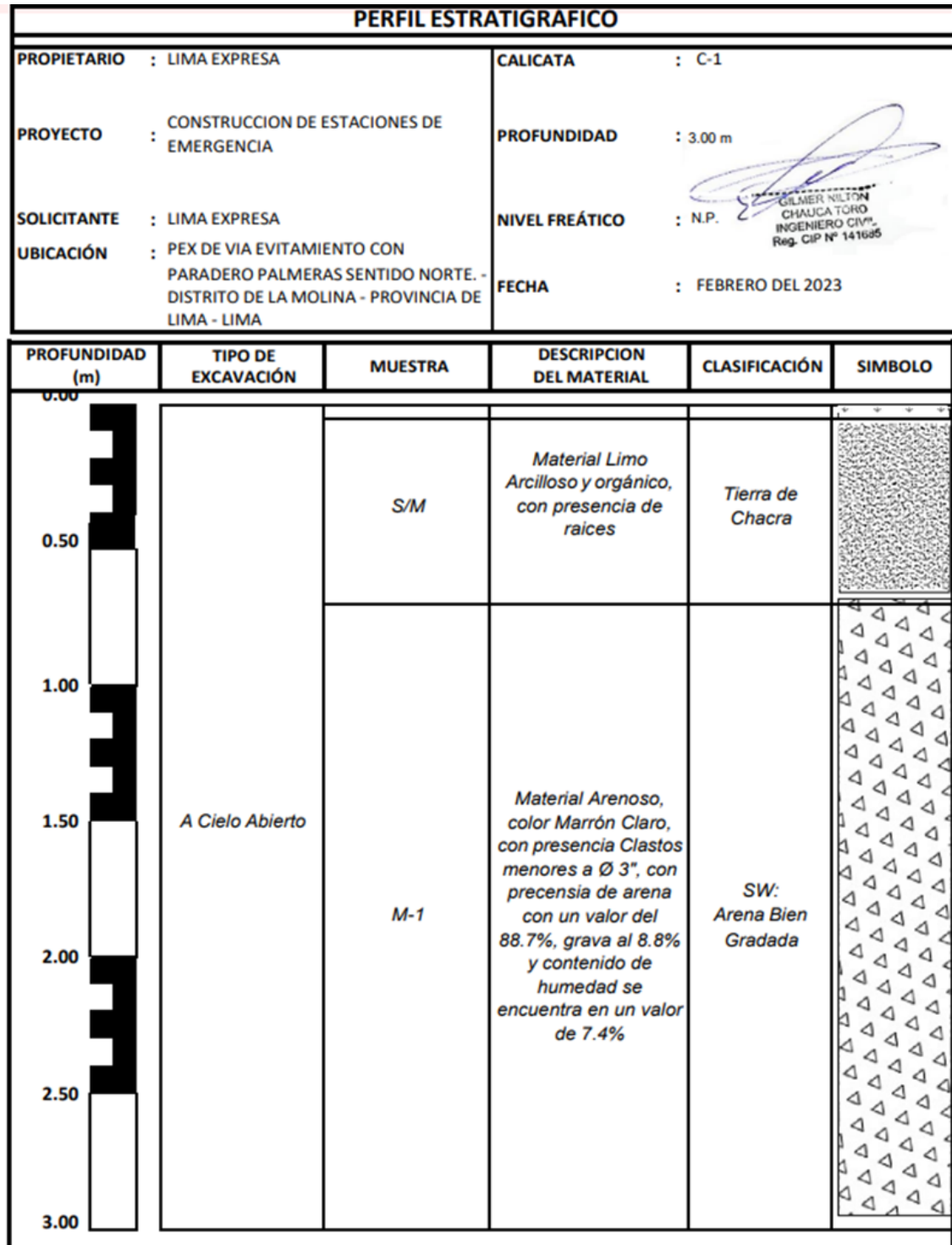


Figura N°19: Perfil Estratigráfico de C-1. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

#### **3.7.1.4. Resumen y Condiciones de Cimentación.**

El estudio se realizó con el propósito de cimentación y adicionalmente el análisis del suelo llegó a identificar los criterios sísmicos a fin de formular el modelo de la estructura metálica descrita en los anexos de este documento.

Teniendo como resultado los siguientes datos:

- a) Estrato de apoyo de cimentación: SW.
- b) La profundidad mínima de cimentación para zapatas cuadradas o rectangulares será de: 1.50 m.
- c) Factor de seguridad de corte = 3.00.
- d) Asentamientos máximo-permisibles menores a 1 pulg.
  - Para zapata cuadrada = 3.04 cm.
  - Para zapata rectangular = 2.80 cm.
- e) Agresividad del suelo: suelo no agresivo.
- f) Elaboración del concreto con cemento tipo 1.
- g) No se detectó napa freática hasta la profundidad proyectada en las calicatas.
- h) La anchura mínima propuesta con el fin de armar las zapatas es:
  - Zapata cuadrada:  $B = 3.00$  m.
  - Zapata rectangular:  $B = 2.30$  m.
- i) Tipo de cimentación: zapatas conectadas, combinadas o platea de cimentación según cálculo estructural.

Ante el contexto presente del área, y con respecto a las sugerencias descritas anteriormente, se determinó una capacidad de carga permitida por corte de:

- Para zapatas cuadradas  $1.40 \text{ kg/cm}^2$
- Para zapatas rectangulares  $1.20 \text{ kg/cm}^2$

j) Los factores sísmicos para el terreno mencionado son los siguientes:

- Zona sísmica: 4.
- Perfil del suelo: S1.
- Factor de zona :0.45
- Factor de ampliación del suelo:  $s = 1$ .
- Periodo predominante:  $T_p = 0.60s$  y  $T_L = 2.00S$ .
- Factor de Uso:  $U = 1$ .

De igual forma, cada elemento se determinó en función del reglamento E030 y el lugar de la obra, además de las pruebas de suelo realizadas previamente.

Todos estos análisis fueron útiles con el fin de obtener una comprobación estática y dinámica del proyecto. Por otro lado, los sistemas estructurales se categorizaron en labor de las características de los materiales utilizados y de la clase de estructura.

### 3.7.2. Diseño Arquitectónico.

La construcción de las estaciones de emergencias posee 128 m<sup>2</sup> construidos totales. Cuenta con 1 nivel en la planta baja por el cual se realizan los accesos vehiculares y peatonales. Posee una tensa estructura de acero y como recubrimiento total lona de alta tenacidad.



Figura N°20: Render vista frontal. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

### 3.7.2.1. Distribución de Usos y Espacios.

#### A- Acceso de Vehículos.

El proyecto concibe la armonización del tráfico de la zona con el necesario flujo de ingresos y salidas de los vehículos, con la intención de que la molestia causada por aquellos que demoran la marcha para acceder sea mínima ya que lo hacen desde un carril compartido al de ingreso de PEX Las Palmeras.

Este desvío y entrada, considera que la vía alterna que se presenta como acceso a Palmera PEX debe mantenerse despejada, motivo por el cual los vehículos estacionados no interrumpirán el tránsito vehicular.

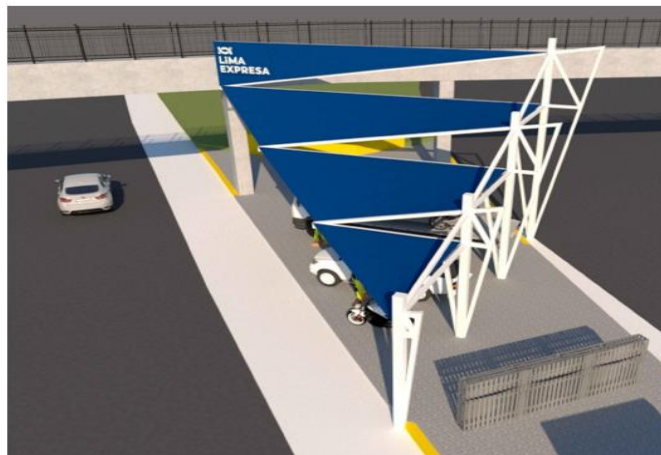


Figura N°21: Render vista aérea. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

#### B- Acceso de Peatones.

El acceso principal es doble desde la vereda peatonal que se encuentra entre el lote intervenido y del I.E.P. Santa María Eufrasia.

- NPT +/- 0.00
- (NPT = NIVEL DE PISO TERMINADO).

En este nivel se encuentra una planta libre de estacionamiento de vehículos de rescate. Entre los vehículos, encontramos una motocicleta, un vehículo de inspección, una grúa ligera y una grúa pesada.

### C- Volumetría / Fachada / Envolvente.

El volumen sólido de las estaciones de emergencia está acompañado de un techo de lona de alta tenacidad. El diseño volumétrico plantea techos en desniveles de manera escalonada ascendente con el fin de crear un impacto visual que tenga como remate el logo de “LIMA EXPRESA”. El tratamiento de los distintos niveles propone utilizar el color corporativo para convertir el punto táctico en un hito en la vía. Además, brindará protección respecto al sol y la lluvia, proponiendo una imagen bella y eficiente, con un objetivo claro de conseguir el máximo confort lumínico, sonoro y visual hacia la vía con el fin de permanecer siempre alertas ante cualquier siniestro.

### 3.7.3. Diseño Estructural.

#### 3.7.3.1. Memoria de Calculo.

Posteriormente se expone el modelo matemático tridimensional formulado por el ingeniero David Huaras Lima, para calcular el cómputo de esfuerzos y ratios de diseño utilizando el software SAP2000, mostrados en los anexos del informe.

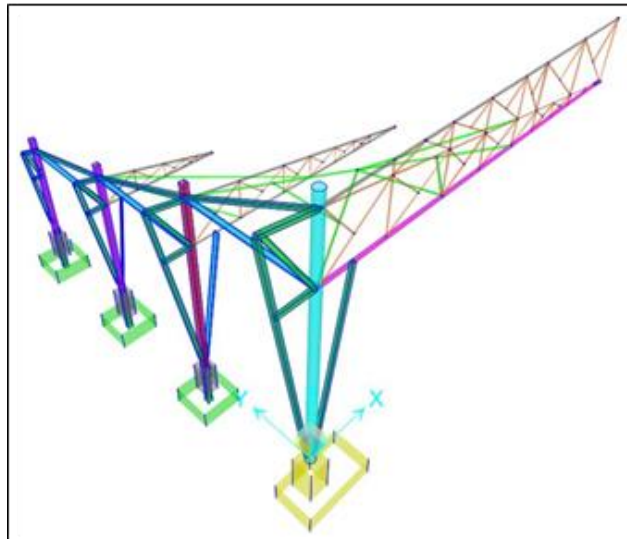


Figura N°22: Vista Isométrica. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

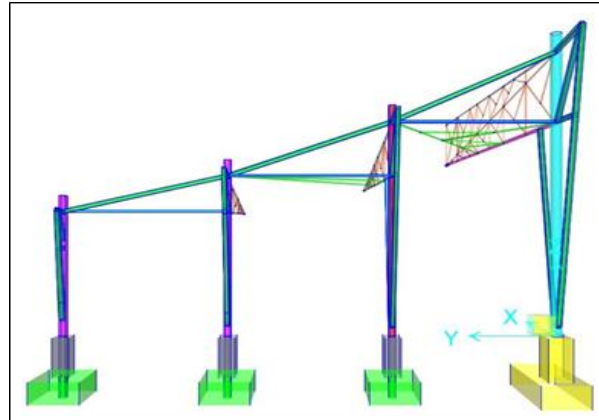


Figura N°23: Vista en dirección Y. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

#### A- Características de los Materiales.

Los elementos usados en campo se encontraron en buen estado, esto debido que se gestionó un buen plan de calidad, al igual que el acero de refuerzo, no obstante, se asumirán cuantías mínimas establecidas por las normas Locales.

El concreto se asume con una resistencia menor a la mínima requerida para una estructura nueva, puesto que debido a un número no conocido de eventos sísmicos y cargas variables a la que está siendo expuesta la estructura, la capacidad elástica del concreto ha sido mermada (ver memoria de cálculo en anexos), por lo que en general se tiene las siguientes consideraciones:

- Concreto:  $F'c = 28 \text{ MPa}$  (CIMENTACION Y PEDESTAL).
  - Peso específico:  $23.24 \text{ kN/m}^3$
  - Módulo de elasticidad:  $19,459.40 \text{ MPa}$ .
  - Resistencia característica a la compresión:  $28.00 \text{ MPa}$ .
- Acero de refuerzo:  $F_y = 420 \text{ MPa}$  (REFUERZO).
  - Peso específico:  $76.98 \text{ kN/m}^3$
  - Módulo de elasticidad:  $196,200.00 \text{ MPa}$ .
  - Límite de fluencia del acero:  $420.00 \text{ MPa}$ .
- Acero Estructural: A53GrB (ACERO ESTRUCTURAL).

- Peso específico: 76.98 kN/m<sup>3</sup>.
- Módulo de elasticidad: 196,200.00 MPa.
- Límite de fluencia del acero: 240.00 MPa.
- Acero Estructural: A36 (CARTELA Y PLATINA).
  - Peso específico: 76.98 kN/m<sup>3</sup>
  - Módulo de elasticidad: 196,200.00 MPa.
  - Límite de fluencia del acero: 250.00 MPa.
- Electrodo E - 6011.
  - Resistencia a la Tracción: 430.00 MPa.
  - Límite de Fluencia: 330.00 MPa.
- Perno Anclaje 55.
  - Resistencia: 330.00 MPa.

#### B- Estructura por Elevación.

- Posteriormente, se expone la configuración estructural del esquema matemático de la estructura obtenido del software SAP2000.

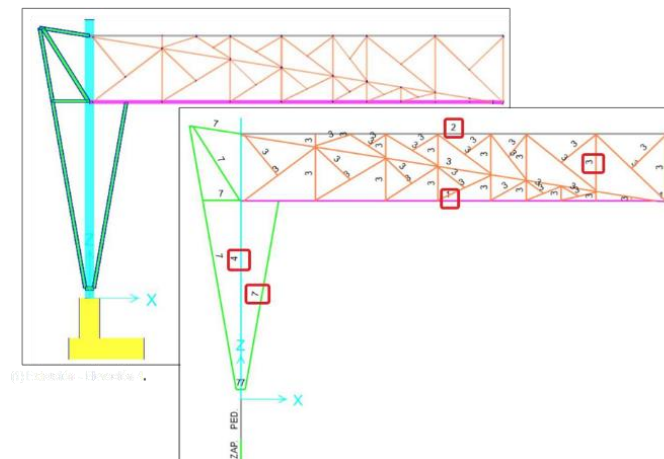


Figura N°24: Extrusión – elevación 1. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

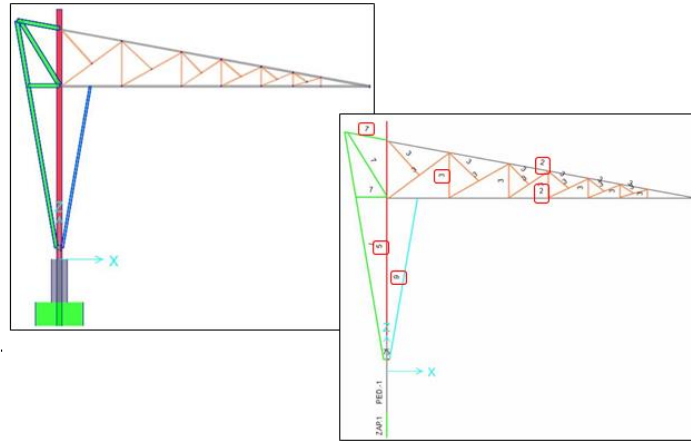


Figura N°25: Extrusión – elevación 2. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

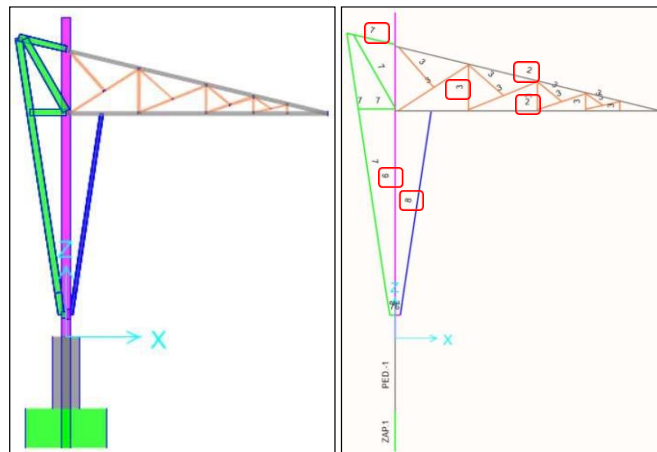


Figura N°26: Extrusión – elevación 3. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

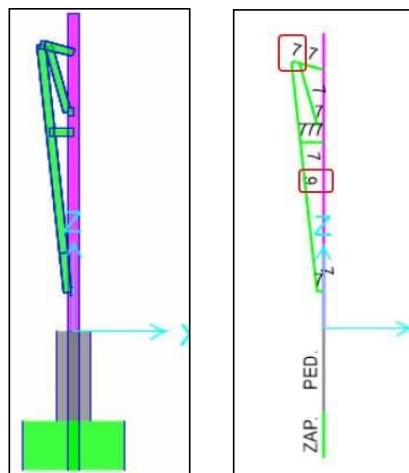


Figura N°27: Extrusión – elevación 4. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

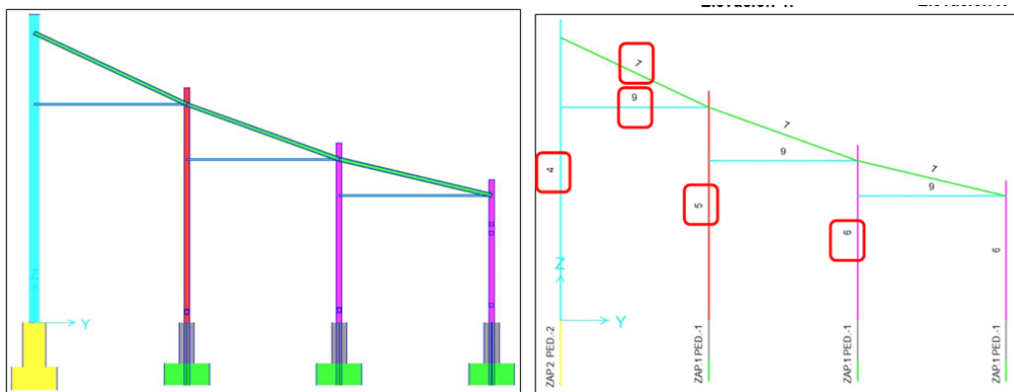


Figura N°28: Extrusión – elevación 5. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

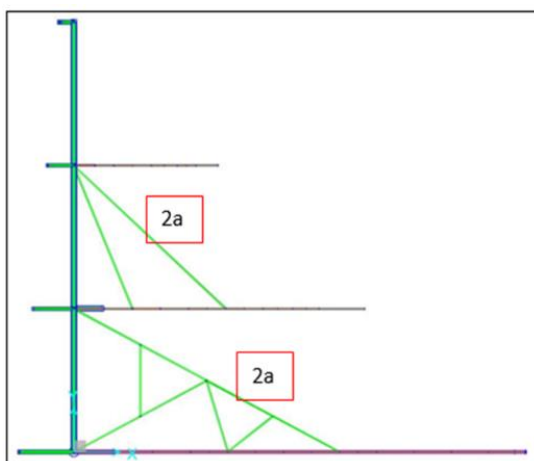


Figura N°29: Extrusión – planta. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

T. NSCH40 A53 - A106 - API		
1	4"	- D4"X6.01mm
2	2"	- D2"X2.91mm
2a	2"	- D2"X3.00mm
3	1.1/2"	- D1-1/2"X3.68mm
4	10"	- D10"X9.27mm

T. CUAD LAC		
5	150X10.0X6.0l	- C150mmX10mm
6	150X4.0X6.0l	- C150mmX4mm
7	100X2.0X6.0l	- C100mmX2mm
8	50X2.0X6.0l	- C50mmX2mm

T.RECT LAC		
9	50X150.0X3.0X6.0l	- R50mmX150mmX3mm

Tabla N°11: Dimensiones de secciones. Fuente: Solpesa SAC. (2023).



### C- Carga Viva.

La sobrecarga de diseño corresponde a vivienda, la norma E.020 aconseja valores inferiores de la sobrecarga en cuanto a techos cual inclinación sea menor a los 3°.

Descripción	Cantidad	Unidad
Operación e Instalación.	0.02	kN/m

Tabla N°14: Definición de carga viva. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

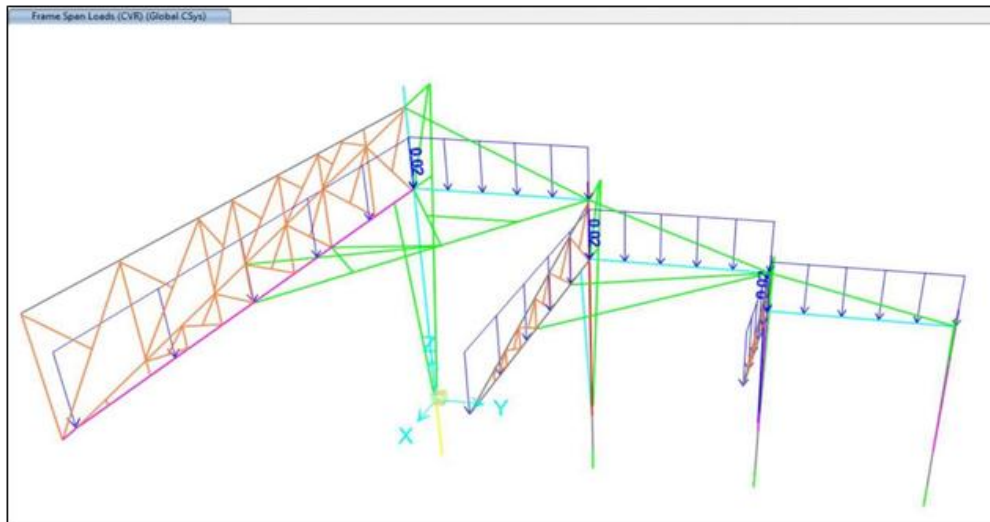


Figura N°31: Definición de carga viva. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

### D- Cargas de Sismo.

### E- Carga de viento.

#### 3.7.3.1.2. Condiciones de Soporte.

La condición geotécnica señala una condición local S1, por ello deducimos como un suelo rígido en el que la totalidad de los elementos están limitados (empotrado):

#### a- Zapatas aisladas.

- Las zapatas aisladas se modelaron restringiendo todos los grados de libertad.

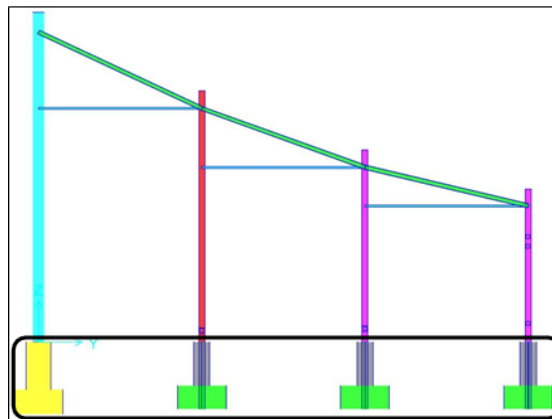


Figura N°32: Elevación principal con restricciones de empotramiento. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

b- Definición de la sección de las Zapatas.

A continuación, se muestra las secciones de las zapatas desarrolladas en el software SAP2000 (ver memoria de cálculo en anexos).

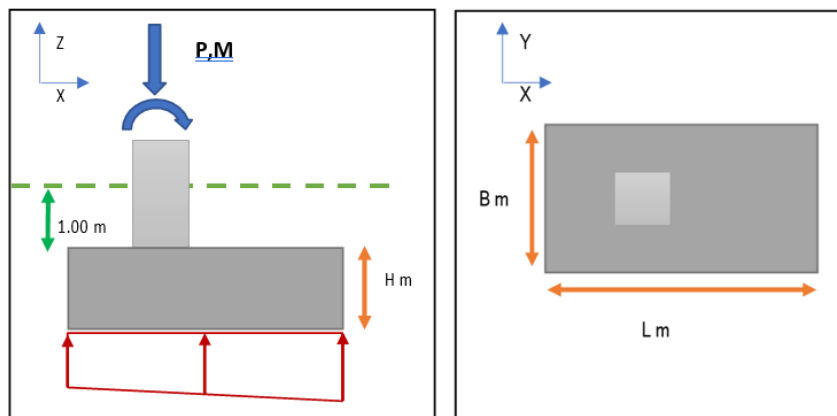


Figura N°33: Sección de la Zapata. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

	H (m)	B (m)	L (m)
Z-1	0.5 m	1.2 m	1.2 m
Z-2	0.5 m	1.4 m	2.4 m

Tabla N°15: Dimensiones de la zapata. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

### 3.7.3.1.3. Conexión.

#### A- Definición de las Secciones del Pórtico 3.

En este punto se describe detalles de las conexiones diseñadas en SAP 2000.

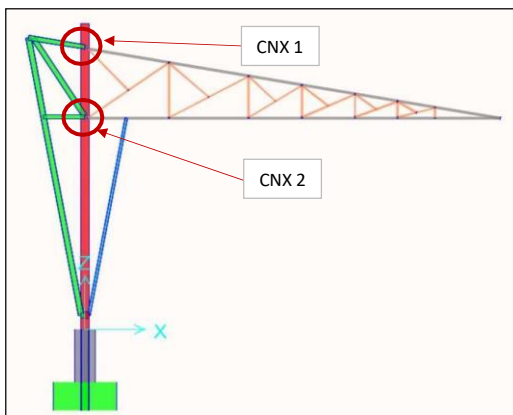


Figura N°34: Conexiones del pórtico 3. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

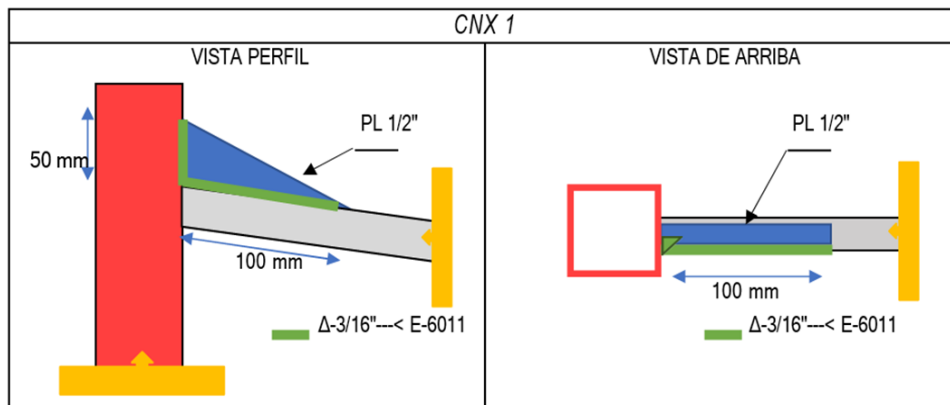


Figura N°35: Conexiones CNX-1. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

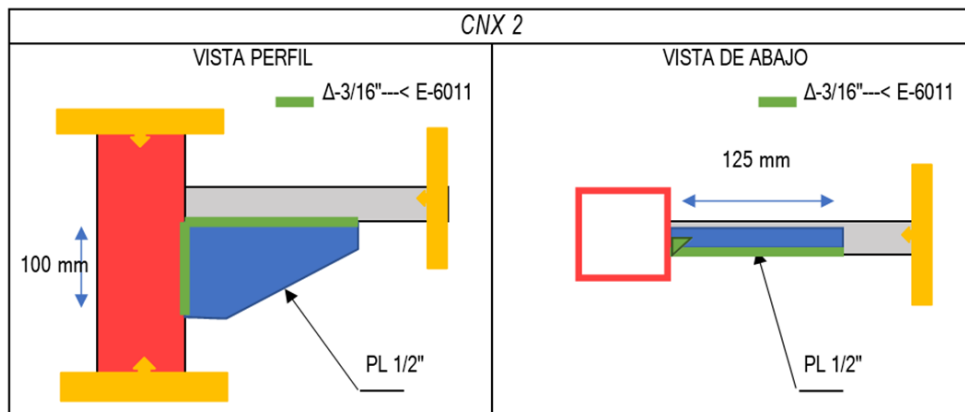


Figura N°36: Conexiones CNX-2. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

B- Definición de las Secciones del Pórtico 4.

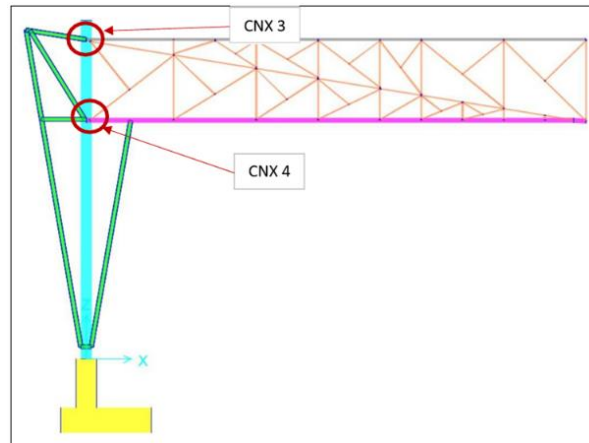


Figura N°37: Conexiones del pórtico 4. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

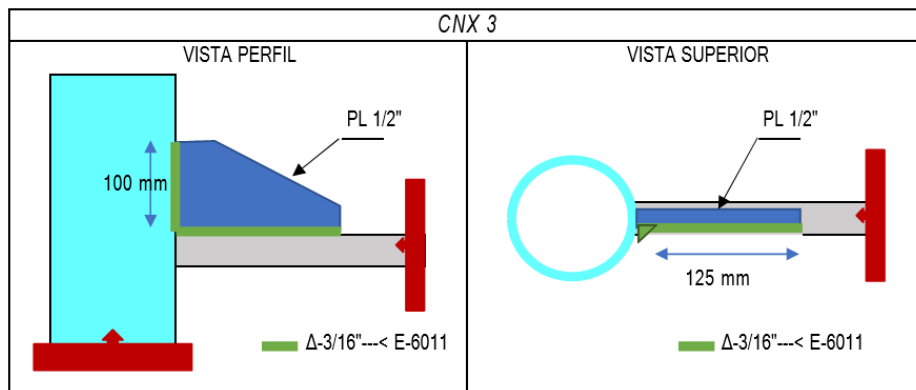


Figura N°38: Conexiones CNX-3. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

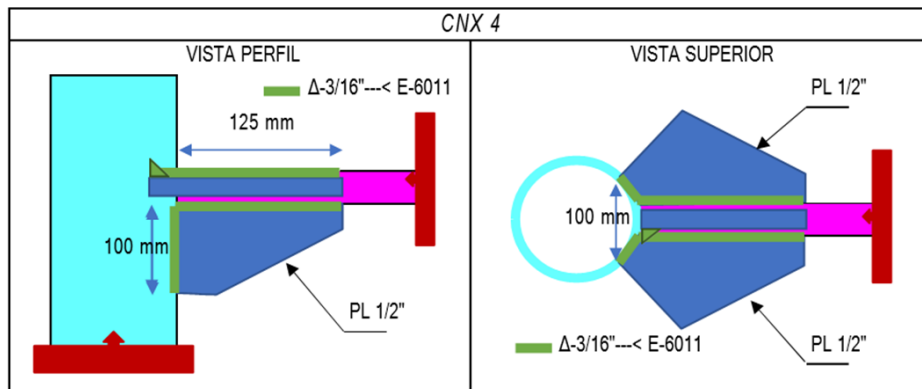


Figura N°39: Conexiones CNX-4. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

C- Fuerza resistente.

- La soldadura y las cartelas se diseñaron debidamente para las cargas que se presentan (ver memoria de cálculo en anexos).

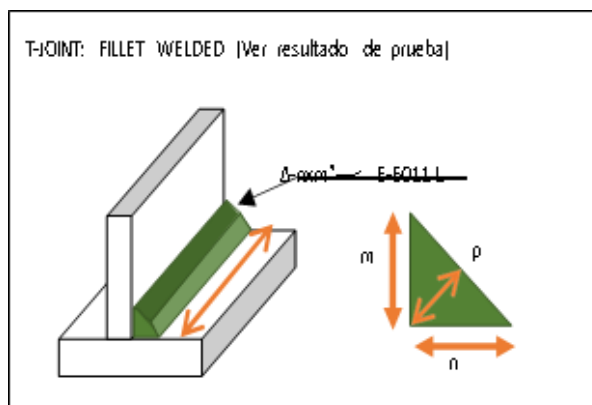


Figura N°40: Junta tipo T soldadura en filete. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

CONEXION	Peralte m	m m	n m	p m	L m
CNX 1	0.0881	0.0048	0.0048	0.0034	0.0500
CNX 2	0.1508	0.0048	0.0048	0.0034	0.1000
CNX 3	0.1381	0.0048	0.0048	0.0034	0.1000
CNX 4	0.1508	0.0048	0.0048	0.0034	0.2000

Tabla N°16: Dimensiones de soldadura. Fuente: Solpesa SAC. (2023)

3.7.3.1.4. Empotrados.

A- Definición de detalles de la sección del empotramiento 1, del pórtico 3.

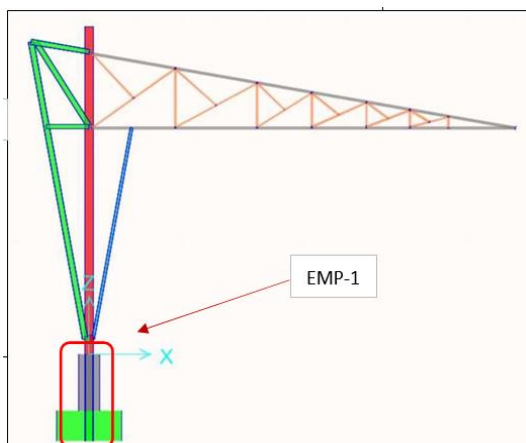


Figura N°41: Vista de elevación en X del empotramiento - 1. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

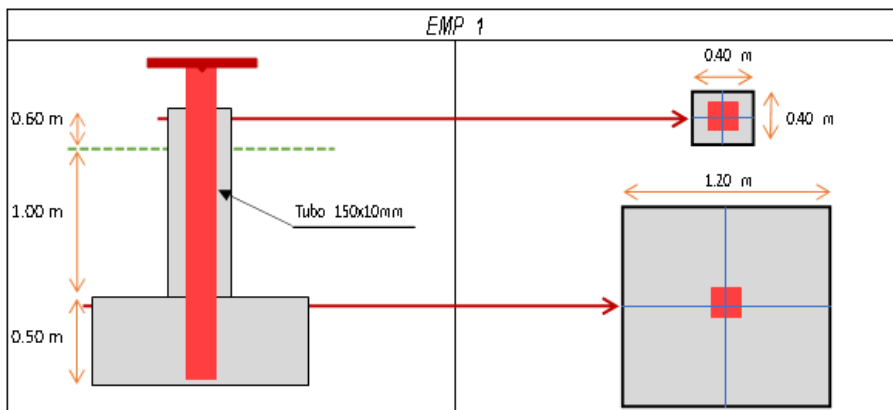


Figura N°42: Vista de tubo de acero embebida en concreto. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

B- Definición de detalles de la sección de empotramiento 2, del pórtico 4.

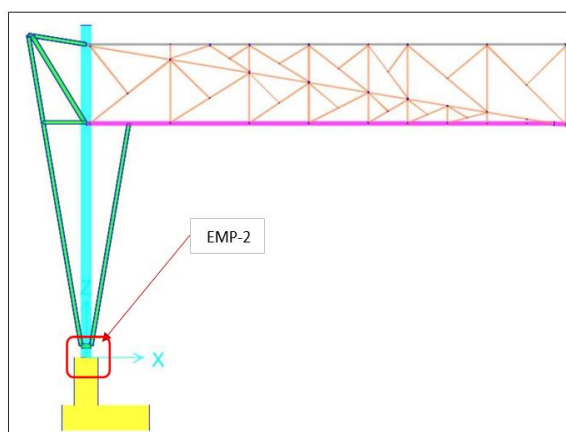


Figura N°43: Vista de elevación en X del empotramiento - 2. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

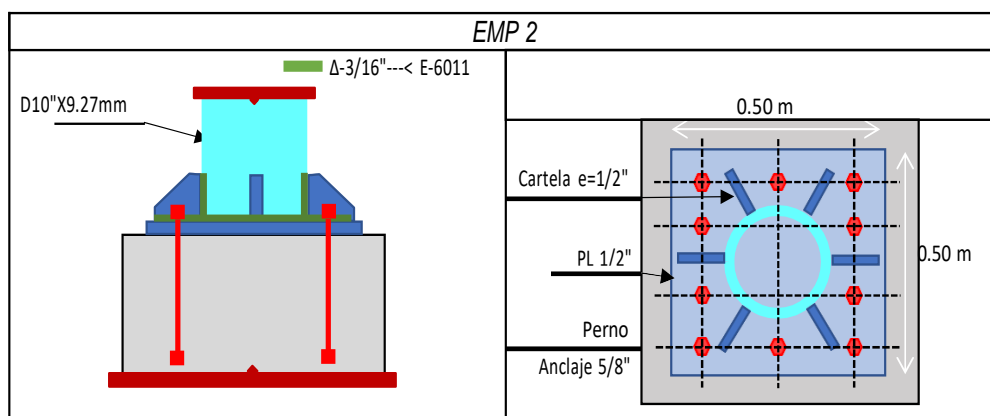


Figura N°44: Detalle del empotramiento - 2. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

### 3.7.3.1.5. Pedestales.

- Identificación de detalles de las secciones de los pedestales 1 y 2 elaboradas en el software SAP 2000 (ver memoria de cálculo en anexos).

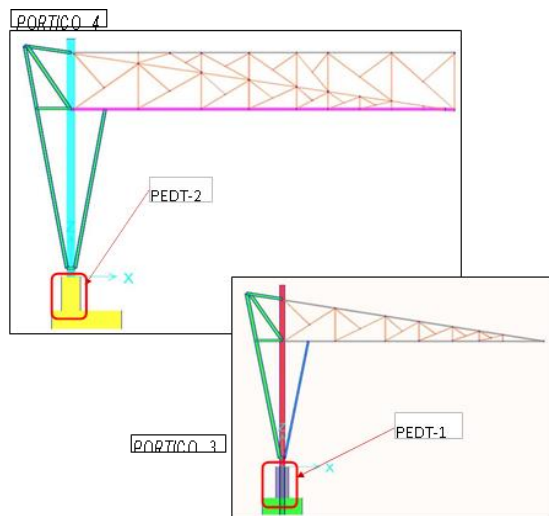


Figura N°45: Pedestales de pórticos. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

PEDT-1	PEDT-2
<p>Pedestal: 400X400mm. Refuerzo: 8Φ5/8"; Estribos: 2 Φ3/8" 1@50, 5@150, R@300mm</p>	<p>Pedestal: 600X600mm. Refuerzo: 4Φ3/4"+8Φ5/8"; Estribos: 2 Φ3/8" 1@50, 5@100, R@300mm</p>

Figura N°46: Sección de los pedestales. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

### 3.7.4. Trabajos en Taller.

Para realizar este tipo de trabajos, es considerable que las herramientas y equipos empleados por el soldador estén en buenas condiciones. Tanto las herramientas como los equipos pueden resultar muy útiles si saben cómo utilizarlos y mantenerlos adecuadamente.

Las herramientas que se entregaron a los soldadores son las siguientes:

- pinzas de herrero, con el fin de fijar piezas de trabajo calientes.
- Pinzas adaptables, con el fin de contener piezas de actividad calientes.
- Escarpia, a fin de retirar la suciedad de los cordones que se genera al soldar.
- Cepillo de alambre, a fin de limpiar el área de la pieza empleada.
- Punzón de focalizar, con el fin de determinar en la pieza empleada.
- Martillo, con el objetivo de usar en finalidades generales.
- Prensa “C”, para sostener piezas.
- Prensa de barra de acero, con el fin de sostener piezas.
- Esmeril, a fin de elaborar limites en los cortes realizados en las piezas que se soldaron.
- Taladro y broca, con el fin de hacer agujeros.
- indicador vernier, con el fin de medir los elementos (exteriores, interiores y profundidad).
- Medidor de la soldadura, con el fin de controlar los cordones de soldadura que se realizan en los perfiles.

Los equipos que se utilizaron en el proyecto son:

- Soporte de electrodos, en distintas formas y potencial, su mango es aislador eléctrico y térmico y se debe tener cuidado, previniendo remojar en agua mientras se encuentra caliente.
- Cables, realizados de cobre y con una sobrecubierta aislante. Normalmente se utiliza en la soldadura los cables flexibles y de uso duro.
- Pinza de tierra, accesible en distintas maneras y potenciales.
- Horno con el fin de secar los electrodos, con el objetivo de preservar en mejores situaciones de cada electrodo, en específico los de menor hidrógeno.
- Mesa con el fin de soldar con diferentes posiciones y boquilla con el objetivo de la captación de humos.
- panel, con el fin dejar EPP, herramientas y procedimientos.

#### **3.7.4.1. Proceso de Habilitado.**

Para agilizar los trabajos se vio la necesidad de brindarles la guía de cortes, procedimiento de soldadura (WPS) y los planos de todos los elementos, de esta manera los soldadores y armadores tienen una mejor descripción del detalle del despiece y dimensionamiento de cada elemento.

Cabe mencionar que en su mayoría todas las estructuras fueron fabricadas en los talleres de Solpesa Ingeniería y Construcción S.A.C. las cuales se estará especificando a continuación:

- Se habilitó el material según los planos y sus consideraciones.
- Los extremos separados con oxígeno estarán puestos a esfuerzos y los que se soldaron quedaron despejados de defectos.
  - No se permitió defectos más grandes de  $\pm 2\text{mm}$ .
  - Los defectos más grandes de  $2\text{mm}$ . causados por el procedimiento de cortado se retiraron esmerilando el borde.
  - Todos los lados se redondearon con un radio mínimo de  $12\text{mm}$ . y deberán quedar liberados de entalladuras.
- El corte y acondicionamiento de piezas se realizó por corte y con soplete oxigas. El corte con oxigas se realizó preferiblemente a máquina y con una guía que deriva cortes correctamente adaptados. Los bordes quedaron sin estrías, filos cortantes y rugosidad marcada.
- En su totalidad las esquinas inminentes se redondearon con el fin de que permanezcan sin rajaduras que puedan generar concentraciones de esfuerzo, hasta alcanzar un radio que supere a  $\frac{1}{2}$ ".
- Los elementos finalizados se encontraron sin torceduras y dobleces.
- El margen dimensional de las piezas aprobados, en cuestión a lo señalado en los planos, fue de  $\pm 2\text{mm}$ .

### 3.7.4.1.1. Habilitado de Columnas.

COLUMNAS			
TIPO DE COLUMNA	SECCION	ESPESOR (mm)	ALTURA
CM-1	Tubo SCH40Ø10	9.27	8.5
CM-2	150x150mm	10	6.5
CM-3	150x150mm	4	5
CM-4	150x150mm	4	4

Tabla N°17: Dimensión de columnas. Fuente: Elaboración propia.

#### A- Columna CM-1.

- La columna CM-1 tiene una altura de 8.50 m según indica el cuadro de medidas de columnas, la sección del tubo que se utilizó es SCH40 Ø 10" este tubo comercialmente viene de 6 metros, el procedimiento que se realizó fue hacer un empalme con un tubo de 2.50 m para poder llegar a la altura que está solicitando el plano, (ver plano E-1 en anexos).

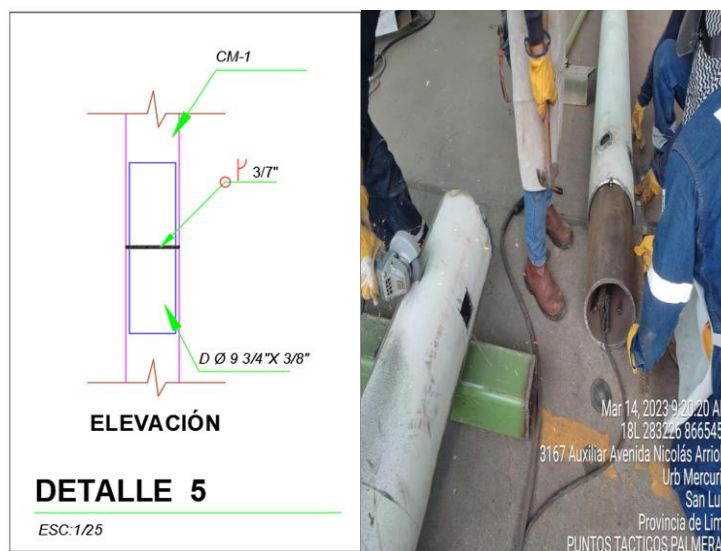


Figura N°47: Detalle del empalme. Fuente: Elaboración Propia.

#### B- Columna CM-2.

- Para la columna CM-2 se utilizó tubo cuadrado de 150x150 mm con espesor de 9mm al igual que el tubo anterior solo viene de 6 m y se realizó el empalme correspondiente para la altura 6.50 m que se está solicitando, se detallan en los anexos correspondientes.

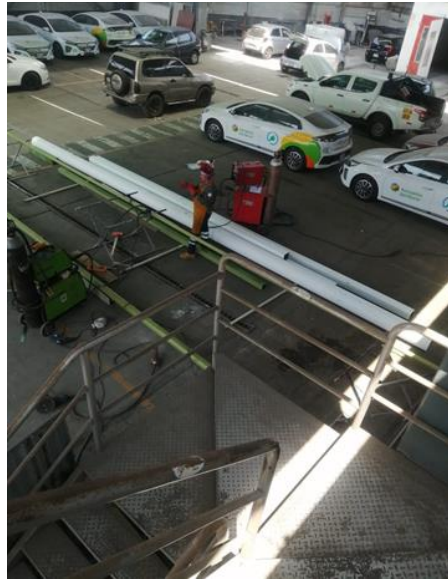


Figura N°48: Empalme de CM-2 en taller. Fuente: Elaboración Propia.

#### C- Columna CM-3 Y CM-4.

- En estas columnas CM-3 y CM-4 se emplearon los tubos cuadrados 150x150 mm con espesor de 4mm, pero con diferentes alturas que son progresivamente al anterior, siendo las siguientes de 5 m y de 4 m como se evidencia (Ver Figura N°49).

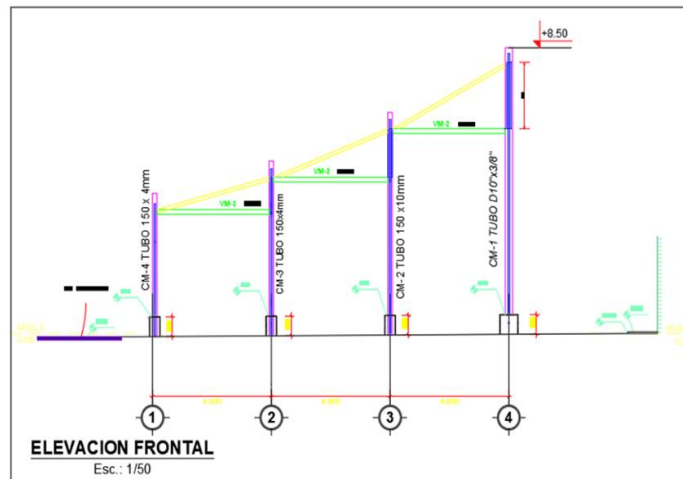


Figura N°49: Elevación de CM-3 Y CM-4. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

### 3.7.4.1.2. Habilitado de Apoyo.

APOYOS		
TIPO DE COLUMNA	SECCION	ESPESOR (mm)
AM-1	T. CUAD LAC 100X2.0X6.01	2.00
AM-2	T. CUAD LAC 100X2.0X6.02	2.00
AM-3	T. RECT LAC 50X150X3.0X6.01	2.00

Tabla N°18: Dimensión de apoyo. Fuente: Elaboración propia.

#### A- Apoyo de Columna CM-1.

- Los apoyos delanteros de la columna CM-1 se fabricaron con tubos cuadrado LAC 100x100mm con espesor de 2mm con una longitud de 5.50 m.
- Los apoyos de atrás se fabricaron con tubos cuadrados LAC 100x100mm. con una longitud de 7.85 m donde también se realizó el empalme para llegar a la medida requerida que se indica (ver plano E-1 en anexos), no obstante, estos tienen la forma y estructura de aleros que son proyectados hacia a la columna con diagonales y horizontales donde se tiene que tener precauciones al momento de hacer el corte en diagonal, para llegar a las medidas que manda en el plano como se evidencia (Ver Figura N°50).

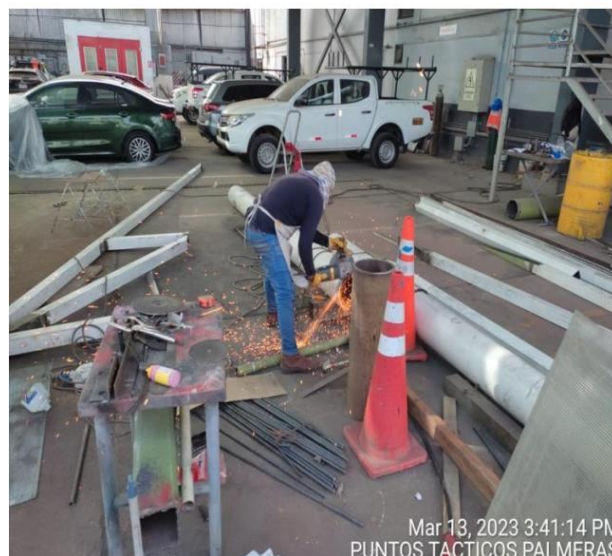


Figura N°50: Habilitación de apoyo AM-1. Fuente: Elaboración Propia.

## B- Apoyo de Columna CM-2.

- Para los apoyos de la columna CM-2 las secciones cambiaron esto debido al comportamiento de la estructura, ya que para el apoyo delantero se trabajó con un tubo rectangular LAC 50x150mm con espesor de 3mm y con una longitud de 3.98m, detallada en anexos.
- No obstante, los apoyos que se encuentran a espalda de la columna, se llegaron a trabajar con tubos cuadrados LAC 100x100mm con un espesor de 2mm, sin embargo, en la fabricación de los diagonales se tiene que tener mucho cuidado para no afectar las medidas de la estructura.



Figura N°51: Habilitación de apoyo AM-2. Fuente: *Elaboración Propia*.

## C- Apoyo de Columna CM-3.

- Para el apoyo delantero se utilizó tubo cuadrado LAC 50x50mm con un espesor de 2mm con longitud de 3.25 m, detallada en anexos.
- Para el apoyo de atrás se utilizaron tubos cuadrados LAC 100x100mm con un espesor de 2mm con longitud de 4.52 m igualmente se evidencia (Ver Figura N°52).

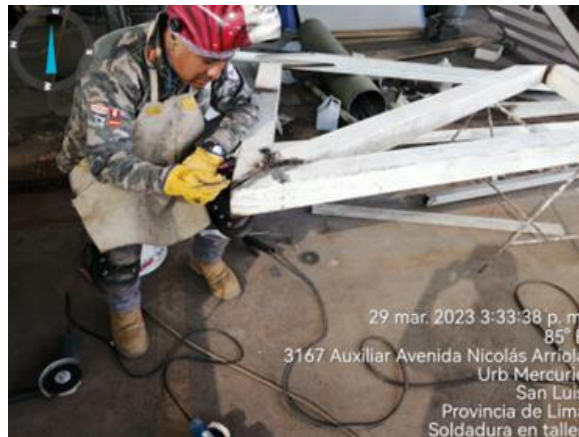


Figura N°52: Habilitación de apoyo AM-3. Fuente: *Elaboración Propia*.

#### D- Apoyo de Columna CM-4.

- Los apoyos se fabricaron con tubos cuadrados LAC 100x100mm con una longitud de 3.43 m, los cortes que se realizaron para los diagonales se trabajó con demasiada precisión ya que estas son muy pequeñas y afectan a las medidas proporcionadas en el diseño estructural.

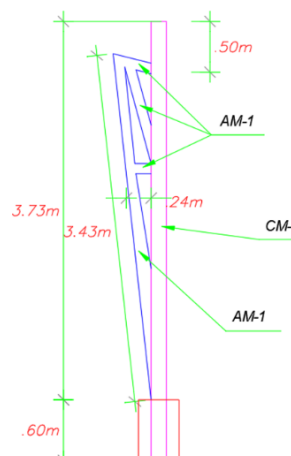


Figura N°53: Detalle de apoyo AM-4. Fuente: *Solpesa SAC. (2023)*.

#### 3.7.4.1.3. Habilitado de Tijerales.

- Para la fabricación de los tijerales o (cerchas) se consideró varios requerimientos indispensables con el fin de garantizar que el procedimiento de producción esté libre de errores y que la estructura fabricada sea lo más semejante posible al diseño, detallada en anexos.

CUADRO DE TIJERALES			
TIPO TIJERAL	BRIDAS (PULG)	MONTANTE (PULG)	DIAGONALES (PULG)
T-1	Superior: TUBO SCH40 Ø2" Inferior: TUBO SCH40 Ø4"	TUBO SCH40 Ø1 1/2"	TUBO SCH40 Ø1 1/2"
T-2	Superior: TUBO SCH40 Ø2" Inferior: TUBO SCH40 Ø2"	TUBO SCH40 Ø1 1/2"	TUBO SCH40 Ø1 1/2"
T-3	Superior: TUBO SCH40 Ø2" Inferior: TUBO SCH40 Ø2"	TUBO SCH40 Ø1 1/2"	TUBO SCH40 Ø1 1/2"

Tabla N°19: Dimensión de tijerales. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

- Como se llegó a mencionar anteriormente algunas de estas precauciones en el proceso de habilitación son:
- Primero, en el plano de corte se prestó particularmente cuidado a las secciones rectas, cuadradas, oblicuos y circulares. Además de preparar el biselado, también se determinó con el fin de que quede parejo. Todo ello para prevenir inconvenientes consiguientes de soldadura provocados por un deficiente corte.
- Segundo, cumplir con las medidas de los montantes y los diagonales ya que de eso depende el armado y encaje de las piezas, (Ver Figura N°54) se presenta las medidas y ángulos de colocación de cada elemento del tijeral, se detallan en los anexos del presente informe.

A- Tijeral 1.

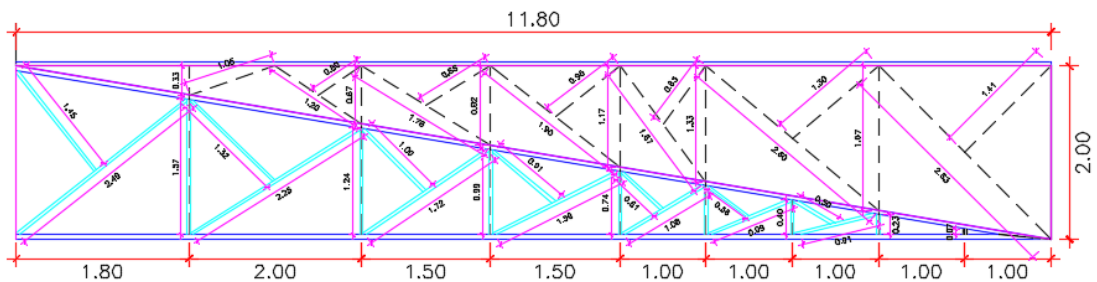


Figura N°54: Plano de medidas de tijeral 1. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

B- Tijeral 2.

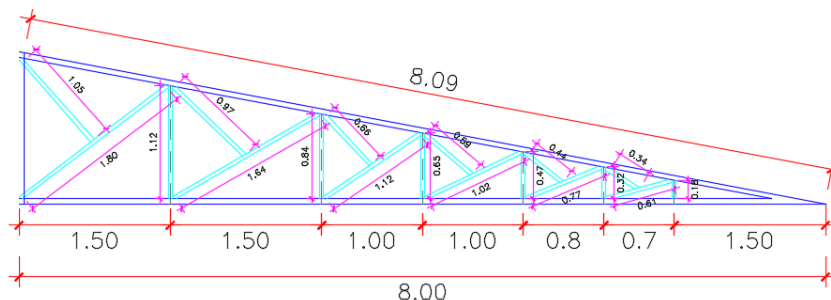


Figura N°55: Plano de medidas de tijeral 2. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

C- Tijeral 3.

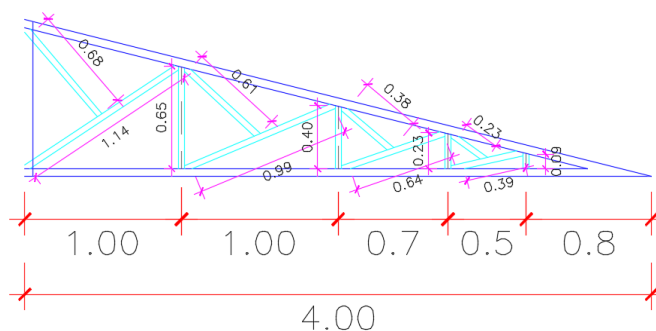


Figura N°56: Plano de medidas de tijeral 3. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

3.7.4.1.4. *Habilitado de Vigas.*

- Para la fabricación de las vigas se usaron los tubos cuadrados y rectangulares LAC, (Ver Tabla N°20). Sin embargo, las colocaciones y las medidas de cada viga son diferentes como se muestra en la tabla de vigas.

VIGAS		
TIPO DE COLUMNA	SECCION	ESPESOR (mm)
VM-1	T. CUAD LAC 100X100X6.01	2.00
VM-2	T. RECT LAC 50X150X6.01	3.00

Tabla N°20: Dimensión de vigas. Fuente: Elaboración propia.



Figura N°57: Habilitado de viga VM-2. Fuente: *Elaboración Propia*

### 3.7.4.1.5. Habilitación de Arriostre.

- Los arriostres se trabajaron con tubos redondos de diámetro de  $\varnothing 2'' \times 3\text{mm}$ , cabe mencionar que se utilizaron 8 tubos para arriostar el tijeral 1 y el tijeral 2, (Ver Figura N°58), los arriostres se muestran de color azul.

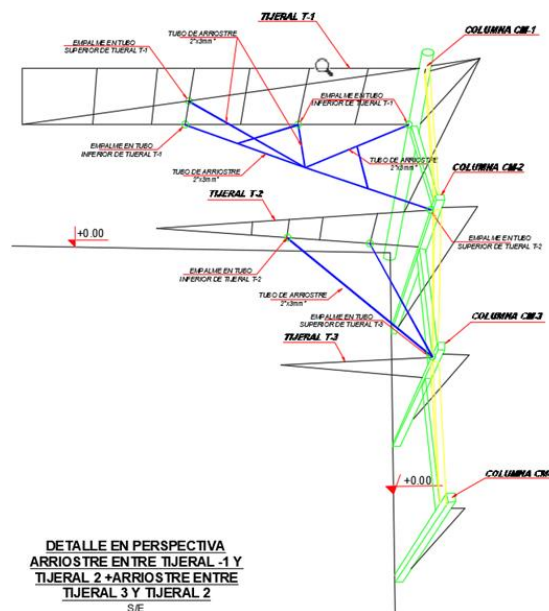


Figura N°58: Detalle de los Arriostres. Fuente: *Solpesa SAC. (2023).*



Figura N°59: Habilitado de arriostre. Fuente: *Elaboración Propia*.

#### 3.7.4.1.6. *Habilitación de Cartelas.*

- Para la fabricación de las cartelas se usó una plancha de acero de  $\frac{1}{2}$ " y se cortó para cada sección que requería los detalles (ver memoria de cálculo en anexos). Las secciones se marcaron para realizar los cortes, cabe mencionar que solo los tijerales 1 y 2 llevan cartelas en la brida superior y brida inferior.



Figura N°60: Habilitado de cartelas. Fuente: *Elaboración Propia*.

#### 3.7.4.2. *Proceso De Armado.*

- Procedimiento de fabricación para los elementos se ejecutó encima de una base sólida, plana y estable, se revisó la alineación antes y después de la estructura, y al mismo tiempo se verificaron las dimensiones según el plano de fabricación.

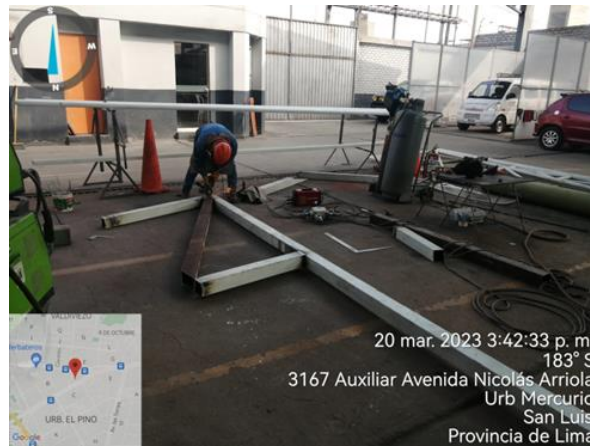


Figura N°61: Armado de apoyos de columna. Fuente: *Elaboración Propia.*



Figura N°62: Armado de tijera 3. Fuente: *Elaboración Propia.*



Figura N°63: Armado de tijera 3. Fuente: *Elaboración Propia.*

- Las superficies de contacto a ensamblarse se limpiaron hasta estar libre de incrustaciones sueltas, suciedad, rebabas y otras imperfecciones que puedan obstaculizar un ajuste perfecto entre las piezas.

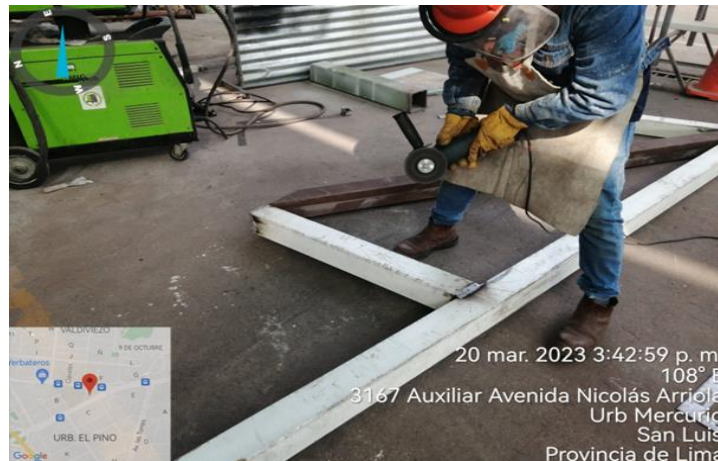


Figura N°64: Esmerilado. Fuente: Elaboración Propia.

- La tolerancia de las dimensiones estructurales en comparación con la información de los planos fue de  $\pm 3$  mm. Teniendo en cuenta que ninguna circunstancia de este margen llego afectar el montaje de la estructura.



Figura N°65: Checklist de dimensiones. Fuente: Elaboración Propia

#### 3.7.4.3. Proceso de Soldadura.

- Las juntas en donde se ha aplicado metal de aportación estaban limpias y libres de escamas, porosidad, grietas y otras irregularidades que consigan alterar las piezas soldadas.



Figura N°66: Limpieza de exfoliaciones. Fuente: Elaboración Propia.



Figura N°67: Liberación de salpicadura. Fuente: Elaboración Propia.

- La alternativa de soldadura empleada fueron de tipo filete, donde los catetos mínimos utilizados fueron de 3/16", (ver memoria de cálculo en anexos) así mismo se detallan en los planos de fabricación e instalación. Luego se realizó la inspección visual a las juntas soldadas. Soldadura al 100% de las uniones soldadas.



Figura N°68: Soldadura de columna CM-1. Fuente: *Elaboración Propia.*



Figura N°69: Soldadura del tijeral T-1. Fuente: *Elaboración Propia.*

- La eliminación del metal de aporte o componentes de la hoja base se realizaron con el esmeril. Se ejecutaron de modo que el metal de aporte adyacente o el metal base no se ve perjudicado. Las secciones soldadas no acordes se llegaron a eliminar.



Figura N°70: Retiro del material de aporte. Fuente: Elaboración Propia.

- Finalmente se realizaron comprobaciones por Líquidos Penetrantes (PT) a soldaduras de Juntas a Tope de Penetración total y juntas en T de soldadura de filete. El muestreo se realizó aleatoriamente y se contempló hasta un 15% del total de juntas (ver protocolos de calidad en anexos).



Figura N°71: Ensayo de líquido penetrante CM-1. Fuente: Elaboración Propia.



Figura N°72: Ensayo de líquido penetrante de puntales. Fuente: Elaboración Propia.

Solpesa LIMA EXPRESA		PROTOCOLO DE INSPECCIÓN POR LÍQUIDOS PENETRANTES				Formato: SP5-CA-F-002 Rev.: 1 Date: 20/06/2022 Page:	
PROYECTO No: CONSTRUCCION DE PUNTOS TACTICOS PALMERA NORTE			REGISTRO No: 011				
CLIENTE: LIMA EXPRESA			CONTRATISTA: SOLPESA INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.				
LUGAR DE INSPECCIÓN: PUNTOS TACTICOS PALMERA NORTE			DISCIPLINA: ESTRUCTURA				
FECHA DE INSPECCIÓN: 17/03/2023							
DESCRIP. DEL ELEMENTO:	TUBERAL	CODIGO DE ELEMENTO:	T-4	CODIGO/NORMA:	AWS D1.1 / ASNT-TC-1A	NATURAL	
SECCIÓN 1: CLASIFICACION DE INSPECCION							
TIPO I - PENETRANTE FLUORESCENTE			TIPO II - PENETRANTE NO FLUORESCENTE O VISIBLE				
METODO A - LAVABLE CON AGUA (ASTM E1209)			METODO A - LAVABLE CON AGUA (ASTM E1418)				
METODO B - POST-EMULSIFICABLE LIPOFOLICO (ASTM E1209)			X METODO C - REMOVIBLE CON SOLVENTE (ASTM E1220)				
METODO C - REMOVIBLE CON SOLVENTE (ASTM E1219)							
METODO D - POST-EMULSIFICABLE HIDROFILICO (ASTM E1218)							
SECCIÓN 2: EQUIPO DE INSPECCION							
PRODUCTO	MARCA	FORMA DE APLICACIÓN	TIEMPO DE APLICACIÓN				
CLEANER	Cantesco	ESPRAY	5 MIN				
PENETRANTE	Cantesco	ESPRAY	10 MIN				
REVELADOR	Cantesco	ESPRAY	10 MIN				
SECCIÓN 3: ESQUEMA / BOSQUEJO / FOTO							
SECCIÓN 4: REGISTRO DE INSPECCION							
ITEM	CODIGO DE JUNTA	TIPO DE JUNTA	CODIGO DEL SOLDADOR	FECHA DE INSPECCION	DEFECTOS	RESULTADO	COMENTARIOS
1	J01	T2	W-002	17/03/2023	NO	C	
SECCIÓN 5: LEYENDA							
PG = POROSIDAD AGRUPADA	SO = SOCAVADO	FF = FALTA FUSION	C = CONFORME	T2 T-JOINT	EJ = EDGE JOINT		
FC = FALTA CAJETO	CI = CORDON IRREGULAR	NC = NO CONFORME	LJ LAP JOINT	BJ = BUTT JOINT			
PA = POROSIDAD AISLADA	FG = FALTA GARGANTA		CJ = CORNER JOINT	OTR = OTROS			
SECCIÓN 6: COMENTARIOS							
UBICACIÓN DE JUNTA DETALLADA EN PLANO ADJUNTO							
SECCIÓN 7: INSTRUMENTOS UTILIZADOS							
EQUIPO:	CERTIFICADO DE CALIBRACION:						
EQUIPO:	CERTIFICADO DE CALIBRACION:						
CONTROL DE CALIDAD		RESPONSABLE SOLPESA		RESPONSABLE LIMA EXPRESA			
NOMBRE:		NOMBRE:	DAVID ALBERTO HUARAS LIMA	NOMBRE:			
FIRMA:		FIRMA:	Ingeniero Civil GIP Nº 250360	FIRMA:			
FECHA:	17-03-23	FECHA:	17-03-23	FECHA:			

Figura N°73: Protocolo de inspección por líquido penetrante. Fuente: Solpesa SAC (2023).

#### 3.7.4.4. Preparación Superficial.

- La superficie pintada se preparó removiendo la mugre, grasas y alguno o más compuestos inusuales.
- Antes a la ejecución de la pintura se esmerilo en su totalidad las soldaduras desiguales y aristas vivas de los cantos, erradicando completamente las salpicaduras de la soldadura. No obstante, se limpió el área con componentes mecánicos, escobillas de acero, disolventes, lijas, óxidos, etc.



Figura N°74: Preparación superficial de arriostres. Fuente: *Elaboración Propia.*

#### 3.7.4.5. Proceso de pintado.

- Para la empresa Solpesa Ingeniería y Construcción S.A.C. El mecanismo de pintado garantiza la calidad del resultado de acabado así que se ejecutó con personales capacitadas en riguroso cumplimiento con las indicaciones brindadas.
- La preservación del área se llevó a cabo con pintura de base epóxica – Titanic de calidad industrial como es la marca Anypsa. No obstante, el espesor aplicado fue de 3 mils. Sobre el tiempo de secado de la pintura base llegó a tomar por lo menos 04 horas previamente de ejecutar la mano siguiente. Los elementos que fueron recubiertos no se sometieron a ningún trabajo extenuante previamente del secado.



Figura N°75: Aplicación de pintura epoxica. Fuente: *Elaboración Propia.*

- Para la segunda capa se utilizó Gloss poliuretano catalizable X3 blanco, con excelente contraste en medio ellas, de esta forma se puede hallar con claridad la aplicación de una mano con relación con al anterior. Para esta capa el espesor aplicado fue de 3 mils.



Figura N°76: Aplicación de primera capa de pintura. Fuente: *Elaboración Propia.*

- Para la pintura de la capa de acabado también se utilizó Gloss poliuretano catalizable X3 blanco, el espesor aplicado fue de 3 mils. Sin embargo, se esperó a que seca unas 06 horas al tacto. Los elementos recubiertos tampoco se sometieron a alguna tarea exhaustivo previamente al secado establecido, antes que pase por lo mínimo 12 horas después de haberse ejecutado la última mano.



Figura N°77: Aplicación de capa de acabado. Fuente: *Elaboración Propia.*

#### **3.7.4.6. Traslado a Obra.**

- Antes del traslado se verifico y se inspecciono los componentes armados según los planos de fabricación en taller.
- Los tijerales, columnas y vigas, que se ajustan con las exigencias determinadas fueron autorizados con el fin de su transporte a obra e identificados con el propósito de ser empleados.
- Los tijerales, columnas y vigas, se cargaron con el fin de que no sufrieran daños (deformaciones o rayones en la pintura) durante el transporte o la descarga. Sin embargo, se instalaron listones de madera con el fin de impedir la interacción durante la descarga de la estructura.

### 3.7.5. Trabajos en Obra.

#### 3.7.5.1. Construcción de Zapatas.

##### 3.7.5.1.1. Trazo y replanteo.

- En este punto se trazó y replanteo los niveles y ejes determinados en cada plano de cimentación, del mismo modo los alcances de la zapata Z-1 son de 1.20 x 1.20m y para la zapata Z-2 es de 1.40 x 2.40m, los trabajos fueron supervisados para que todos los lados queden perpendiculares y las medidas se cumplan.

##### 3.7.5.1.2. Excavaciones para zapatas.

- Una vez hecho el trazo de la zapata se procedió a la excavación con una retro excavadora hasta llegar a la profundidad de cimentación (ver plano E-1 en anexos). Puesto que se trabajó con dos tipos de zapatas, por esta razón se excavo 1.90 m para la zapata Z-1 y 2.00 m para la zapata Z-2, debido a que se rellenó con el afirmado y solado.

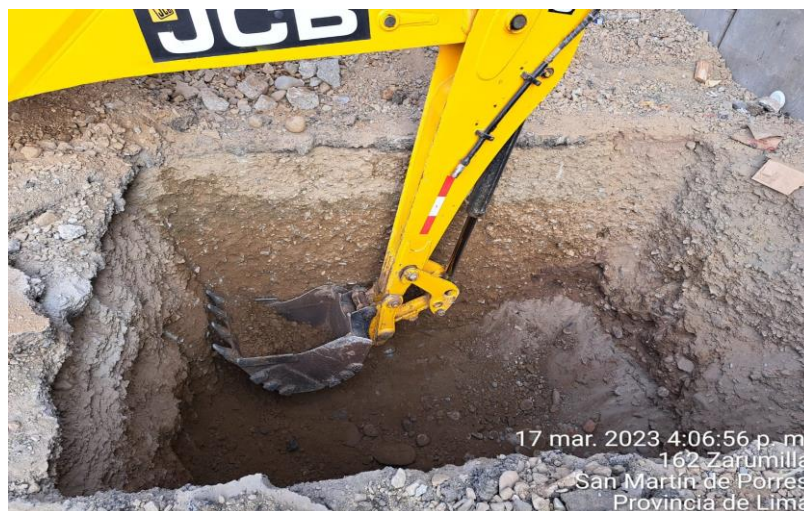


Figura N°78: Excavación para Z-2. Fuente: Elaboración Propia.

##### 3.7.5.1.3. Colocación de Afirmado.

- Dicho procedimiento parte de las zapatas Z-1 y Z-2, también se debe mencionar que la altura del afirmado es diferente para cada tipo de zapata, para las zapatas Z-1 la altura del afirmado es de 0.20m y para la zapata Z-2 la altura del afirmado es de 0.30 m.



Figura N°79: Colocación de afirmado. Fuente: Elaboración Propia.

#### 3.7.5.1.4. Ensayo de Proctor Modificado y Densidad.

- Inicialmente se llevó a cabo la compactación del afirmado con el objetivo de vibrar y comprimir el terreno, asegurando así la obtención de deformaciones mínimas o nulas. Esta medida se tomó con la finalidad de prevenir deformaciones del terreno bajo las cargas aplicadas por la zapata.

Donde se obtuvo lo siguientes datos:

- Densidad máxima seca ( $\text{gr/cm}^3$ ) = 2.219.
- Optimo contenido de humedad (%) = 6.717.
- No obstante, también se realizó la prueba para calcular la densidad y la unidad de peso del suelo insitu utilizando el cono de arena, la profundidad que se realizó el ensayo es 0.15m donde se obtuvo los siguientes resultados:
  - Grado de compactación de = 97%.



Figura N°80: Ensayo de cono de arena. Fuente: Elaboración Propia.

#### 3.7.5.1.5. Vaciado de solado.

- Se realizó el vaciado de solado con una solidez a la compresión de  $F_c = 100 \text{ kg/cm}^2$  o (10 MPa), con una profundidad de 0.10 m para la columna Z-1 Y Z-2.

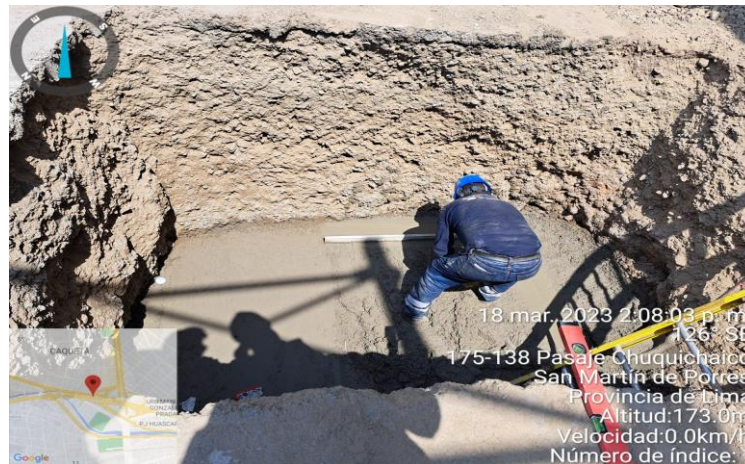


Figura N°81: Vaciado de solado. Fuente: Elaboración Propia.

#### 3.7.5.1.6. Armado de Acero y Encofrado.

- Se realizó el armado de acero de la doble parrilla de la zapata Z-1 Y Z-2 donde se utilizó acero  $1\emptyset 5/8'' @ 0.21\text{m}$ , (ver plano E-1 en anexos).

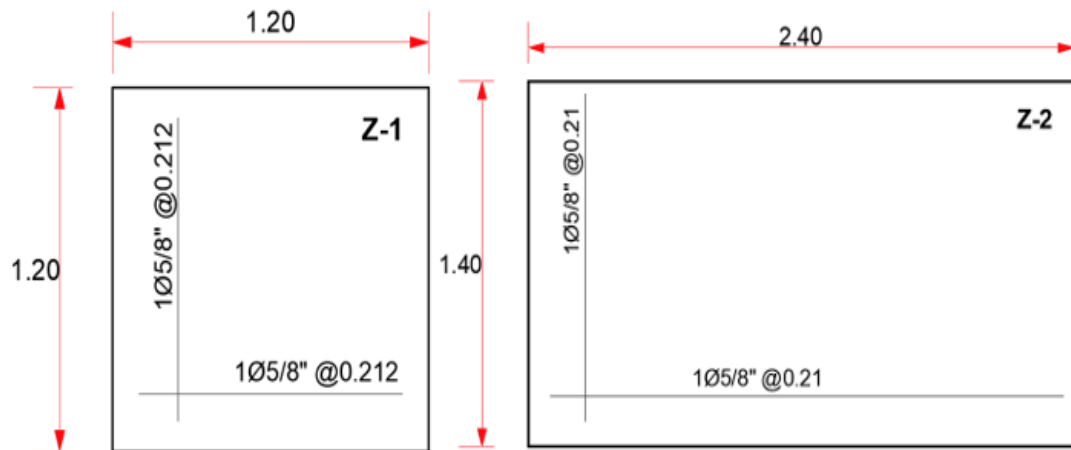


Figura N°82: Acero de parrilla. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

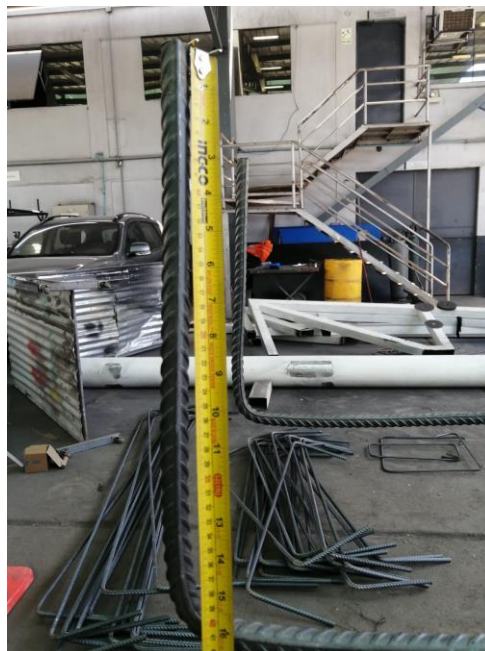


Figura N°83: Armado de acero de parrilla. Fuente: Elaboración propia.

- En cuanto al armado del pedestal de Z-1 se utilizó acero 8  $\varnothing$  5/8" y para los estribos 4  $\varnothing$  3/8" + 4  $\varnothing$  5/8".
- Para el armado del pedestal Z-2 se utilizó acero 4  $\varnothing$  3/8" + 8  $\varnothing$  5/8" y para los estribos 1  $\varnothing$  3/8". 1 @0.05. 5 @ 10.



Figura N°84: Armado de acero de pedestales. Fuente: Elaboración propia.

- Colocación del acero vertical y encofrado de la zapata Z-2 donde el recubrimiento del pedestal será de 0.04 m.



Figura N°85: Colocación de acero de pedestal. Fuente: Elaboración propia.

#### 3.7.5.1.7. Armado de Andamios.

- Terminando las actividades anteriores se procedió armar los andamios alrededor de las columnas CM-2 con altura de 8 metros, CM-3 con una altura

de 6.80, CM-4 con altura de 5.90, cabe mencionar que estas columnas fueron empotradas teniendo una longitud de 2.20 m desde la base de la zapata hasta terminar el pedestal.



Figura N°86: Armado de andamios. Fuente: Elaboración propia.

#### 3.7.5.1.8. Aplomado de Columnas.

- Se realizó el montaje de las columnas CM-2, CM-3, CM-4 a sus respectivas zapatas Z-1, en esta actividad se supervisó el aplomado de cada columna para poder obtener la posición vertical adecuada y también se realizó el apuntalamiento para que no se puede mover del eje.



Figura N°87: Aplomado de columnas. Fuente: Elaboración propia.

### 3.7.5.1.9. Vaciado de Concreto.

- A lo largo del procedimiento se utilizó el concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  o (28MPa), pese a todo la ejecución de las 3 zapata del tipo Z-1. Se realizó con precauciones puesto que las columnas C-2, C-3, C-4, fueron embebidos.
- Por el contrario, la zapata del tipo Z-2. El vaciado del concreto fue más práctico. De todas formas, se tuvo en cuenta los pernos de anclaje y que estén bien colocados (ver plano E-1 en anexos).

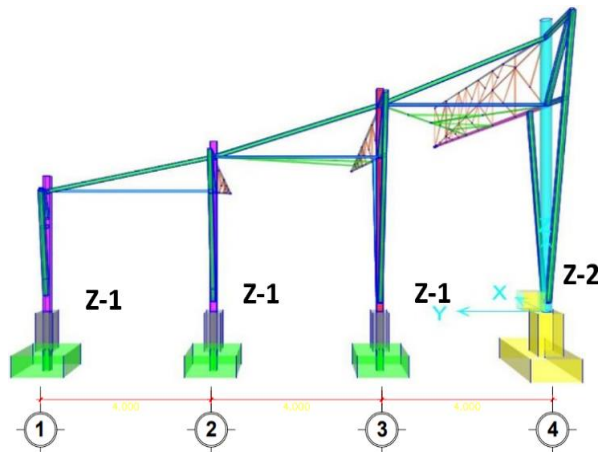


Figura N°88: Tipos de zapatas. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

Especificaciones para el concreto:

- $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  o (28 MPa), a 1 día, cemento tipo I, piedra huso 57, plastificado (Slump 6”).



Figura N°89: Vaciado de zapatas. Fuente: Elaboración propia.

### 3.7.5.1.10. Ensayo de Slump y Comprensión.

- Se procedió al ensayo para verificar la consistencia del concreto en obra, dando como resultad el SLUMP de 6" al realizar este ensayo permitió medir el nivel de fluidez y deficiencia en la manipulación de la mezcla del cemento y mejorar la facilidad de manipulación del concreto.



Figura N°90: Ensayo de Slump. Fuente: Elaboración propia.

- No obstante, también se sacaron 6 muestras de probeta para llevarlas al laboratorio a realizar los ensayos de comprensión. En donde se obtuvieron los siguientes datos:
  - Esfuerzo promedio ( $\text{kg/cm}^2$ ) =  $428 \text{ kg/cm}^2$
  - Esfuerzo promedio (%) = 153%



Figura N°91: Probetas de concreto. Fuente: Elaboración propia.

#### 3.7.5.1.11. Instalación de Placa Base.

- Colocación y nivelación de la plancha de acero de 0.50 x 0.50 m de espesor de 1/2". la instalación se realizó terminando el vaciado con el objetivo que la placa se puede adherir al pedestal.

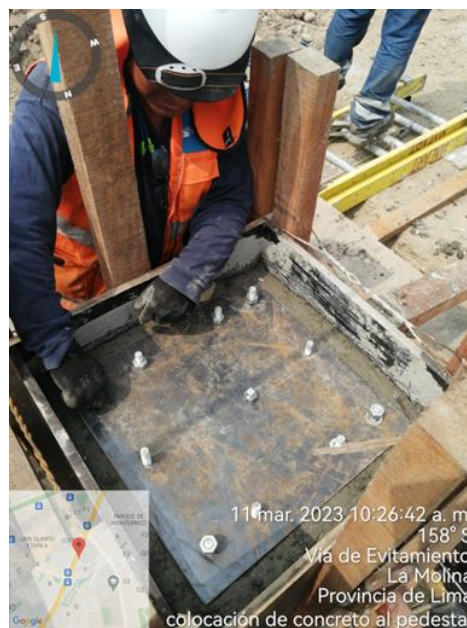


Figura N°92: Instalación de placa base. Fuente: Elaboración propia.

### 3.7.5.2. Montaje de Estructuras.

#### 3.7.5.2.1. Montaje de Columna CM-1.

- Para este proceso se necesitó una grúa de brazo articulado de capacidad de 16000 kg o (16 Ton), se realizó el montaje de la columna circular CM-1.
- No obstante, se vio la necesidad de usar una grúa con canastilla con un personal para poder alinear la columna levemente, mientras se encuentra en la parte de arriba, entre tanto el topógrafo marca los ejes X, Y.



Figura N°93: Montaje de columna CM-1. Fuente: Elaboración propia.

#### 3.7.5.2.2. Instalación de Cartelas.

- Mientras la columna CM-1 se estuvo izando, los soldadores en la parte inferior CM-1 empezaron a realizar los cordones de soldadura para las 6 cartelas (Ver Figura N°94), estas se colocaron en medio de la placa de acero de  $\frac{1}{2}$ " y la columna. Utilizando soldadura tipo filete con catetos de  $\frac{3}{16}$ ".

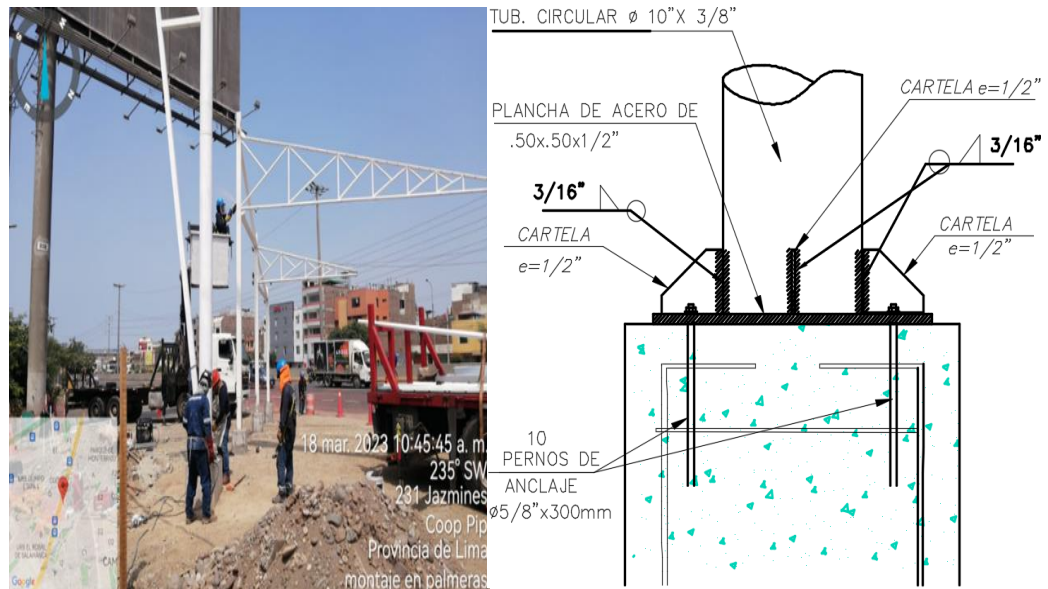


Figura N°94: Instalación de 6 cartelas. Fuente: Elaboración propia.

### 3.7.5.2.3. Presión de Pernos de Anclaje.

- Con el fin de garantizar que se aplicara suficiente torque a los pernos de anclaje se utilizó el torquímetro, cual se calibro a 215 Nm, cabe mencionar que también se colocaron las arandelas para reforzar la unión, con el fin de proceder al montaje de los tijerales o (cerchas).



Figura N°95: Aplicación del Torquímetro a los pernos de anclaje. Fuente: Elaboración propia.

#### 3.7.5.2.4. Montaje de Tijerales.

- Para este procedimiento de montaje de los tijerales T-1, T-2, T-3. Con la grúa de brazo articulado, se izó el tijeral a una altura de 6 metros colocando en la posición indicada, mientras la grúa canastilla se eleva con dos soldadores para poder realizar los cordones de soldadura entre la brida superior e inferior y las secciones de las columnas. Así mismo, el tipo de soldadura que se utilizó es a filete y el tipo de junta en T con catetos de 3/16".



Figura N°96: Montaje de tijeral T-1. Fuente: Elaboración propia.

- Posteriormente se realizó el cordón de soldadura entre brida inferior y brida superior y con las secciones de las cartelas. Del mismo modo, el tipo de soldadura que se utilizó es a filete y el tipo de junta en T con catetos de 3/16".

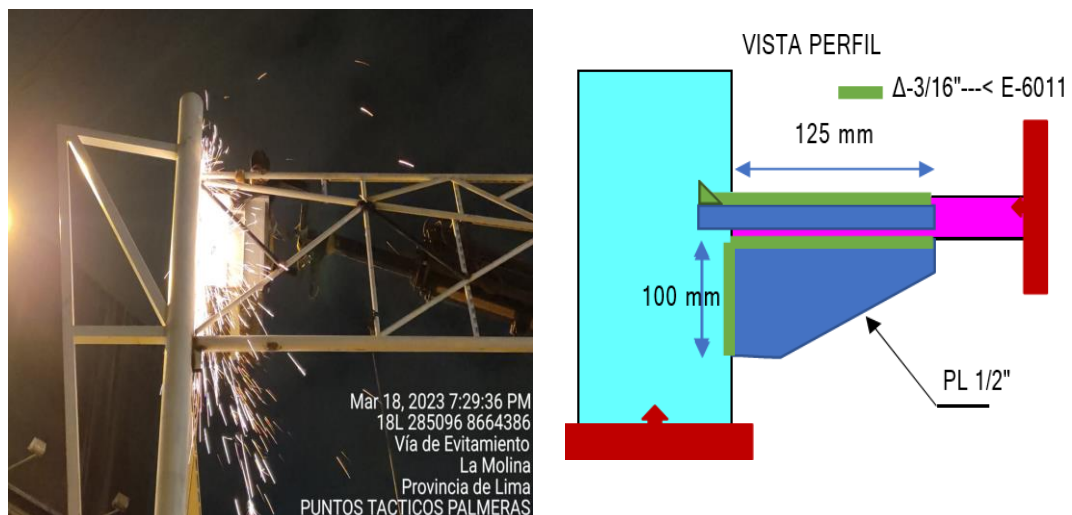


Figura N°97: Cordón de soldadura de bridas y cartelas. Fuente: Elaboración propia.

### 3.7.5.2.5. Montaje de Vigas.

- Seguidamente se procedió al izaje de las vigas VM-1 VM-2 a una altura de 6 metros, el procedimiento de instalación es el mismo que los tijerales, donde la grúa de brazo articulado eleva la viga y por el otro lado la grúa canastillas sube a los soldadores para proceder con los cordones de soldadura, de igual manera el tipo de soldadura que se utilizo es a filete y el tipo de junta en T con catetos de 3/16”.



Figura N°98: Montaje de vigas VM-1. Fuente: Elaboración propia.

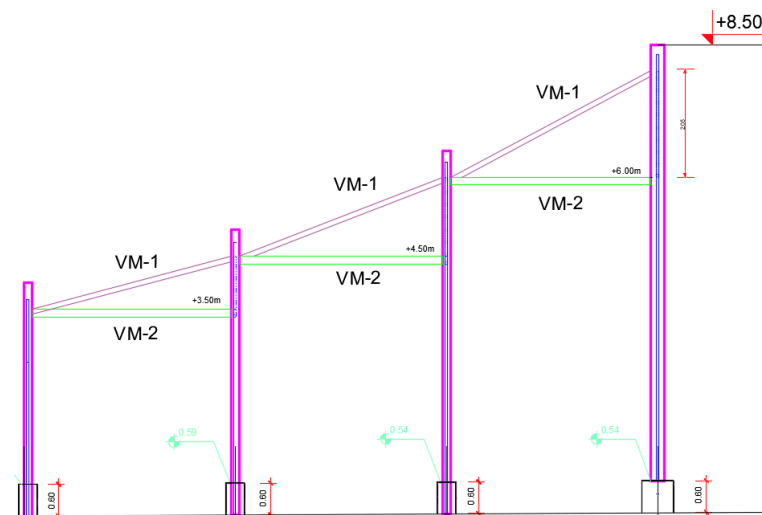


Figura N°99: Tipo de vigas VM-1 y VM - 2. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

### 3.7.5.2.6. Montaje de Arriostres.

- Para este procedimiento los tubos de arriostres se llegaron a conectar a los tijerales T-1 y T-2, por ende, el cordón de soldadura se ejecutó entre la brida inferior del tijeral T-1 y la columna C-2 y sucesivamente para el tijeral T-2 y la columna C-3 (Ver Figura N°101), de igual manera el tipo de soldadura que se utilizo es a filete y el tipo de junta en T con catetos de 1/8".



Figura N°100: Montaje de arriostres. Fuente: Elaboración propia.

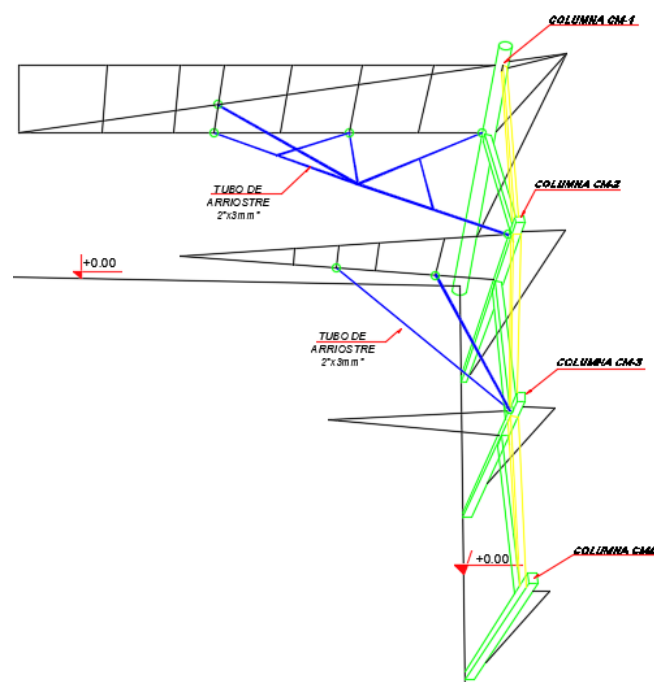


Figura N°101: Detalle en perspectiva de arriostres. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

### 3.7.5.3. Ensayo de Calidad de Soldadura.

- Asimismo, se ejecutó las pruebas no destructivas mediante los líquidos penetrantes e inspección visual a las estructuras soldadas en obra para poder detectar imperfecciones superficiales, porosidad y grietas, estos líquidos se aplicaron en el cordón de la soldadura (ver protocolos de calidad en anexos).



Figura N°102: Ensayo de líquido penetrante J-15A. Fuente: *Elaboración propia.*



Figura N°103: Ensayo de líquido penetrante J-10M. Fuente: *Elaboración propia.*




ENSAYO DE LÍQUIDOS PENETRANTES (PT) A JUNTAS SOLDADAS REPORTE N° 03				FORMATO: FOR-SIC-PT-01					
		Emis.		02/03/23		Rev. 00			
<b>INFORME: INF-SOLPESA-001-023</b>				<b>ESTRUCTURA METÁLICA</b>					
<b>PROYECTO/ OBRA</b>				: PUNTOS TÁCTICOS PARADERO PALMERAS NORTE.					
<b>CLIENTE</b>				: SOLPESA INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.					
<b>PROPIETARIO</b>				: LIMA EXPRESA					
<b>ATENCIÓN</b>				: Arq. Cristy Crivillero.					
<b>LUGAR Y FECHA EJEC.</b>				: Paradero Palmeras Norte, Lima, 23 de marzo del 2023.					
<u>NORMA / CÓDIGO</u>		<u>MATERIAL / DIMENSION</u>		<u>PROCESO/SUPERFICIE</u>					
Procedimiento : AWS D1.1/D1.1M-20 Evaluación : AWS D1.1/D1.1M-20 Tabla 8.1 y Tabla 10.15		Materiales de planchas: ASTM A36 Materiales de Tubos: ASTM A53 Gr. B.		Tipo de junta : T Proceso soldadura : SMAW Acabado superficie : Aceptable Pre y post limpieza : C101-A					
<u>FABRICANTE / DESIGNACIÓN</u>		<u>PARÁMETROS DEL ENSAYO</u>		<u>CLASIF. PENETRANTE/ REVELADOR</u>					
Penetrante : Limpiador C101-A Limpiador : Penetrante P101S-A Revelador : Revelador D101-A		Tiempo : Penetrante 10 min. Revelador 10 min. Temperatura : Aplicación en 20 a 25°C Luz visible : >1000 lux		Tipo : II Método : C Sensibilidad : N/A Forma : e					
N°	DENOMINACIÓN	JUNTA	ESTAMPA DEL SOLDADOR	DISCONTINUIDAD	CALIFICACIÓN	UBICACION (mm)	OBS.		
1	COLUMNA CM3	J-34	SW-PWR	--	Aceptado	--	--		
2	--	--	--	--	--	--	--		
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
<b>NOMENCLATURAS:</b>									
CT : Craters (crater)			IS : Inclusiones de Escoria		P : Poro aislado				
L : Laminations (laminaciones)		EC : Concavidad Externa		CP : Porosidad Agrupada					
O : Overlap (solapamiento)		BT : Quemadura		LP : Porosidad Alineada					
EU : Socavado Externo		IF : Fusión Incompleta		C : Fisuras					
<b>NOTA:</b>									
Nosotros, suscribimos y certificamos que las declaraciones en este registro son correctas y que las soldaduras fueron preparadas y ensayadas en conformidad con los requerimientos de la sección 8, parte C y D del Código de Soldadura Estructural AWS D1.1/D1.1M-2020.									
VºBº Inspector Firma y Sello:    Ing. CIP Obed Accostupa Tovar AWS CWI 14010441 Inspector NDT Level II PT		VºBº Cliente: SOLPESA ING. Y CONST. SAC Firma y Sello:    DAVID ALBERTO HUARAS LIMA Ingeiero Civil CIP N° 250950		VºBº Propietario: LIMA EXPRESA Firma y Sello:					

Figura N°104: Protocolo de tintas penetrantes. Fuente: Solpеса SAC. (2023).

#### 3.7.5.4. Reparación de Pintura.

- Al realizar el montaje de las estructuras se subsanaron las siguientes imperfecciones mínimas: cambio de dimensiones y reducción de material sobrante. En el cual la capa de pintura termino dañándose.



Figura N°105: Reparación de pintura. Fuente: Elaboración propia.

- Por consiguiente, se realizó las reparaciones a las superficies pintadas, se procedió al retiro de pintura dañada por efecto de soldadura o corte, estas áreas se limpiaron hasta descubrir la capa de pintura dañada después se aplicó la base epoxica - Titanic y posteriormente la pintura Gloss poliuretano catalizable X3 blanco con el fin de alcanzar el espesor de los 9 mils.



Figura N°106: Pintado de estructura. Fuente: Elaboración propia.

### 3.7.5.5. **Instalación de Aluminio Compuesto.**

- Se realizó la instalación del aluminio compuesto (Alucobond) en un área de 12m<sup>2</sup> que está ubicada en el tijeral T-1, el espesor del Alucobond utilizado es de 4mm y es de color azul.
- En la instalación se utilizó perfiles de aluminio la cuales se colocaron con tornillos auto perforantes en las diagonales y verticales del tijeral esto sirvió de base para la colocación del aluminio compuesto que a su vez se adhiere con el sikaflex-117 metal forcé y con tornillos auto perforantes.



Figura N°107: Instalación de perfiles de aluminio. Fuente: *Elaboración propia.*

- En cuanto al izaje del alucobond se empleó una grúa canastilla y para la instalación los andamios de tres cuerpos.



Figura N°108: Izaje de alucobond. Fuente: Elaboración propia.

#### **3.7.5.6. Instalación Eléctrica.**

- La instalación se realizó con cables INDECO NH80 2.5mm<sup>2</sup> con diferentes colores con el fin de distinguir las siguientes fases: R color rojo, fase S color negro, fase T color azul.
- Se instalaron las tuberías Conduit IMC de diámetro de 2 cm para los cables alimentadores, estas tuberías fueron instaladas en la columna CM-1 y columna C-2 con abrazaderas y tornillo perforantes.
- Sin embargo, para los cables alimentadores se utilizó tubería liquid tight, estas tuberías fueron instaladas en los tijerales T-1 y T-2 con abrazaderas y tornillo.
- Las cajas utilizadas en la instalación son de acero galvanizado de la clase condulet, de 1.5 cm de grosor.
- Los interruptores baquelita se empotraron a 1.60 m del nivel del terreno para el encendido de los reflectores 100W y las luminarias de 100W del panel publicitario. Y su capacidad es de 25 A.



Figura N°109: Instalación de interruptores. Fuente: Elaboración propia.

- Los tomacorrientes se instalaron en la parte superior de las columnas para ser conectadas con las luces de emergencia que están en cada columna y su capacidad es de 15A y 220v.
- El tablero metálico hermético cuenta de cerrojo con dos entradas (tipos push-on), instalándose la columna CM-1 a una altura de 1.80 del nivel del terreno.
- En el tablero se instaló un interruptor automático de 2x20 A y también dos interruptores diferenciales de 2x16A y de 2.25 A derivados de fuerza y tomacorriente.
- Finalmente se realizó la instalación del pozo puesto a tierra.



Figura N°110: Instalación de luminarias. Fuente: Elaboración propia.

### 3.7.5.7. Instalación de Lona AT.

- Para la instalación de la Lona de alta tenacidad se utilizó los andamios de tres cuerpos estos fueron colocados de manera perpendicular a las bridas inferiores de todos los tijerales y columnas, puesto que en todas estas secciones están habilitados los pasadores que sirven para tensar la Lona AT.



Figura N°111: Instalación de lona AT. Fuente: Elaboración propia.

- El cable tensor  $\varnothing 3/8$ " recorre toda las bridas inferiores y columnas estas son tensionadas en cada pasador para que la Lona AT quede fijada.



Figura N°112: Tensado de la lona AT. Fuente: Elaboración propia.

### 3.8. VIABILIDAD DEL PROYECTO

Durante la evaluación de viabilidad financiera, se tomó en función a la complejidad del proyecto de la construcción de Estaciones de Emergencia Palmera PEX. Así mismo, se llegó a considerar si afectaría o no a la empresa en lo que respecta a la fluidez de caja. De tal manera, que el área de Gestión de Proyectos realizó un análisis de los gastos y rentabilidad de la obra evaluando tiempo de retorno de inversión.

No obstante, también se evaluaron los indicadores de:

- Líquides.
- Rentabilidad.
- Endeudamiento.
- Operación.

Por consiguiente, resulto viable la construcción de la Estación de Emergencia – Puntos Tácticos, puesto que se tenía el capital para cubrir los gastos y las inversiones que implicaron el proyecto.

La cotización estimada de la construcción es de:

- 330,620.00 soles.

El costo de la obra ejecutada:

- 418,209.14 soles.

Las formas de financiamiento que realizaron son las siguientes:

- Financiamiento interno: se recurrió a usar el dinero generado por la empresa (reservas), con el fin de invertir en la realización del proyecto.
- Factoring: mediante este mecanismo de financiamiento la empresa se permitió disponer anticipadamente el dinero de las facturas.
- Crédito bancario.

### 3.9. HISTORIAL DE MODIFICACIONES.

Se modificaron los siguientes elementos:

- La sección del apoyo del tijeral T-2:

	Ancho	Largo	Espesor	Modificación
Tubo cuadrado	50mm	50mm	3mm	Cambio de Sección
Tubo rectangular	50mm	150mm	3mm	

Tabla N°21: Tabla de modificación de apoyo. Fuente: *Elaboración propia.*

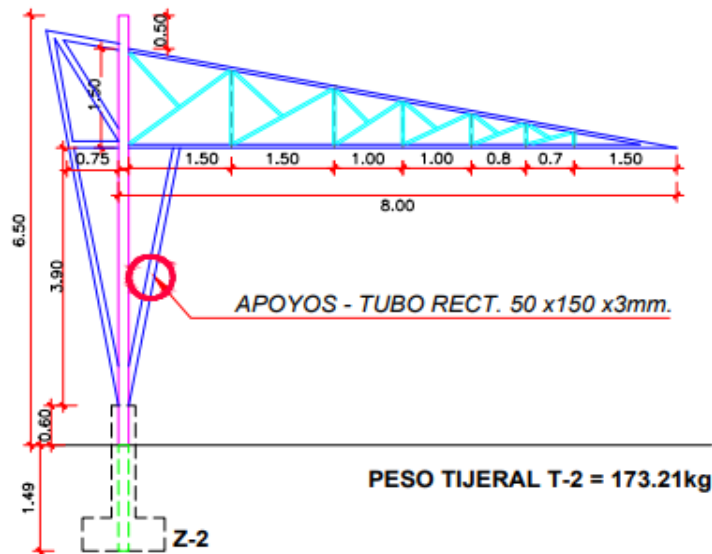


Figura N°113: Detalle del apoyo del tijeral T-2. Fuente: *Solpesa SAC. (2023).*



Figura N°114: Apoyo- tubo rectangular 50x150x3mm. Fuente: *Elaboración propia.*

- Número de anclaje de pernos y las medidas de longitud.

	Longitud	Cantidad	Modificación
AISI 304 Tipo 304/316 STM F593	0.80m	6	Aumento de Pernos
	0.30m	10	

Tabla N°22: Tabla de modificación de pernos. Fuente: Elaboración propia.

El cambio sucedió puesto que comercialmente la empresa Hilti. No fabrica pernos de anclaje de 5/8" con longitud 0.80m de longitud con resistencia de 385 MPa y el grado E-55 que se estaba requiriendo, esto generó que se cambie a pernos de 0.30m de longitud aumentando a 10 pernos en la sección aprobado por el ingeniero estructural.

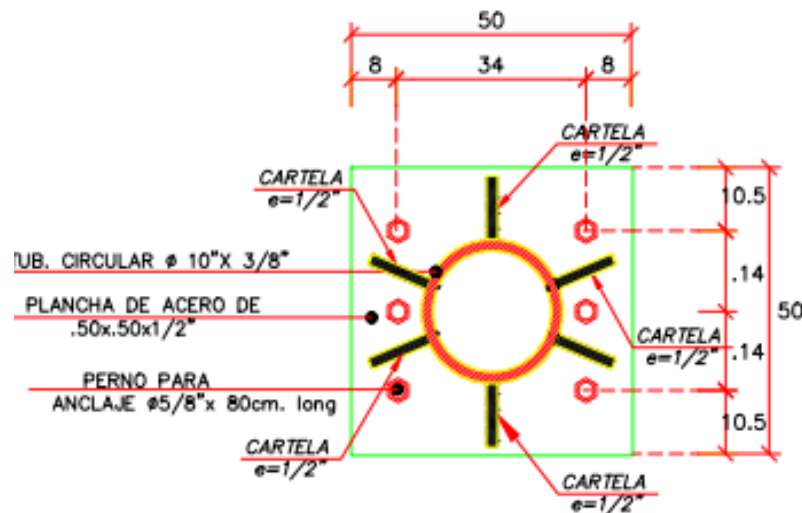


Figura N°115: Detalle de los 6 pernos de anclaje. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

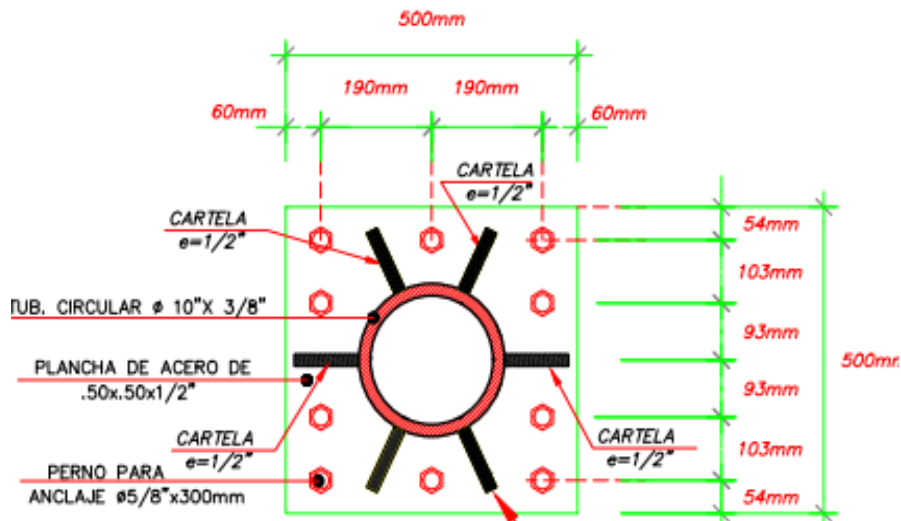


Figura N°116: Detalle de los 10 pernos de anclaje. Fuente: Solpesa SAC. (2023).

## **CAPITULO IV**

### **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

El presente capitulo presenta las conclusiones y recomendaciones que se alcanzan identificar en función de la realización del proyecto de ingeniería.

#### **4.1. CONCLUSIONES.**

Al finalizar el presente informe se concluye lo siguiente.

- En consecuencia, se concluye que se logró presentar el proceso de diseño, en relación al desarrollo arquitectónico y estructural.
- Se concluye que se presentó el proceso de fabricación con las 5 actividades aplicables: habilitado, armado, soldadura, preparación de superficial, proceso de pintado.
- Se concluye que se presentó el proceso de construcción con las 6 actividades aplicables: movimiento de tierra, vaciado de concreto, montaje, soldadura, reparación de pintura, instalaciones.
- Se concluye que se presentó los protocolos de tinta penetrante en el proceso de verificación de calidad, garantizando la soldadura.
- Se concluye que se presentó el proceso de evaluación financiera determinando que el proyecto es viable financieramente a consecuencia de los métodos realizados de financiamiento interno, factoring y crédito bancario.

## 4.2. RECOMENDACIONES.

En la realización del informe se llegó analizar determinadas mejoras que se recomiendan ser puestas en práctica en función de la realización del proyecto.

- Se recomienda usar en el proceso de diseño la metodología BIM, a fin de alcanzar una mejora en el proceso de construcción y facilidad en la gestión del proyecto, asegurando óptimos resultados y productividad en los procesos de fabricación y construcción.
- Se recomienda en el proceso de fabricación la evaluación y selección del personal en cada uno de las actividades, sobre los procedimientos de soldadura (WPS) a fin de disminuir el riesgo de realizar soldaduras fallidas en el proceso de fabricación
- Se recomienda en el proceso de construcción coordinar con el ingeniero estructural y el cliente sobre las características del material que no son disponibles en el mercado. Con el fin, de llevar a cabo las modificaciones en el diseño de la estructura.
- Se recomienda realizar protocolos de radiografías por ultrasonido puesto que exhibe las imperfecciones internas y los resultados son más específicos y exhaustivos para garantizar la calidad de la soldadura.
- Se recomienda utilizar el factoring financiero como una estrategia con el fin de aprovechar su liquidez y administrar de forma más eficiente los recursos financieros.

## BIBLIOGRAFIA.

- Flores Cayllagua, V. (2017). *Filosofía de Diseño Metodo ASD y LFRD*.
- GEPRANA. (2020). *Consultoria Minería y Construcción*. GEPRANA: <https://geprana-peru.com/>
- Instalaciones y Transformaciones Peru SAC. (2005). *Instalaciones y Transformaciones Peru*. Directorio Nacional de Empresas.
- McCormac, J., & Csernak, S. F. (2012). *Diseño de Estructuras de Acero. Quinta Edición*. USA: Alfaomega Grupo Editor S.A.
- Norma Técnica de Edificaciones E.020 Cargas. (4 de Noviembre de 2021). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Obtenido de Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Norma Técnica de Edificaciones E.030 Diseño Sismoresistente. (4 de Noviembre de 2021). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Obtenido de Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Norma Técnica de Edificaciones E.090 Estructura Metálica. (4 de Noviembre de 2021). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Obtenido de Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Rodríguez Peña, D. (2017). *Diseño Práctico de Estructuras de Acero*. Mexico: Limusa.
- Rodríguez Serquen, A. (2016). *Estructuras Metálicas con AISC-LRFD*. Chiclayo: Ediciones Prometeo Desencadenado de Stanley Vega Requejo.
- Salomon, C. G. (2009). *Steel Structures Design and Behavior 5th edition*. Estados Unidos: Prentice hall.
- Silva, S. (Junio de 2005). *tecnología de Nueva Generación Para la Edificación con Estructura Metálicas*. Obtenido de Instituto Politécnico Nacional.
- Solpesa. (2020). *Construcción y Obras Civiles*. Solpesa: <https://solpesa.com.pe/>
- Universidad Peruana Union. (2023). Manual para la presentación del informe de trabajo de suficiencia profesional.

## ANEXOS.

# **ANEXO 01.**

## **PLANOS DE DETALLES ESTRUCTURALES.**

## **ANEXO 02.**

### **DOCUMENTOS TECNICOS.**

## MEMORIA DE CALCULO.

## **ESTUDIO DE SUELO.**

# **ENSAYO DE INSPECCION VISUAL Y LIQUIDOS PENETRANTES EN TALLER.**

# **ENSAYO DE INSPECCION VISUAL Y LIQUIDOS PENETRANTES EN TALLER.**

## **ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO.**

# **ENSAYO DE RESISTENCIA DE COMPRESION DE CONCRETO.**

## **ANEXO 03.**

### **CURRICULUM VITAE.**

## **ANEXO 04.**

# **CERTIFICADO DE TRABAJO.**

## **ANEXO 05.**

# **DOCUMENTOS DE EVIDENCIA.**