

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO CIVIL

“PROCESOS Y CONSIDERACIONES EN LA
FABRICACIÓN Y MONTAJE DE TECHOS
METÁLICOS PARABÓLICOS”

Presentado por el Bachiller:
CHRISTIAN MENDOZA TRIGOSO

ASESOR:
Ing. MARCOS MENDOZA LINARES

CAJAMARCA – PERÚ

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

1. Investigador: **Mendoza Trigo Christian**
DNI: **42130941**
Escuela Profesional: **Ingeniería Civil**
2. Asesor: Ing. Marcos Mendoza Linares
Facultad: **Ingeniería**
3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
PROCESOS Y CONSIDERACIONES EN LA FABRICACIÓN Y MONTAJE DE TECHOS METÁLICOS PARABÓLICOS
6. Fecha de evaluación: **19/09/2023**
7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (ORIGINAL)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: **0%**
9. Código Documento: **D174174493**
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 03/01/2024

 FIRMA DEL ASESOR Marcos Mendoza Linares DNI: 26612819	 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN Dra. Yvonne Ruthiara Linares UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI
---	--

DEDICATORIA

Con todo mi amor y estima, dedico este trabajo a mis amados padres, a mi esposa y queridos hijos, ya que todo esfuerzo que hago es para ellos y por ellos...

A mis amadas abuelas, Victoria y Juana, por los años vividos con gran esfuerzo y dedicación sin medida, por todo sacrificio hecho para que la familia se mantenga unida...

En memoria de mis queridas tías Segunda y Marina, de mis tíos Jaime y Florencio, de mis abuelos Nicandro y Cruz, quienes dejan huella imborrable de superación, ya que siempre fueron un gran ejemplo de vida y lucha por la familia...

Christian Mendoza Trigos

AGRADECIMIENTO

A mi Dios todo poderoso, ya que la fuerza que siempre me ha dado durante el proceso de aprendizaje, ha sido pieza clave para poder avanzar profesionalmente y por siempre colocar a la gente correcta en mi camino...

Infinitas gracias a mi querida esposa e hijos, por el amor que me demuestran día a día, siempre apoyándome y levantándome en los momentos difíciles que nos han tocado vivir...

A mi alma mater, por albergarme en el seno de sus aulas durante la etapa de estudiante, dándome la oportunidad de obtener un mejor futuro para mi familia...

A mi asesor Ing. Marcos Mendoza Linares, que siempre me dio las herramientas para poder enfrentar todos los desafíos que se presentaron durante el desarrollo de este trabajo...

Christian Mendoza Trigos

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iii
INDICE DE TABLAS	viii
INDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	15
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.3 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....	16
1.3.1 HIPÓTESIS GENERAL.....	16
1.3.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA.....	16
1.3.3 DEFINICIÓN DE VARIABLES.....	17
1.3.3.1 VARIABLES INDEPENDIENTES	17
1.3.3.2 VARIABLES DEPENDIENTES.....	17
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.4.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	17
1.4.2 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	18
1.5 ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN.	18
1.6 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.7 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.8 OBJETIVOS	20
1.8.1 OBJETIVO GENERAL	20
1.8.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
1.9 CONTENIDOS.....	21
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	22
2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS.....	22
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONAL	22
2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES	24
2.2 BASES TEÓRICAS.	25
2.2.1 TECHO METÁLICO PARABÓLICO	25

2.2.2 PERFILES DE ACERO	25
2.2.3 CALDERERÍA.....	25
2.2.4 SISTEMA SMAW (Soldadura Arco Metálico con electrodo Revestido)	26
2.2.5 ELECTRODO REVESTIDO	26
2.2.6 APOYO MÓVIL:.....	28
2.2.7 APOYO FIJO:	28
2.2.8 REQUERIMIENTOS	29
2.2.8.1.1 UNIDADES DE MEDIDA	29
2.2.8.1.1.1 TOLERANCIAS DIMENSIONALES	29
2.3 FABRICACIÓN DE UN TECHO PARABÓLICO METÁLICO.....	32
2.3.1 ADQUISICIÓN DE MATERIALES.....	35
2.3.1.1 CERTIFICADOS DE CALIDAD	35
2.3.2 ADMISIÓN DE MATERIALES.....	36
2.3.3 TRAZOS, CORTE Y HABILITACIÓN	36
2.3.4 ARMADO Y APUNTALADO DE ESTRUCTURAS	37
2.3.4.1 PLANTILLAJE.....	37
2.3.4.2 ARMADO Y APUNTALADO	37
2.3.5 SUPERVISIÓN DE ARMADO FINAL.....	37
2.3.6 SOLDADURA COMPLETA DE ESTRUCTURAS.....	38
2.3.6.1 CONTROL DE CALIDAD	42
2.3.7 LIMPIEZA MECÁNICA.....	43
2.3.8 PINTURA DE PROTECCIÓN	44
2.3.9 PINTURA DE ACABADO.....	45
2.3.10 INSPECCIÓN FINAL Y CODIFICACIÓN	46
2.3.11 CARGADO Y TRASLADO HACIA OBRA	46
2.4 PROCESO DE MONTAJE.....	47
2.4.1 ADMISIÓN DE ESTRUCTURAS.....	47
2.4.2 ARMADO EN OBRA	47
2.4.3 INSPECCIÓN DE ESTRUCTURAS	47
2.4.4 PLAN DE MONTAJE DE ESTRUCTURAS	48
2.4.5 REVISIÓN DE MAQUINARIA PARA MONTAJE.....	51
2.4.5.1 GRÚA TELESCÓPICA.....	51

2.4.5.2 TORRE GRÚA	52
2.4.6 REVISIÓN DE EPP DEL PERSONAL DE MONTAJE.....	53
2.4.7 MONTAJE DE TIJERALES.....	54
2.4.8 MONTAJE DE CORREAS	55
2.4.9 MONTAJE DE TENSORES Y ARRIOSTRES	56
2.4.10 MONTAJE DE COBERTURA Y CANALETAS	56
2.4.11 INSPECCIÓN FINAL DE TECHO PARABÓLICO	57
2.5 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	58
2.5.1 TRAZOS, CORTE Y HABILITACIÓN DE MATERIALES.....	58
2.5.2 PLANTILLAJE.....	58
2.5.3 ARMADO Y APUNTALADO.....	58
2.5.4 SOLDADURA COMPLETA DE LA ESTRUCTURA.....	59
2.5.5 LIMPIEZA MECÁNICA.....	59
2.5.6 PINTURA DE PROTECCIÓN	60
2.5.7 PINTURA DE ACABADO.....	61
2.5.8 PLAN DE MONTAJE DE ESTRUCTURAS	61
2.5.9 GRÚA TELESCÓPICA	62
2.5.10 MONTAJE DE TIJERALES.....	62
2.5.11 TIJERALES METÁLICOS.....	62
2.5.12 CORREAS O VIGUETAS	63
2.5.13 TENSORES Y ARRIOSTRES	63
2.5.14 COBERTURA.....	63
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	65
3.1 UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	65
3.1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	65
3.1.2 UBICACIÓN TEMPORAL	66
3.2 METODOLOGÍA.....	66
3.2.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	66
3.2.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	66
3.2.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	67
3.2.4 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	67
3.2.5 POBLACIÓN, MUESTRA, UNIDAD DE ANÁLISIS Y UNIDAD DE OBSERVACIÓN	68

3.2.5.1	POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	68
3.2.5.2	MUESTRA.....	68
3.2.6	UNIDAD DE ANÁLISIS.....	68
3.2.7	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	68
3.2.8	TÉCNICAS Y PROCESAMIENTO DE DATOS.....	70
3.3	PROCEDIMIENTO.....	71
3.3.1	INTRODUCCIÓN AL PROCEDIMIENTO.....	71
3.3.2	MATERIALES USADOS EN TECHOS PARABÓLICOS METÁLICOS.....	71
3.3.3	DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN Y MONTAJE DE TECHOS PARABÓLICOS METÁLICOS DE CELOSÍA.....	76
3.3.3.1	REQUERIMIENTO DE MATERIALES.....	76
3.3.3.2	DISTRIBUIDOR DE MATERIALES.....	76
3.3.3.3	COMPRA DE MATERIALES.....	76
3.3.3.4	RECEPCIÓN DE MATERIALES.....	77
3.3.3.4.1	CERTIFICACIÓN DE MATERIALES.....	78
3.3.3.5	CLASIFICACIÓN DE MATERIALES.....	78
3.3.3.6	REVISIÓN DE DOCUMENTOS DE CARÁCTER TÉCNICO.....	80
3.3.3.6.1	PLANOS DE INGENIERA DE DISEÑO.....	80
3.3.3.6.2	PLANOS DE TALLER PARA FABRICACIÓN.....	96
3.3.3.7	INGRESO A PROCESO.....	121
3.3.3.7.1	PREVENCIONISTA EN TALLER.....	121
3.3.3.8	TRAZADO DE PLANTILLAJE Y ARMADO DE PLANTILLA.....	121
3.3.3.8.1	CONTROL TÉCNICO.....	130
3.3.3.9	CORTES Y HABILITACIÓN.....	131
3.3.3.9.1	ESMERIL, OXICORTE Y PLASMA.....	132
3.3.3.10	ARMADO DE ESTRUCTURAS.....	136
3.3.3.11	LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE JUNTAS.....	142
3.3.3.12	CONTROL TÉCNICO DE ARMADO DE ESTRUCTURAS.....	142
3.3.3.13	PROCESO DE SOLDADURA DE ESTRUCTURAS.....	145
3.3.3.13.1	CONTROL TÉCNICO.....	151
3.3.3.14	LIMPIEZA DE ESTRUCTURAS.....	158
3.3.3.14.1	CONTROL TÉCNICO.....	160
3.3.3.15	PINTURA DE ESTRUCTURAS.....	160

3.3.3.15.1 CONTROL TÉCNICO	162
3.3.3.16 TRASLADO DE ESTRUCTURAS A OBRA	163
3.3.3.17 CONTROL DE RECEPCIÓN EN OBRA	163
3.3.3.17.1 SUPERVISIÓN	163
3.3.3.18 VERIFICACIÓN DE ESTRUCTURAS Y APOYOS	165
3.3.3.19 TRAZO DE ACOPLE DE SEGMENTOS DE TIJERALES	168
3.3.3.20 ARMADO Y VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES.....	169
3.3.3.20.1 CONTROL TÉCNICO	171
3.3.3.21 REVISIÓN DE PLAN DE MONTAJE DE ESTRUCTURAS	172
3.3.3.21.1 CONTROL TÉCNICO	172
3.3.3.21.2 PROCEDIMIENTO PARA MONTAJE DE TIJERALES METÁLICOS PARABÓLICOS.....	173
3.3.3.22 POSICIONAMIENTO DE LA GRÚA	176
3.3.3.23 MONTAJE DE TIJERALES.....	177
3.3.3.23.1 VERIFICACIÓN DE AJUSTE DE PERNOS	181
3.3.3.24 FIJACIÓN Y ESTABILIDAD DE TIJERALES	182
3.3.3.24.1 NIVELACIÓN HORIZONTAL Y CONTROL TÉCNICO.....	182
3.3.3.25 MONTAJE DE VIGUETAS O CORREAS	182
3.3.3.25.1 NIVELACIÓN VERTICAL Y CONTROL TÉCNICO	185
3.3.3.26 MONTAJE DE TENSORES Y ARRIOSTRES.....	185
3.3.3.27 MONTAJE DE COBERTURA	186
3.3.3.27.1 PREVENCIÓN EN CAMPO	188
3.3.3.28 VERIFICACIÓN FINAL DE MONTAJE	188
CAPITULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	189
CAPITULO V, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN	192
5.1 CONCLUSIONES.....	192
5.2 RECOMENDACIONES.....	193
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	194
ANEXOS	196
PLANOS	210

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Tolerancias dimensionales Admisibles de piezas metálicas	30
Tabla 2.	Tolerancias dimensionales en orificios.....	31
Tabla 3.	Tolerancias dimensionales en soldaduras	31
Tabla 4.	PROPIEDADES MECÁNICAS PERFILES LAC ASTM A500.....	72
Tabla 5.	PROPIEDADES MECÁNICAS PERFILES LAC ASTM A36.....	72
Tabla 6.	METAL DE SOLDADURA COMPATIBLE CON METAL BASE.....	1455

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Electrodos revestidos	27
Figura 2.	Proceso de soldadura de estructuras metálicas.....	41
Figura 3.	Herramientas para el proceso montaje	49
Figura 4.	Elementos de amarre y sujeción.....	49
Figura 5.	Equipo para el proceso de montaje.	50
Figura 6.	Protección personal.....	50
Figura 7.	Materiales para proceso de montaje.....	51
Figura 8.	Grúa telescópica.....	52
Figura 9.	Torre grúa.....	52
Figura 10.	Ubicación geográfica del departamento de Cajamarca.....	65
Figura 11.	Descargado de Material, para ser llevado a almacén.	77
Figura 12.	Clasificación y etiquetado de materiales.....	79
Figura 13.	Ángulos estructurales según sus dimensiones.	79
Figura 14.	Configuración de techo metálico parabólico-Planta-Elevación.....	81
Figura 15.	Cuadro de especificaciones técnicas del expediente técnico.....	83
Figura 16.	Tijeral parabólico típico de la estructura metálica.	84
Figura 17.	Detalle típico de armado de tijeral metálico.	85
Figura 18.	Detalle típico de soldadura, incompleto.	85
Figura 19.	Detalle típico de apoyo de tijerales metálicos.	86
Figura 20.	Detalle acople entre plancha de apoyo y tuerca con arandela.....	87
Figura 21.	Configuración de techo metálico parabólico-Isometría y Planta.....	88
Figura 22.	Detalle de sector de tijeral parabólico metálico	90
Figura 23.	Cuadro de especificaciones técnicas de la estructura metálica	91
Figura 24.	Detalles típicos de apoyo fijo y móvil de tijerales metálicos	92
Figura 25.	Detalle y Perfiles del Proceso de Soldadura	94
Figura 26.	Detalles de cobertura metálica y traslucida.....	94
Figura 27.	Plano en planta de distribución de elementos estructurales.....	97
Figura 28.	Imagen referencial TIJERAL TIPO I y especificaciones técnicas	98
Figura 29.	Detalles del diseño geométrico del armado de arcos o tijerales metálicos	99
Figura 30.	Detalle de armado y destaje de celosía del tijeral metálico	102
Figura 31.	Detalle de armado de brida inferior en el eje 1 de los tijerales	102
Figura 32.	Detalle de soldadura en brida inferior de tijeral metálico.....	103
Figura 33.	Detalle típico del apoyo fijo de los tijerales metálicos.....	104
Figura 34.	Detalle de soldadura - viguetas y celosía de tijeral parabólico	106

Figura 35. Imagen referencial de tijeral AM-01 y especificaciones técnicas	107
Figura 36. Plantilla típica de segmento de arco o tijeral, para el trazo y armado del tijeral AM-01.....	108
Figura 37. Detalles de segmento de tijeral y alero con cortes en bridas	109
Figura 38. Detalle ubicación de Cajuela de apoyo y plancha PL-Y y PL-Z.....	111
Figura 39. Detalle de despiece de elementos que conforman cajuelas.....	111
Figura 40. Detalle de perfiles de soldadura deseable y no aceptables.....	112
Figura 41. Detalles de soldadura-cajuelas de apoyo y cartelas	112
Figura 42. Detalles en isometría del armado y soldadura de apoyos de tijerales.....	114
Figura 43. Detalles de la soldadura de la celosía de los tijerales	116
Figura 44. Soldadura de péndolas y tensor central de tijeral	117
Figura 45. Soldadura de bridas, según detalle de apoyos y aleros	117
Figura 46. Detalle de soldadura de bridas, montantes y conectores.....	118
Figura 47. Detalle de acople de segmentos de arco tijeral metálico	119
Figura 48. Detalle del proceso de montaje de viguetas y soldadura	120
Figura 49. Detalle de montaje de tensores entre tijerales	120
Figura 50. Trazado de tijeral metálico típico	123
Figura 51. Colocación de puntos de anclaje para rolado de brida inferior.....	124
Figura 52. Ubicación de celosía de acuerdo al plano de taller	125
Figura 53. Trazado y armado de la plantilla de tijeral metálico	127
Figura 54. Ubicación de los puntos de doblez o rolado de brida inferior	128
Figura 55. rolado de brida inferior del segmento de tijeral metálico	128
Figura 56. Ubicación de la brida superior	129
Figura 57. Armado de montantes y diagonales.....	130
Figura 58. Verificación de medidas de la plantilla	131
Figura 59. Habilitación de celosía para tijeral	132
Figura 60. Corte con esmeril de cajuelas de apoyo	132
Figura 61. Habilitación de celosía de tubos metálicos	133
Figura 62. Corte y habilitado de celosía para tijeral metálico	133
Figura 63. Corte y Habilitado de planchas metálicas para apoyos superiores y cajuelas	134
Figura 64. Proceso de soldadura de tensor con perno roscado.....	135
Figura 65. Armado de tijerales con apuntalado y fijación de piezas.....	137
Figura 66. Producción de tijerales tomando como base la plantilla.....	137
Figura 67. Armado de caras laterales de segmentos de tijeral.....	138
Figura 68. Armado de los aleros de los tijerales según plano de taller.....	139

Figura 69. Armado de segmentos de tijerales completos.....	140
Figura 70. Armado de apoyos superior de tijerales metálicos.....	141
Figura 71. Armado de cajuelas de apoyo de tijerales	141
Figura 72. Control de dimensiones de peralte y espaciamiento de celosía.....	143
Figura 73. Control de conformación de los segmentos de tijerales	144
Figura 74. Soldadura de bridas de tijerales metálicos.....	146
Figura 75. Soldadura en celosía del tijeral parabólico metálico.....	147
Figura 76. Soldadura en celosía de segmentos de tijerales.....	148
Figura 77. Soldadura de juntas en bridas y aleros.....	148
Figura 78. Soldadura de cartelas y planchas de apoyo de tijerales.	149
Figura 79. Soldadura de las cajuelas de apoyos de los tijerales.....	150
Figura 80. Kit Tintes penetrantes para control de calidad en soldadura.....	153
Figura 81. Aplicación de REMOVEDOR O LIMPIADOR en bridas.	153
Figura 82. Aplicación del TINTE PENETRANTE en bridas.....	154
Figura 83. Aplicación del aerosol REVELADOR y resultado.....	154
Figura 84. Kit de tintes penetrantes para control de calidad de soldadura.....	155
Figura 85. Aplicación de REMOVEDOR en apoyo superior de tijeral	156
Figura 86. Aplicación de TINTE PENETRANTE - apoyo superior de tijeral.....	156
Figura 87. Aplicación de aerosol REVELADOR y resultado.....	157
Figura 88. Liquido removedor de oxido para perfiles metálicos.	158
Figura 89. Limpieza de soldadura y estructura con escobilla circular.....	159
Figura 90. Limpieza de la grasa de tuberías con arena	159
Figura 91. Limpieza con removedor de óxido	159
Figura 92. Segmento de tijeral limpios y en proceso de pintura.....	160
Figura 93. Pintura de protección Zincromato y esmalte sintético	161
Figura 94. Aplicación de capa de zincromato base en bridas	161
Figura 95. Aplicación de pintura de acabado - esmalte sintético.....	162
Figura 96. Cargado y traslado de estructura en vehículo de plataforma	163
Figura 97. Descargado de estructuras, con método de rampa y retenida	164
Figura 98. Nivelación de planchas de apoyo y pernos de anclaje, sobre columnas de concretos armado y aplicación grasa grafitada.....	166
Figura 99. Nivelación de planchas de apoyo, sobre columnas de concreto y columnas metálicas-aplicación de grasa grafitada.....	167
Figura 100. Ubicación de acople de segmentos de tijerales parabólicos	168
Figura 101. Acople de juntas de segmentos de tijeral, método mecánico.....	169
Figura 102. Soldadura en juntas de acoples de acuerdo al plano de taller	170

Figura 103. Control de nivelación y terminado de la pintura	171
Figura 104. Imagen referencia del proceso de almacenamiento.....	175
Figura 105. Grúa telescópica para proceso de montaje.....	176
Figura 106. Colocación de eslingas según indicaciones del rigger	177
Figura 107. Montaje de tijerales - I. E. San Marcelino Champagnat	178
Figura 108. Montaje de tijerales – Almacén Semillero - Michiquillay.....	179
Figura 109. Montaje de viguetas por el método de unión y almacenaje.....	183
Figura 110. Montaje de tensores y arriostres.....	185
Figura 111. Montaje de cobertura metálica y traslucida, tipo TR-4	186

RESUMEN

El presente estudio de investigación, se realizó con el fin de proponer procesos constructivos, tomando en cuenta algunas consideraciones que, resultaron eficientes al momento de ser aplicadas, durante los trabajos de fabricación y montaje de los dos techos parabólicos, conformados de perfiles metálicos. Los objetivos alcanzados en esta investigación, han partido desde el análisis de los componentes de los techos metálicos parabólicos, y de sus elementos que lo conformaban. Tomando en consideración los planos de estructuras que se tenían en el expediente técnico, reglamento nacional de edificaciones y otras normas vigentes, se llevó a cabo la elaboración de planos de taller a detalle, teniendo en cuenta, cada uno de los procesos de fabricación, tales como, el trazado y habilitación de los perfiles metálicos, que componen estos techos parabólicos; además, se tuvo en consideración, el uso de protocolos de control de calidad de la soldadura, control de calidad en la aplicación de la pintura de protección y el acabado final. De acuerdo al proceso de fabricación, planteado en los planos de taller, se desarrolló el proceso de montaje, resultando adecuado y seguro, de tal manera que, las estructuras han respondido de una forma correcta, a las fuerzas externas con las que fueron concebidas en su diseño original.

Palabras claves: Procesos, consideraciones, Techo parabólico, fabricación y montaje.

ABSTRACT

The present research study was carried out in order to propose construction processes, taking into account some considerations that were efficient when applied, during the manufacturing and assembly work of the two parabolic roofs, made of metal profiles. The objectives achieved in this research have started from the analysis of the components of the parabolic metal roofs, and their elements that made them up. Taking into consideration the structural plans that were in the technical file, national building regulations and other current regulations, the preparation of detailed workshop plans was carried out, taking into account each of the manufacturing processes, such as such as, the layout and installation of the metal profiles, which make up these parabolic roofs; In addition, the use of welding quality control protocols, quality control in the application of protective paint and the final finish were taken into consideration. According to the manufacturing process, outlined in the workshop plans, the assembly process was developed, proving adequate and safe, in such a way that the structures have responded correctly to the external forces with which they were conceived in its original design.

Keywords: Processes, considerations, parabolic roof, manufacturing and assembly.

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

“La importancia de conocer el procedimiento constructivo de una obra, y cuáles son los elementos de mayor trascendencia en ella, como son la elaboración de planos, memorias descriptivas y de cálculo, estudios previos y especificaciones; dichos elementos deben ser estudiados antes del inicio de la obra. Esto permitirá que el personal conozca el proyecto y analice si éste cumple con lo establecido, para que, de esta manera, se prevean los errores que se puedan presentar, evitarlos y garantizar una buena calidad de obra”. (Capistran Fabela – Arrieta Medina, 2010)

“Es importante identificar los problemas y necesidades, durante la ejecución de los procesos para la fabricación de estructuras metálicas, si es que se llega a cumplir o no, con todas las normas de construcción y si el proceso actual es eficiente o genera inconvenientes. Mediante el manejo de encuestas a trabajadores entre ellos, soldadores y armadores, los cuales se encargan de realizar la producción de vigas, columnas, placas base, conectores, y demás elementos que conforman una estructura metálica, se evidenció que, no tenían un protocolo o algún modelo de gestión de recursos, en el que pudieran basarse para la fabricación de los elementos metálicos, obteniendo comentarios de que, realizaban toda la fabricación de elementos metálicos, de acuerdo al material disponible en taller, dependiendo las medidas en los planos o las que les proporcionara el ingeniero a cargo; esto, sin un orden de producción y de prioridades para el proceso de montaje; generando pérdidas económicas y pérdida en la gestión del tiempo. (Pinos Labanda, 2021).

“Uno de los problemas más comunes para la instalación de una estructura metálica, es la falla en la construcción de los dados que soportarán las columnas. En ocasiones, después de que obra civil realiza trabajos de cimentación y preparación de tierra, donde se construirá la edificación a desarrollar, es común encontrarse que, algunos dados donde se ubicarán las columnas que soportan la edificación no estén bien alineados; o los anclajes presenten desviaciones debido al efecto del concreto al momento del vaciado.

Estos problemas sino se detectan y corrigen a tiempo, nos generarán más problemas, debido a que estas desviaciones se repartirán y multiplicarán a lo largo de la estructura, obligándonos a hacer ajustes que no teníamos considerados”. (Alhelí Navarro, 2021).

“Elegir adecuadamente el proceso de soldadura, significa garantizar la calidad de las estructuras metálicas o sus derivados, evitando pérdidas económicas, materiales e inclusive garantizar la salud de las personas”. (Cruz, 2017).

“Debido a que los procesos de soldadura se han masificado, surgieron varias organizaciones dedicadas a establecer lineamientos con esta industria, con el propósito, de asegurar que se diseñen y produzcan bienes soldados seguros y confiables, entre estos organismos se destacan la AWS, ANSI, ASME.” (Bonilla, 2007).

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

En la ejecución de la fabricación y montaje de techos metálicos parabólicos, se han encontrado una serie de inconsistencias en el producto final, consecuencia de la mala interpretación de los planos de taller, normas vigentes, etc.

Tomando como referencia la Problemática, se plantea la siguiente pregunta:

¿Cuáles son los procesos, que se deben tener en cuenta, durante la fabricación y montaje de techos metálicos parabólicos?

1.3 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.

1.3.1 HIPÓTESIS GENERAL

La incorporación de procesos y consideraciones, en la fabricación y montaje de techos metálicos parabólicos, permitirá mejorar una ejecución eficiente.,

1.3.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA

- A través de los procesos y consideraciones, en la fabricación y montaje de techos metálicos parabólicos, mejoran los procesos constructivos.

- Los planos de taller, el plan de trabajo, normas de construcción vigentes y el control técnico, mejoran la fabricación y montaje de techos metálicos parabólicos, cumpliendo con la calidad requerida en los expedientes técnicos y lo normado.
- Los procesos adecuados de fabricación y montaje usados en taller y obra, mejoran el rendimiento y la calidad de la producción, en la fabricación y montaje de techos metálicos parabólicos.

1.3.3 DEFINICIÓN DE VARIABLES

1.3.3.1 VARIABLES INDEPENDIENTES

- Los procesos y consideraciones.
- Fabricación y montaje.

1.3.3.2 VARIABLES DEPENDIENTES

- Control técnico de fabricación y montaje eficiente.

1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

1.4.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

En la actualidad, el avance de la tecnología para la construcción, ha progresado exponencialmente, de la misma manera, lo han hecho los procesos en la fabricación y montaje de techos parabólicos metálicos. En nuestro medio, la construcción de estructuras con perfiles de acero, se han visto incrementadas, tanto en el sector público, como en el sector privado; en consecuencia, el diseño de estas estructuras, se han hecho mucho más frecuentes; por lo que, ha sido importante contar con información específica, acerca de estos procesos constructivos, teniendo siempre en consideración la documentación apropiada de carácter técnico, tales como, expedientes técnicos y normas vigentes, que sirven como base para el desarrollo de, planos de taller y procedimientos para la fabricación y montaje de estos techos metálicos, además, se garantiza la optimización en los procesos, disminuyendo los costos a través de la selección adecuada de estos mismos; de manera que, explorar e investigar sobre este tipo de procesos, considerando los medios

necesarios para su aplicación, aporta más conocimiento y conciencia, para que la construcción de estas estructuras, sean más seguras, funcionales y factibles para nuestra sociedad en general.

1.4.2 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

Esta investigación se ha realizado, porque existe la necesidad, de identificar las posibles fallas durante los procesos de fabricación y montaje de techos metálicos parabólicos, para esto, ha sido importante y necesario el desarrollo de planes de trabajo, enmarcando todas las etapas que comprenden esta fase durante la ejecución de la obra, para que secuencialmente, se lleven a cabo correctamente todos los procesos constructivos y de montaje, teniendo también, la posibilidad de corregir algunas fallas que pudieran haber existido en la elaboración de los expedientes técnicos, lo cual ha sido posible mejorar, con ayuda del control técnico adecuado, tomando como base las consideraciones indicadas en las normas vigentes, garantizando y asegurando la completa funcionalidad de la estructura metálica de los techos.

1.5 ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN.

Se evaluaron los procesos y consideraciones, durante la fabricación y montaje de 02 techos metálicos parabólicos. Tales como:

- ✓ Elaboración de planos de taller.
- ✓ Proceso de habitación y corte de perfiles metálicos.
- ✓ Proceso de armado de estructuras.
- ✓ Proceso de soldadura en juntas.
- ✓ Proceso de limpieza.
- ✓ Proceso de la aplicación de pintura de protección y pintura final.
- ✓ Elaboración de un plan de montaje de estructuras metálicas.
- ✓ Proceso de traslado de estructuras a obra para montaje.
- ✓ Proceso de montaje de estructuras metálicas.
- ✓ Control técnico durante todos los procesos.

1.6 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- El presente trabajo de investigación se ha desarrollado, en la provincia de Cajamarca, región Cajamarca, en la República del Perú.
- El objeto de estudio, son dos techos metálicos parabólicos tangibles, que se han ejecutado en la provincia de Cajamarca.
- Esta tesis, se ocupó solamente de la investigación de techos parabólicos conformados por perfiles metálicos, que han sido soldados bajo el sistema SMAW.
- Se realizó exclusivamente el análisis de los procesos y consideraciones para la fabricación y montaje de techos parabólicos metálicos.

1.7 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- La Norma E090 DE ESTRUCTURAS METÁLICAS, CAPÍTULO 13, FABRICACIÓN, MONTAJE Y CONTROL DE CALIDAD, carece de información, acerca de los procesos de armado y montaje de estructuras metálicas, teniendo como base, solamente procesos de habilitación y requerimiento de materiales, dejando el montaje de las estructuras a criterio del fabricante.
- La resistencia a la adopción de nuevos procesos de fabricación, por parte de los fabricantes de techos parabólicos, prefiriendo procesos tradicionales que, muchas veces resultan erróneos durante la construcción.
- La falta de equipos especiales, para el control técnico de verificación de tolerancias durante la fabricación, dado por deficiencias en las especificaciones técnicas de los expedientes técnicos, que no consideran estos controles durante la etapa de fabricación.
- La falta de vías de acceso apropiadas a las obras, teniendo muchas dificultades para el transporte de materiales y traslado de las grúas.

1.8 OBJETIVOS

1.8.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar los procesos y consideraciones, en la fabricación y montaje de 02 techos metálicos parabólicos, en la provincia de Cajamarca.

1.8.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Se plantean como objetivos específicos, a ser cumplidos en el presente trabajo, los siguientes:

- Analizar la composición estructural de dos techos metálicos parabólicos construidos en Cajamarca.
- Proponer el uso de planes de trabajo, enmarcando todas las fases del proceso de fabricación y montaje de los techos metálicos parabólicos.
- Analizar y plantear, procesos usados en taller y obra, habiendo tomado en consideración documentación técnica, para la fabricación de elementos que conformaron los techos metálicos parabólicos, de la misma manera, durante los procesos de montaje.
- Considerar el control técnico adecuado, en la elaboración de planos de taller, para la fabricación de elementos estructurales que componen los techos parabólicos.

1.9 CONTENIDOS

La tesis presentada está organizada en 05 Capítulos, los cuales se encuentran organizados de la siguiente manera:

Capítulo I: Este capítulo abarca los componentes del Planteamiento del problema, Formulación de problema, Hipótesis de la investigación, Justificación de la investigación, Alcances de la investigación y Objetivos.

Capítulo II: Este capítulo abarca el marco teórico, integrando los antecedentes teóricos, internacional y nacional; asimismo, contiene las bases teóricas, las cuales integran todos los procedimientos que se debe seguir para el desarrollo y entendimiento de este trabajo; además, la definición de términos básicos.

Capítulo III: MATERIALES Y MÉTODOS: En este capítulo se indica la ubicación geográfica, en donde se desarrolló la investigación de la tesis, además, de las diferentes etapas del proceso constructivo de 02 techos parabólicos metálicos, tomando como referencia estructuras fabricadas que están en funcionamiento.

Capítulo IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS: En este capítulo, se ha realizado el análisis y discusión de los resultados, obtenidos de la investigación de los procesos de fabricación de estructuras metálicas.

Capítulo V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES: En este capítulo, se presentan las conclusiones, luego de haber considerado la investigación, del proceso constructivo de 02 techos parabólicos metálicos en la región de Cajamarca, además se dan algunas recomendaciones, para el mejoramiento de la ejecución de este tipo de estructuras. Así mismo, se presentan las referencias bibliográficas y anexos.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS.

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONAL

- **Ana Carolina Gavidia González y Ana Maricela Subía Sánchez (abril 2015)**, en la ciudad de Quito – Ecuador, para su trabajo de tesis llamada “ELABORACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE FABRICACIÓN Y MONTAJE DE UNA ESTRUCTURA DE ACERO PARA UN EDIFICIO TIPO”, en su CAPITULO 2 y ALCANCES, en los cuales se expone la manera de cómo se deben llevar a cabo los procesos de fabricación y montaje de estructuras metálicas, teniendo en contemplación, las características de los componentes que forman parte del sistema estructural, así como también la contingencia a considerar durante el desarrollo de los trabajos, para la protección del personal obrero.
Por otro lado, detalla los procedimientos y requerimientos que debe satisfacer el personal, materiales, equipos y herramientas que intervendrán en las diferentes labores que impliquen la fabricación y montaje de estructuras metálicas.
- **O. I. Peshkovski y V. B. Yakubovski (1978)**, Rusia, en la publicación de su libro “PRODUCCIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS”, el cual es un manual, que examina algunos de los problemas y errores referentes a la producción de estas estructuras, así como también, los procedimientos y procesos que se utilizan en este campo de la construcción: tales como, ingreso y procesos de calderería de los materiales, las uniones de los elementos o perfiles metálicos, utilizando soldadura, remaches, pernos o tornillos, ensamblaje de los elementos estructurales, y lo más importante, una adecuada protección de las estructuras metálicas ante los procesos inevitables de la oxidación, lo cual podría terminar en corrosión, dado por intemperismo, agentes químicos o minerales que afecten los perfiles metálicos.

- **Sandra Fabiola Silva Esteban (junio 2005)**, México D. F., en su trabajo de tesis profesional, “TECNOLOGÍA DE NUEVA GENERACIÓN PARA LA EDIFICACIÓN CON ESTRUCTURAS METÁLICAS”, en su capítulo VIII, PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURA METÁLICA, hace referencia, a todas las etapas que se tienen que considerar para llevar a cabo los procesos de fabricación y montaje, comenzando con la selección e inspección de las herramientas y equipos necesarios para los trabajos de soldadura.

También menciona que, para realizar los procedimientos, se debe preparar el terreno o área en donde se llevarán a cabo estos trabajos, siempre con la guía de un supervisor y agenciándose de planos de taller, que contemplen todas las acciones de fabricación, pasando por la verificación de anclajes, plomeado de columnas metálicas, si es que se consideraran en la estructura; además, acerca de los trabajos de habilitado de los materiales, tales como, las planchas metálicas que servirán para conexión de las estructuras, el habilitado de vigas, viguetas, etc., para lo que, se debe contar con un plano topográfico con los datos exactos de las luces entre apoyos que se tendrán que cubrir.

Para los trabajos de armado y soldadura, se tiene que tener en cuenta los trazos y niveles, teniendo en cuenta la orientación y ubicación de los elementos estructurales.

Para el montaje se hace referencia a algunas consideraciones al elegir la maquinaria (grúas) que se utilizara en este proceso.

- **Capistran Fabela y Arrieta Medina (2010)**, México D. F., en su trabajo de tesis profesional, “CONTROL DE CALIDAD Y PROBLEMAS DE FABRICACIÓN Y MONTAJE EN LA CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS”, plantea como objetivo, presentar las fallas ocurridas durante los procesos constructivos de estructuras metálicas, y el control de calidad que se debe llevar a cabo en estas. Realiza un análisis de la importancia de cada uno de los procesos, antes de iniciar los trabajos de construcción, comenzando desde el estudio y reconocimiento del lugar de la obra, la construcción de las bases, el montaje de las estructuras, el montaje de coberturas y llegando hasta la entrega final del proyecto.

En su trabajo de investigación, demuestra que, las fallas durante los procesos constructivos, se deben al incumpliendo de la planificación de los trabajos, o durante los procesos de fabricación de estructuras; menciona también, que estos errores, deberían prevenirse durante la etapa del diseño, ya que muchos de estos errores, son evidenciados al momento de llevar a cabo la construcción, ya sea por la falta de documentación técnica, estudios previos para el proyecto o falta de experiencia en el área.

2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES

- **Yurico Gabriel Huamán (2016)**, Huancayo - Perú, en su trabajo de tesis profesional, DISEÑO DE UN PROCESO DE FABRICACIÓN DE ESTRUCTURA METÁLICA EN LA EMPRESA METAL MECÁNICA FIXER SERVICIOS GENERALES SAC, en su capítulo II, describe los métodos o procedimientos durante la fabricación y el montaje de edificaciones metálicas, de la misma manera, las apreciaciones que se deben tener en cuenta para las piezas que componen dicha edificación, así como también un análisis de la prevención y seguridad durante el proceso de construcción.
- **David Junior Morales Yovera, (2019)**, Piura – Perú, en su trabajo de tesis profesional, “OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE MONTAJE DE ESTRUCTURAS EN UNA REFINERÍA”, en su capítulo III y IV, hace referencia a que, valiéndose de nuevos procesos, se puede llegar a optimizar el tiempo de montaje de estructuras metálicas, así como también el tiempo de servicio del personal, sin dejar de lado la calidad del trabajo a realizar.
- **Juan Carlos Arias Rosales, (2017)**, Huancayo – Perú, en su trabajo de tesis profesional, “APLICACIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD EN LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS DE LA UNIDAD MINERA SANTANDER” hace mención que, en estos últimos años la actividad de la industria de la construcción, ha pasado por varios cambios importantes, debido a la utilización y distribución del acero para la fabricación de estructuras metálicas, siendo el principal cambio, el reemplazo de estructuras de

soporte de columnas y vigas de concreto armado, por columnas y vigas de perfiles de acero, lo cual conlleva a que, de acuerdo al uso de este tipo de material, implica el uso de soldadura, motivo por el cual se debe prestar especial atención a los procesos de fabricación en todas las etapas de la construcción, además del proceso de montaje de los diferentes componentes estructurales.

2.2 BASES TEÓRICAS.

2.2.1 TECHO METÁLICO PARABÓLICO

Los techos metálicos curvos, son estructuras tridimensionales, que adoptan formas curvas, a menudo generadas por elementos metálicos estructurales, como cerchas o vigas, que siguen patrones curvos. Estas formas curvas pueden proporcionar un enfoque estético único y permitir una distribución de carga y una resistencia estructural eficientes. "Arquitectura. Forma, Espacio y Orden". (Francis D. K. Ching, 2002).

2.2.2 PERFILES DE ACERO

Los perfiles de acero, son productos laminados en caliente o conformados en frío que, tienen secciones transversales cuyas dimensiones y configuración, difieren de aquellas obtenidas en formas estándar, tales como planchas, fierro liso, ángulos, tubos y canales. Estos perfiles son utilizados principalmente en aplicaciones estructurales y pueden ser utilizados para transmitir cargas, resistir fuerzas o proporcionar un soporte funcional en la construcción de utilizar en techos parabólicos. (ASTM A6/A6M, 2017).

2.2.3 CALDERERÍA

La calderería también se conoce como pailería, permite la producción de piezas únicas (fabricación y montaje de estructuras metálicas y componentes), por lo que es un proceso que puede adaptarse a diferentes tipos de proyectos (corte, doblado, soldadura y ensamblaje), desde estructuras metálicas, tales como techos metálicos. (Círculo de Universidades UAIII, 2021).

2.2.4 SISTEMA SMAW (Soldadura Arco Metálico con electrodo Revestido)

Este sistema, utiliza una fuente de calor (arco eléctrico) y un medio gaseoso generado por la combustión del revestimiento del electrodo, produciéndose la fusión del metal de aportación y la pieza. Se utiliza una máquina de soldar de corriente continua (C. C) o corriente alterna (C. A), con cables conductores, del electrodo a la pieza. Este circuito se cierra al hacer contacto la pieza con el electrodo. Este sistema se caracteriza por su versatilidad y economía. Este proceso puede aplicarse en la unión de diferentes metales, trabajos pequeños, o de gran envergadura. (Maya, 2010).

2.2.5 ELECTRODO REVESTIDO

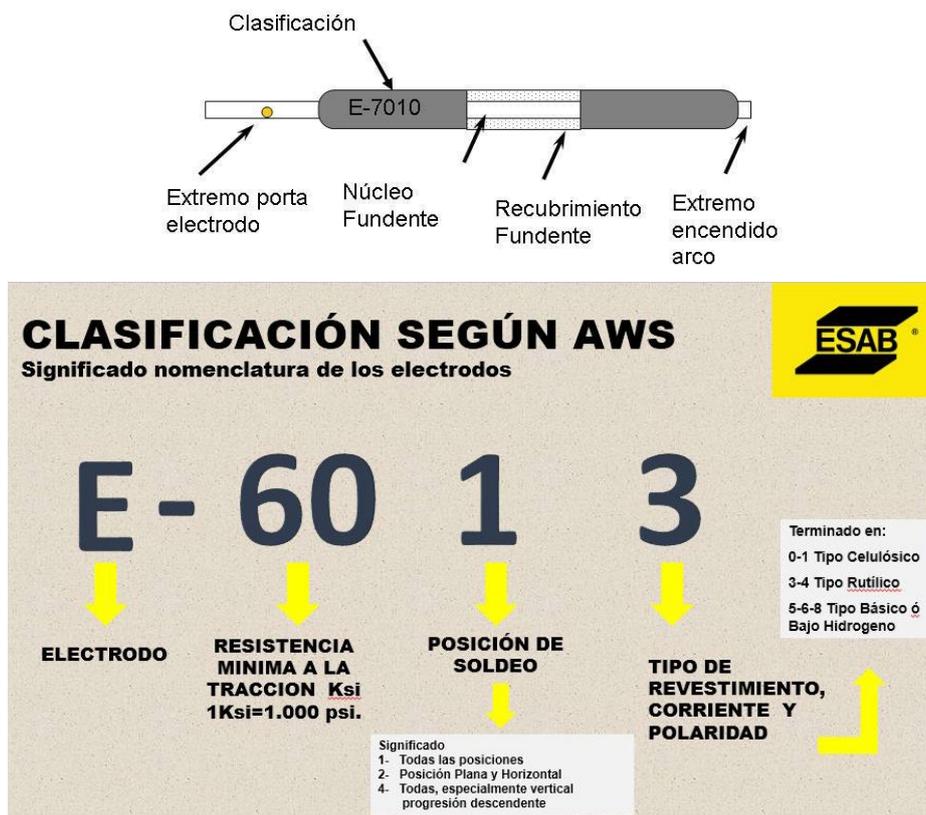
Posee un núcleo metálico, con revestimiento de un lado y desnudo del otro, para fijarlo en el porta-electrodo. El núcleo metálico es un material de aporte. Su composición química varía y su selección se hace de acuerdo al material de la pieza a soldar. El revestimiento dirige el arco, conduciendo a una fusión equilibrada y uniforme, crea una atmosfera de gases evitando el acceso de oxígeno y de nitrógeno durante el soldeo, formando una escoria que evita el enfriamiento, además, contiene determinados elementos para obtener una buena fusión con los distintos tipos de metales y Estabiliza el arco. Los diámetros comunes son 3/32", 1/8", 5/32", 3/16" y 1/4" (Gaxiola–Maya 2010).

- “Los electrodos **E-6010**, están recubiertos con sodio con alto contenido de celulosa. Pueden usarse para soldar en todas las posiciones con corriente directa de polaridad invertida. Son adecuados en forma óptima para la soldadura vertical y la soldadura hacia arriba, así como para algunas aplicaciones con láminas metálicas”.
- “Los electrodos **E-6011**, están recubiertos con potasio de alto contenido de celulosa. A veces, se les describe como la contraparte del tipo E-6010. Las características de trabajo de los electrodos son bastante semejantes; empero, los electrodos E-6011, pueden usarse con resultados igualmente buenos, con corriente alterna o con corriente directa. Estos electrodos, producen un potente arco excavador, que da como resultado una penetración profunda. Si bien el recubrimiento de los electrodos E-6011 es

ligeramente más grueso que de los electrodos E- 6010, la escoria resultante y los perfiles de los cordones son similares”.

- “Los electrodos **E-7018**, son de diseño de bajo hidrogeno, y tienen un recubrimiento de 30% de hierro pulverizado. Estos electrodos, trabajan ya sea con CA o con CD de polaridad invertida. Tienen todas las características de los electrodos de bajo hidrogeno, los que producen soldaduras sólidas y confiables en aceros difíciles, tales como, los de recubrimiento, ligeramente más grueso y con contenidos de hierro pulverizado, los hacen generalmente más fáciles de usar que los otros tipos de bajo hidrogeno. Por estas razones, son los electrodos que más se usan”. (Lozano – León, 2019).

Figura 1. Electrodos revestidos



(Fuente ESAB, 2022)

Electrodos para soldar acero al carbono

Clasificación AWS	Tipo de Revestimiento	Corriente y Polaridad	Posición a soldar
E-6010	Celulósico Sódico	CC.EP.	P.V.SC.H.
E-6011	Celulósico Potásico	CA.CC.EP.	P.V.SC.H.
E-6012	Rutilico Sódico	CA.CC.EN.	P.V.SC.H.
E-6013	Rutilico Potásico	CA.CC.AP.	P.V.SC.H.
E-7014	Rutilico H.P.	CA.CC.AP.	P.V.SC.H.
E-7015	Rutilico Sódico B.H.	CC.EP.	P.V.SC.H.
E-7016	Rutilico Potásico B.H.	CA.CC.EP.	P.V.SC.H.
E-7018	Rutilico Potásico B.H.-H.P.	CA.CC.EP.	P.V.SC.H.
E-6020	Oxido de Hierro	CA.CC.AP.	P.H. Filete
E-7024	Rutilico H.P.	CA.CC.AP.	P.H. Filete
E-7027	Oxido de Hierro H.P.	CA.CC.AP.	P.H. Filete
Nomenclatura	CC: Corriente Continua	EP: Electrodo Positivo	P: Plana
HP: Hierro en Polvo	CA: Corriente Alterna	EN: Electrodo Negativo	V: Vertical
BH: Bajo Hidrógeno	AP: Ambas Polaridades	SC: Sobrecabeza	H: Horizontal

(Fuente: Luis Suárez, 2018)

2.2.6 APOYO MÓVIL:

Si la estructura en donde se apoyan los tijerales, es de columnas de acero estructural o concreto, el tijeral del techo, podrá apoyarse directamente por medio de planchas superpuestas que serán deslizantes o móviles. Este tipo de apoyos tiene la ventaja de permitir desplazamientos entre la estructura principal y los tijerales del techo. (Cruz-Figueroa-Hernández, 2012).

2.2.7 APOYO FIJO:

La ventaja de este tipo de apoyo de tijerales, es que el operario montajista puede apoyar directamente el tijeral sobre el apoyo. Este tipo de apoyo está conformado por dos planchas metálicas, una sobre otra, con la particularidad de que, en este apoyo no se permite desplazamientos en su eje longitudinal, ya que los orificios en la plancha inferior, son del mismo diámetro que los orificios de la plancha superior. (Cruz-Figueroa-Hernández, 2012).

2.2.8 REQUERIMIENTOS

2.2.8.1.1 UNIDADES DE MEDIDA

Estas unidades de medida, son la matriz establecida en los planos a una escala determinada, las cuales indican la magnitud de las diferentes piezas durante la fabricación, que servirán para llevar a cabo la habilitación de los elementos tales como, bridas, diagonales, montantes, conectores, cartelas, pernos de anclaje, etc, que conformarán la estructura del techo parabólico. El sistema internacional de unidades (SI, por sus siglas) define la unidad de referencia de cada medida. (Aporte del autor, 2023).

2.2.8.1.1.1 TOLERANCIAS DIMENSIONALES

Los elementos que conforman los techos parabólicos metálicos, se deben ajustar a tolerancias dimensionales al momento del proceso de fabricación, las cuales deben estar precisadas en los planos (Carolina Gavidia y Maricela subía, 2015) y deben ser las siguientes:

- Se puede admitir una variación de 1.0 mm en la magnitud integral de la pieza terminada, que conformará la estructura y en donde se llevará a cabo la conexión con otras piezas. Se podrá usar cualquier técnica de corte, que permita dar el acabado final a las piezas o elementos indicados en los planos.
- Las piezas metálicas que resulten habilitadas sin un acabado final de corte, que se conectaran a otras piezas metálicas que conforman la estructura, podrán variar en su dimensión en no mayor de 2.0 mm en piezas de más o menos 9.0m de largo y no mayor de 3.0 mm para piezas mayores a 9.0m de longitud.
- Las piezas metálicas que resulten con un acabo final dentro de las tolerancias permitidas, no deben presentar deformaciones por torsión, rebabas, cortes inexactos, escotaduras; de no ser así, no se debe permitir el uso de estos elementos y desecharlos.
- Las vigas y armaduras detalladas sin especificación de contraflecha se fabricarán de manera que, después del montaje, cualquier contraflecha debida al laminado o fabricación de taller quede hacia arriba.

- Todos tijerales que no indiquen alguna condición de contraflecha durante su fabricación, si esta es por segmentos, se tendrá que considera en el proceso de montaje de manera que esta quede hacia arriba.
- En el caso de que en los planos se den especificaciones de contraflecha para la fabricación, se admitirá una variación den el proceso de fabricación en taller u obra de $0/+(13 \text{ mm para piezas metálicas de más o menos } 15.0\text{m}), \text{ ó } 0/+13 \text{ mm} + 3.2 \text{ mm por cada } 3.0 \text{ m o fracción de esto, en exceso de } 15,0 \text{ m})$ para los elementos sobre los 15.0 m.
- En caso de alguna deficiencia durante el proceso de fabricación en los peraltes de las armaduras, se generará un mal acople en el sector de unión de armaduras o tijerales. Si se presentara una variación en el peralte de las armaduras para este caso en juntas soldadas, se puede llevar a cabo ajustes para que el acople sea correcto, respetando el espaciamiento para llevar a cabo la soldadura y los requisitos que se indican en la norma AWS. (Carolina Gavidia y Maricela subía, 2015).
- Las tolerancias entre bordes de orificios en planchas metálicas, se pueden considerar las siguientes:

En pieza metálica $0/+3\text{mm}$ y en planchas metálicas $0/+4\text{mm}$.
- Tolerancia dimensional de piezas metálicas, se muestra en **Tabla 2.1**.

Tabla 1. Tolerancias dimensionales Admisibles de piezas metálicas

TOLERANCIAS ADMISIBLES	
Dimensión en mm	Tolerancia
Hasta 1000	± 2.00
De 1001 a 3000	± 3.00
De 3001 a 6001	± 4.00
De 6001 a 10000	± 5.00
De 10001 a 15000	± 6.00
De 15001 a 25000	± 8.00
De 25001 a más	± 10.00

Fuente: Adaptado de Carolina Gavidia y Maricela subía, 2015

- Tolerancia en orificios en planchas metálicas, se muestra en **Tabla 2.2.**

Tabla 2. Tolerancias dimensionales en orificios

TOLERANCIA EN ORIFICIOS		
Ø de agujero en mm	Alineamiento y espaciamiento en mm	Ø para pernos de anclaje y tornillos en mm
11	± 1.00	± 1.00
13, 15, 17	± 1.50	
19, 21, 23	± 2.00	
25, 28	± 3.00	

Fuente: Adaptado de Carolina Gavidia y Maricela subía, 2015

- Tolerancias dimensionales en soldadura, se muestra en **Tabla 2.3.**

Tabla 3. Tolerancias dimensionales en soldaduras

TOLERANCIAS	
Dimensión en mm	Tolerancia en mm
Hasta 15	± 0.50
De 16 a 50	± 1.00
De 51 a 150	± 2.00
De 151 a más	± 3.00

Fuente: Adaptado de Carolina Gavidia y Maricela subía, 2015

2.3 FABRICACIÓN DE UN TECHO PARABÓLICO METÁLICO

La fabricación de un techo parabólico metálico es el desarrollo del trabajo de producir y construir un techo de este tipo utilizando planchas, pernos y perfiles de metal, cuyas uniones son conectadas por soldadura, además se considera una cobertura, que podría ser metálica, resina, plástico, etc. Este tipo de edificación se utiliza principalmente en una variedad de estructuras, tales como estadios deportivos, coliseos, galerías comerciales, hangares de almacenamiento y edificios industriales.

De acuerdo a la complejidad de la realización de estos trabajos el proceso de fabricación de esta estructura metálica se necesita tener conocimientos técnicos y habilidades para la calderería, tales como usar las herramientas para corte, conformar y soldar el metal de manera precisa y segura.

Para realizar los trabajos de fabricación, primero se tiene que determinar el lugar en donde se harán estos procesos, si es que se harán en obra habilitando un taller provisional o en un taller particular.

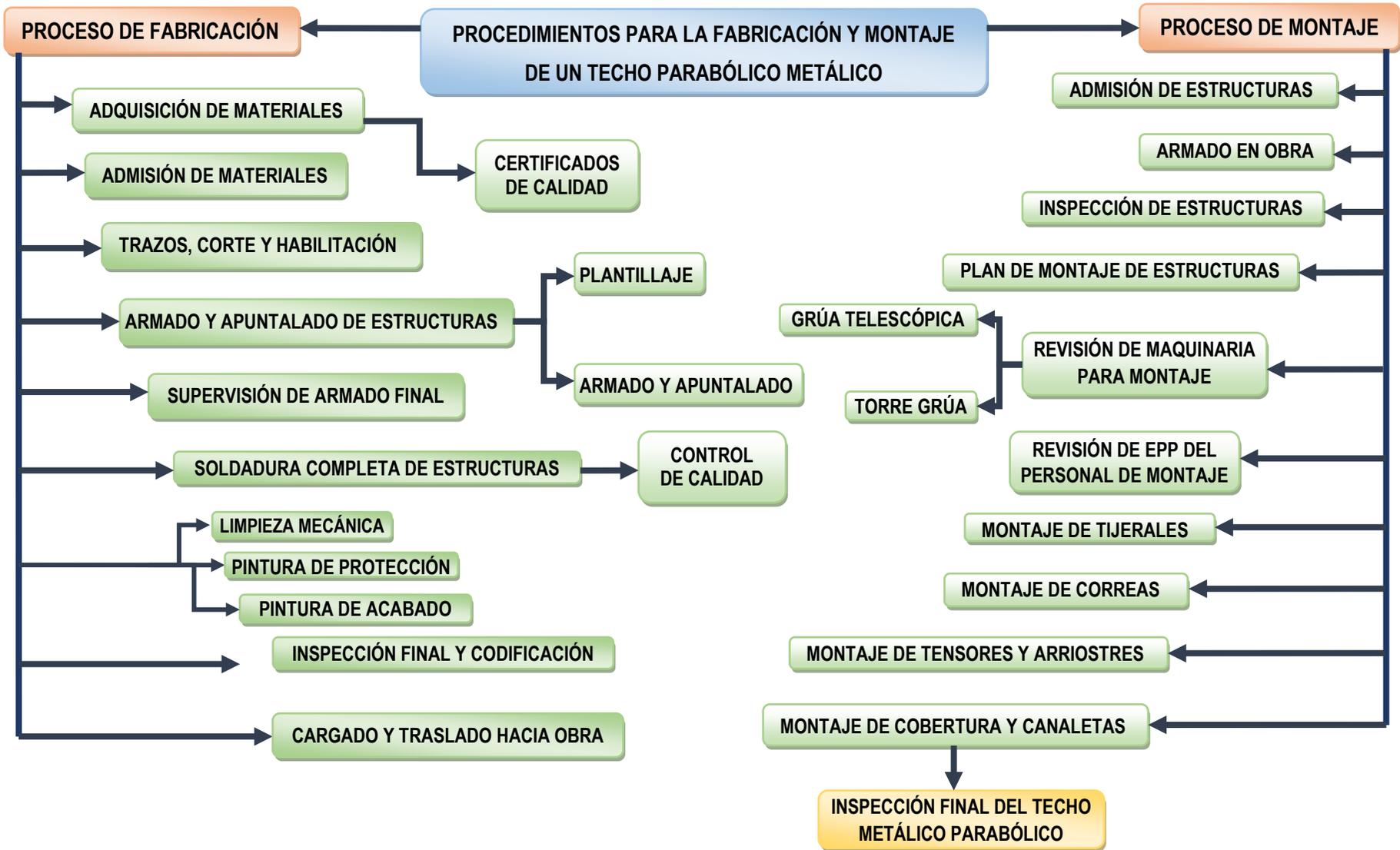
Si es que los procesos de fabricación se ejecutan en obra o en un taller particular, es primordial que se debe contar con zonas especializadas para desarrollar cada procedimiento y fundamental la utilización de equipos especiales homologados para estas actividades y tratar de no caer en el uso de equipamiento y herramientas “hechizas”.

Por otro lado, se debe disponer de personal calificado para realizar estas actividades específicas, sin dejar de lado el control técnico ejercido por el profesional a cargo del control de calidad de la obra, con la inspección perseverante de todos los procesos de fabricación de cada elemento estructural, contando con los respectivos certificados de calidad de los materiales empleados y el cumplimiento de todas las especificaciones técnicas de expediente técnico.

Por lo que es primordial que la zona para el trabajo de fabricación, tiene que ser un lugar que ofrezca comodidad y cumplir con todas las normas de seguridad necesarias; de esta manera se asegura que la ejecución de este tipo de estructuras, ofrezca buena calidad y alta confiabilidad, que respaldaría la naturaleza para lo que fue concebido el diseño de esta construcción. (Adaptado de Gavidia – Subía, 2015)

Se hace necesario que para una mejor comprensión de los procedimientos a seguir en la fabricación y montaje de un techo parabólico de estructura metálica se elabora el siguiente flujograma:

Flujograma 2.1. procedimientos para la fabricación y montaje de un techo parabólico metálico



2.3.1 ADQUISICIÓN DE MATERIALES

Para realizar la adquisición de materiales, se deberá tener en cuenta las dimensiones, tolerancias, juntas y ajustes que deben tener las piezas, evitando desperdicios; desde el punto de vista estructural y económico, el material deberá ajustarse a las medidas comerciales, entendiendo por esto las medidas estándar de fabricación de cada pieza o elemento necesario para la estructura. (Villaseñor Ruiz, 1990).

2.3.1.1 CERTIFICADOS DE CALIDAD

Se habla de la certificación de calidad, cuando un grupo de empresas ofrecen materiales y servicios, garantizando que sus productos se ajustan a los requerimientos de las normas vigentes, ganándose la confianza de sus posibles clientes.

El certificado de calidad, siempre debe garantizar que, un producto o servicio cuenta y cumple con los requisitos mínimos de calidad exigidos por el cliente. Se trata de una certificación que da una institución independiente y externa a la empresa que lo solicita. (Rolando Sarabia, 2020)

De pretender utilizar algún material que carezca de certificación de calidad, se realizan pruebas de laboratorio, evaluando sus características y propiedades que, aseguren el cumplimiento con los requisitos de calidad y seguridad necesarios para la fabricación de este tipo de estructuras. Por ejemplo, pueden realizarse pruebas de resistencia ya que con estas pruebas se evalúa la resistencia del material a la tracción, compresión, flexión y otros tipos de cargas. Se presentan algunas certificaciones para materiales de construcción, equipos y herramientas. (Alejandra Reyes, 2023)

- Certificado de calidad ISO: “Cuyas siglas lo identifican como la Organización Internacional de Normalización, ya si se tiene esta certificación se puede garantizar que los materiales cumplen con estándares de calidad y seguridad”.

- Certificado CE: “Cuyas siglas lo identifican como Conformidad Europea, ya que si se tiene esta certificación se puede garantizar que estos productos (por ejemplo, herramientas y equipos) cumplen con los requisitos de seguridad y salud establecidos por la Unión Europea”.
- Certificado UL: “Cuyas siglas lo identifican como Underwriters Laboratories o Laboratorio de Suscriptores, lo que garantiza que una herramienta o equipo cumple con estándares de seguridad eléctrica y de incendios”.

2.3.2 ADMISIÓN DE MATERIALES

Luego del proceso de adquisición de los materiales, viene la etapa de la admisión de estos; considerando que, todo material abastecido en el taller de fabricación de estructuras metálicas, será verificado y registrado debidamente por el personal de control de calidad, cuidando que cumpla con las especificaciones técnicas del expediente técnico y lo establecido en la norma E.090 de estructuras metálicas y ASTM. (Gerdau Corsa, 2019).

2.3.3 TRAZOS, CORTE Y HABILITACIÓN

El proceso de los trazos se debe llevar a cabo, de acuerdo a las indicaciones que se tienen en los planos de taller, marcando justamente en donde se deben realizar los cortes o perforaciones de los perfiles que conforman los tijerales, cartelas que conforman las cajuelas de apoyo, las planchas de apoyo de los tijerales, correas, pernos de anclaje, tensores y arriostres.

El proceso de cortes se lleva a cabo de acuerdo a los trazos hechos, utilizando herramientas de corte como esmeriles, oxicorte o corte por plasma, esto de acuerdo al tipo de pieza que será utilizada para la conformación de la estructura, considerando el control de tolerancias, caso contrario, se puede desbastar con disco de desbaste y de ser necesario el rellenar con soldadura.

La habilitación de los materiales, enmarca a los dos procesos mencionados anteriormente, tras una inspección de las piezas, se verificará si es que necesitan ser corregidas, ser limpiadas de rebabas o ajustarse a las medidas del plano de taller, además de tener en cuenta, las cantidades de piezas de cada tipo para la conformación de tijerales, viguetas o correas, apoyos, arriostres, tensores, etc. (Gerdau Corsa, 2019).

2.3.4 ARMADO Y APUNTALADO DE ESTRUCTURAS

2.3.4.1 PLANTILLAJE

El plantillaje, básicamente consta en realizar los moldes de las estructuras que se tienen en los planos de taller (tijerales), teniendo en consideración, los nudos y las cartelas de unión. Cada elemento plantillado llevará una marca de identificación. Se realizan los orificios en las planchas y su posición final exacta.

El trazado de las plantillas, lo realizan los operarios armadores, tendiendo en consideración los planos de taller y las tolerancias permitidas por la normativa vigente. (Gabolobo, 2014).

2.3.4.2 ARMADO Y APUNTALADO

Para iniciar el armado de los elementos que conforman la estructura, se debe considerar lo indicado en planos de taller, revisando cortes, dimensiones, materiales y cantidades para la conformación de los elementos. Si el material a usar tiene deformaciones, será reemplazado antes de comenzar el armado. Siempre se debe utilizar la plantilla para mantener la precisión del armado.

Los puntos de soldadura de apuntalado, se colocarán en zonas en donde no interfiera con en el proceso de soldadura final o completa, en todo caso, se rebajará hasta que el cordón final o completo sea por encima. (Gerdau Corsa, 2019).

2.3.5 SUPERVISIÓN DE ARMADO FINAL

Para la supervisión de armado final, se debe considerar los siguiente:

- Revisar constantemente los planos de taller, dimensiones, cantidades de material, posición final en el elemento con la finalidad de evitar errores.
- El uso de moldes y plantillas, garantiza la exactitud de la forma requerida en planos de taller.
- Los materiales deben ser adheridos al realizar soldadura de apuntalado.
- Verificar los niveles en empalmes y juntas.

(Gerdau Corsa, 2019).

2.3.6 SOLDADURA COMPLETA DE ESTRUCTURAS

Tomando en consideración los planos de taller y contractuales, en donde, deben estar indicados todos los procedimientos de soldadura típica y específica, se realiza el proceso de soldadura completa, evitando de esta manera, deformaciones excesivas en los elementos, considerando las indicaciones de longitudes de soldaduras efectivas.

La simbología de la soldadura, que se indiquen en los planos de taller, serán los de la Sociedad Americana de Soldadura (AWS).

Los electrodos utilizados para el proceso de soldadura completa, cumplirán con la última edición de la Sociedad Americana de soldadura (AWS).

Para realizar el proceso de soldadura completa, según Gerdau Corsa, 2019, tener presente las siguientes consideraciones:

- Almacenamiento y control de equipo de soldadura y materiales.
 - Realizar manteniendo constante del equipo de soldadura y accesorios, verificando su buen estado.
 - Almacenar correctamente los electrodos para la soldadura.
- Condiciones de material de fabricación. Tener control sobre el corte de biseles.
- Proceso de armado y soldadura. Controlar forma de biselado y disposición de soldadura, dimensiones, altura de cordones.
- Conocer las funciones específicas de cada operario. Esto con el fin de ubicar al personal en zonas en donde se puedan desenvolver de forma correcta y segura.
- Mantener comunicación bidireccional con el personal, con el objetivo de obtener información de los avances de la fabricación, y disposición de materiales y consumibles.
- Soldador homologado: Este tipo de operarios, deben estar debidamente certificados, con homologación en procesos de soldadura, con actualización permanente, tal y como lo establece el AWS.

- Máquinas de soldar. Las máquinas de soldar tienen que tener la capacidad suficiente para realizar los trabajos de soldadura, con eficacia y seguridad requerido por las normas vigentes.
 - Se debe mantener en constante vigilancia la temperatura de almacenamiento, de los electrodos, ya que no pueden permanecer a menos de 32°C.
 - La elección de los electrodos a emplear en la soldadura, debe estar en función al material, y elemento que se requiera soldar, además, tener en consideración el amperaje usado en la máquina, esto según el fabricante del electrodo, así como también las posiciones indicadas en la norma AWS.
- Para el proceso de soldadura.
 - Cumplir con el acabado de los cordones según planos de taller.
 - Nunca realizar procesos de soldadura, cuando el material permanezca mojado ya sea por lluvia, nieve o granizo.
- Condiciones de soldadura.

Tolerancia en filetes.

Espesor de parte unida más delgada, mm	Tamaño mínimo de soldadura de filete ^[a] mm
Hasta 6 inclusive	3
Entre 6 y 13	5
Entre 13 y 19	6
Mayor que 19	8

Fuente: (Gerdau Corsa, 2019).

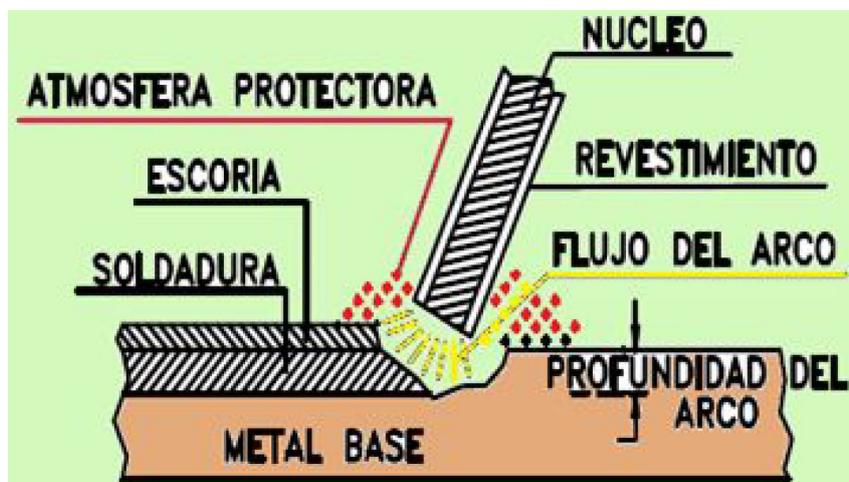
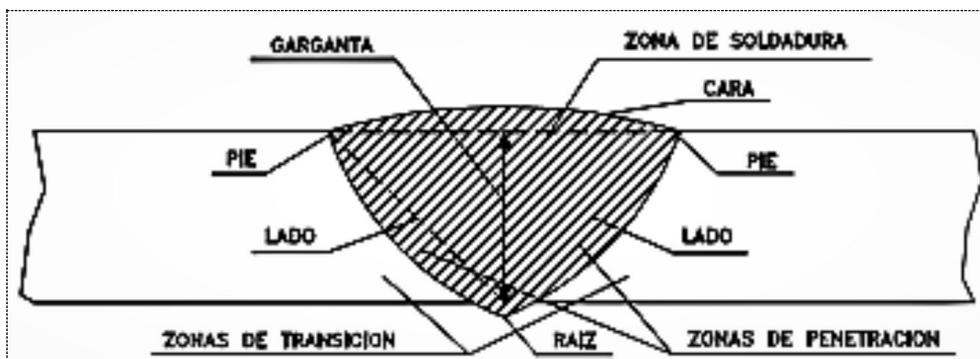
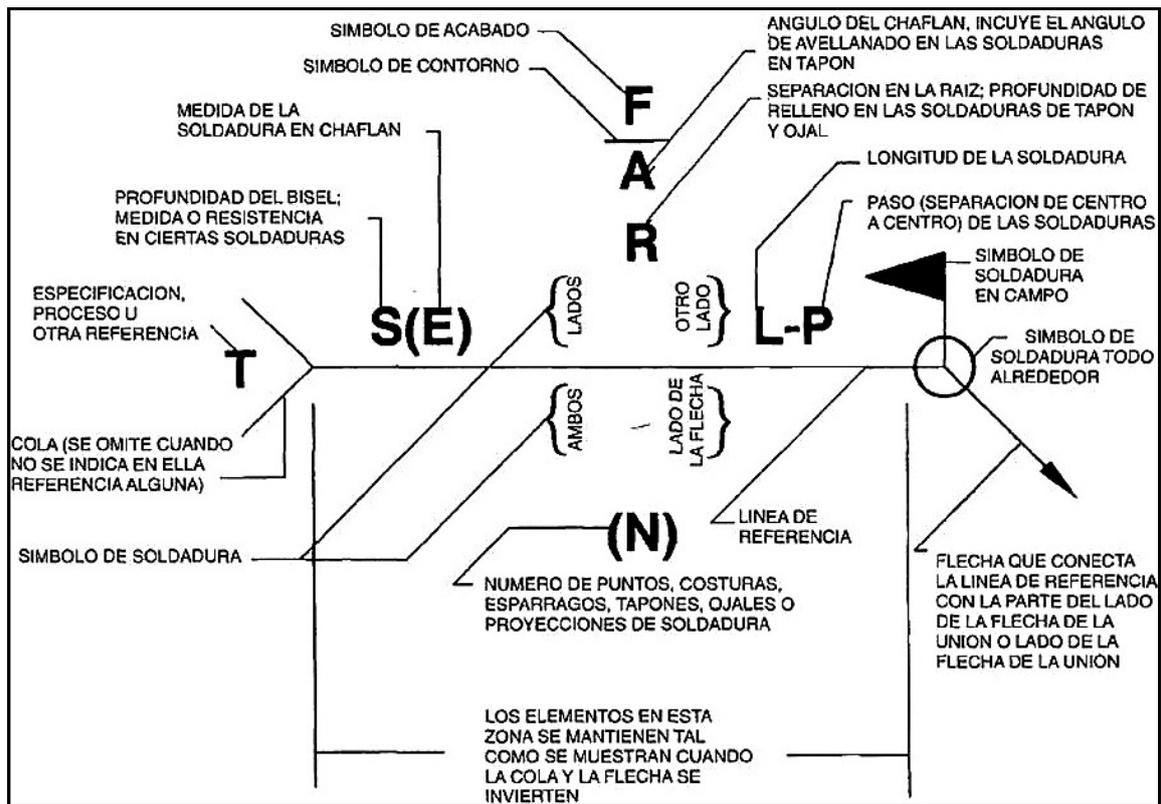
- El uso de esmeriles, cinces y escobillas metálicas, es recomendado para el rebaje de condones o corrección de errores.

TIPO DE DEFECTO	PROCESO DE REPARACIÓN
RUPTURA.	Prueba de ultrasonido (ruptura interna), o prueba con líquidos penetrantes (ruptura superficial) , revisar el rango de aceptación, luego remover la ruptura por ambos lados 50mm de profundidad con arc-air, de manera que la apertura tenga una forma del fondo de un barco. Luego soldar nuevamente, y realizar la prueba nuevamente.
DEFECTOS POR DERRETIMIENTO, FUSIÓN ESCORIA ENVUELTA. POROS.	Las piezas que fueron rechazadas, por la prueba de ultrasonido, revisar el rango. Luego de remover la ruptura por ambos lados 50mm de profundidad con arc-air, de manera que la apertura tenga una forma del fondo de un barco, luego soldar nuevamente, y realizar la prueba nuevamente.
HOYOS.	Remover con arc-air y volver a soldar.
GRIETAS.	Si la grieta es poco profunda se pule la superficie hasta dejarla lisa. En caso de ser profunda, rellenar con soldadura y luego pulir con pulidora.
TRASLAPE, EXCESO DE CORDÓN, DEFECTO DE CORDÓN CRÁTER.	Pulir con pulidora, hacer acabado o remover con arc-air y soldar de nuevo.
FALTA DE CORDÓN. FALTA DE DISTANCIA.	Aumentar soldadura hasta llegar a la medida requerida.

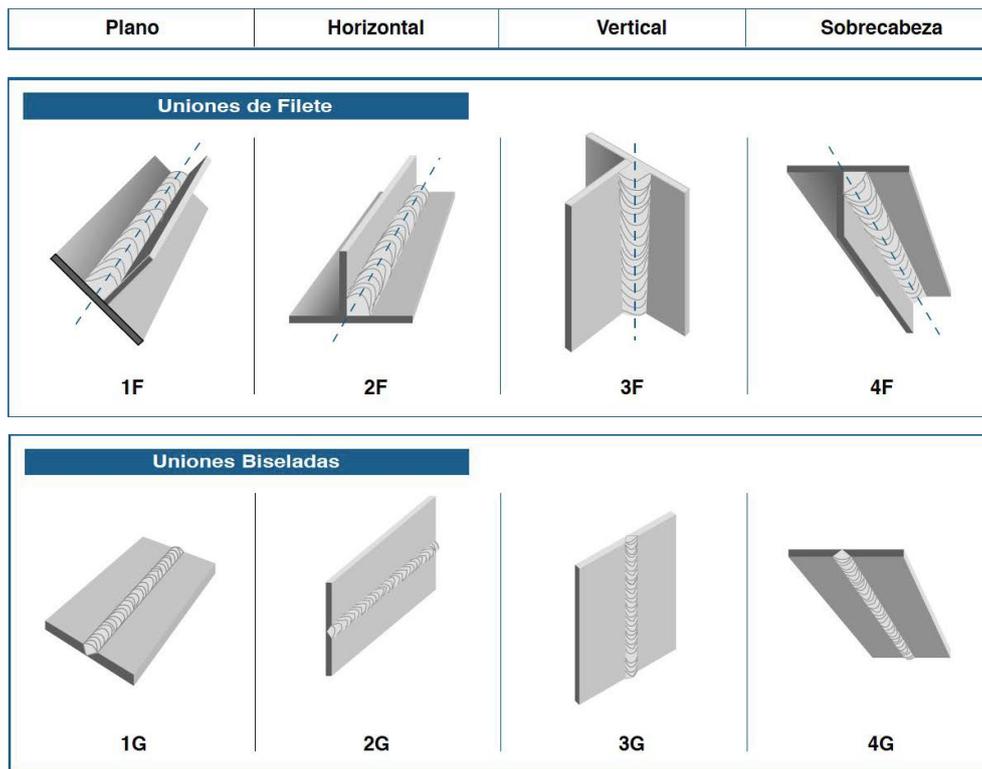
Fuente: (Gerdau Corsa, 2019).

Para el proceso de soldadura, se verifica en el plano de taller, el cumplimiento de la Norma E.090 estructuras metálicas, Capítulo 10, sección 10.2.6, tabla 10.2.6. Se considera para esta tesis, el sistema de soldadura SMAW (Shielded Metal Arc Welding – Soldadura de Arco con electrodo revestido).

Figura 2. Proceso de soldadura de estructuras metálicas.



POSICIONES DE SOLDADURA



En las **Figuras 2**, se observa la simbología que deben incluir los planos de taller, las partes de un cordón de soldadura, la acción de cómo se produce el arco eléctrico durante el proceso de soldadura, además, de las posiciones de soldado en el sistema SMAW.

2.3.6.1 CONTROL DE CALIDAD

Finalizado el proceso de soldadura completa, de los elementos que conforman la estructura, se realiza el control del proceso, con la revisión de cada junta soldada, considerando las dimensiones de la soldadura, comprobando que no existan distorsiones que excedan a las permitidas; todo esto, según indicaciones de las normas vigentes. (Gavidia – Subía, 2015).

Este control de calidad tiene varios métodos, esto de acuerdo a la estructura a fabricar y pueden ser: por ultrasonido, radiografía y tintes penetrantes, siendo este último el más común para este tipo de estructuras, mediante documentos de protocolos.

2.3.7 LIMPIEZA MECÁNICA.

La limpieza mecánica, es el proceso a seguir después de llevar a cabo la soldadura final, mediante este trabajo se logra eliminar suciedad, óxido, escoria producto de la soldadura y algunas otras impurezas que se encuentren sobre la superficie de la estructura metálica. Existen algunos métodos para realizar esta labor de limpieza mecánica, siendo los más comunes en nuestro medio:

Arenado: Es un proceso de limpieza que puede realizarse previo al recubrimiento de pintura, que consiste en la abrasión de la superficie de los metales.

Actualmente, se están usando otros componentes para este proceso, ya que la arena es considerada nociva para la salud de los operarios. Algunos de los abrasivos empleados son microesferas de vidrio, silicatos de aluminio, granalla de inoxidable, abrasivo plástico, escoria de cobre, granalla metálica, etc. Este proceso tiene la capacidad de eliminar la oxidación de los metales.

“Para este procedimiento de arenado de metales es necesario de un equipamiento adecuado, el chorro con arena es posible realizarlo con diversas máquinas, el abrasivo se puede realizar gracias al aire comprimido o por impulsión de turbina, también puede ser en seco o húmedo y el método puede ser por succión o presión directa”. (Prosoldes, 2022).

Escobilla de copa: “Estos cepillos, están contruidos con alambre de acero templado, dispuestos en atados individuales en forma de trenza compacta, lo que los hace ideales para trabajos donde se requiere alta agresividad, como en limpieza de cordones de soldadura, en la fabricación y montaje de tuberías de oleoductos; para trabajos duros de remoción de óxido y corrosión; para quitar recubrimiento de conductores eléctricos, etc”. (Aranda Welding S.A.C, 2021).

Removedor de óxido: El Removedor de óxido, se puede usar en todo tipo de estructuras metálicas, expuestas a agentes oxidantes, y puede utilizarse puro o mezclado con agua, lo cual permite eliminar el óxido del acero; para mejor efecto, se deja reposar durante 10 a 15 minutos, pudiendo ser retirado con un paño húmedo y luego secar por completo. Forma una película blanquecina que protege el acero, con lo cual queda listo para aplicar la pintura de protección inmediatamente. (Valca Corporation, 2022).

2.3.8 PINTURA DE PROTECCIÓN

La pintura de protección, solo se suministrará cuando la superficie esté libre de óxido, polvo, grasa u otros desechos. Se aplica por capas sobre toda la estructura metálica; proceso a seguir para proteger del óxido, que podría derivar en la corrosión de los perfiles metálicos, cartelas y planchas de apoyo; esto, con el fin de extender la vida útil de estos. La aplicación de esta pintura de protección está en función a las condiciones que se tengan, por ejemplo, ambientales, el clima y el uso de la estructura. (Aporte del autor, 2023).

Algunos productos de protección que existen en el medio son:

Pintura Zincromato epoxi: “Este tipo de recubrimiento, está constituida básicamente de resinas alquídicas y pigmentos inhibidores de la corrosión, que se aplica sobre la estructura metálica, la cual pasa por un proceso de solidificación y forma una capa protectora. Se utiliza en ambientes de uso intenso y temperaturas de entre 5°C a 45°C, siendo el tiempo de secado aproximadamente al tacto, de 40 minutos y su aplicación es con brocha, rodillo o pistola de pintar, por lo que, se recomienda aplicar una capa aproximada de 3 a 4 mils”. (Chemifabrik, 2022).

Pintura Anticorrosiva: “La pintura anticorrosiva, se utiliza para dar una primera capa de protección e imprimación, a las estructuras o cuerpos metálicos. Para su aplicación se usan métodos de pintado tradicional con brocha o rodillos, métodos de inmersión o métodos de aspersión. El objetivo principal de la pintura anticorrosiva, es impedir la oxidación de materiales como el acero y, a su vez, ayudar a que una superficie ofrezca las condiciones propicias, para ser pintada con otras pinturas de acabado. Lo recomendable es aplicar la pintura anticorrosiva considerando un mínimo de 10°C y un máximo de 35°C de temperatura ambiente. Para aplicaciones exteriores y ante amenaza de lluvia, se considera que el producto requiere de 6 horas como mínimo de secado, para no ser afectado por la lluvia. En cuanto al tiempo de espera, con buenas condiciones ambientales, se seca al tacto en 3 horas; para aplicar la pintura de acabado se debe esperar 6 horas; y el secado completo se obtiene en 7 días”. (Sodimac, 2023).

2.3.9 PINTURA DE ACABADO

La pintura completa o final, depende de lo indicado en los planos de arquitectura, la cual debe aplicarse después del secado completo de la pintura de protección. Esta pintura, además de dar un acabado estético a la estructura, también sirve como protección ante los agentes externos que podrían dañar los materiales, tales como: lluvia, temperaturas altas y bajas, rozamientos, etc. Esta pintura generalmente usada en el medio local sería Esmalte sintético o Gloss. (Aporte del autor).

Algunas de estas pinturas que existen en el medio local son:

Pintura de Esmalte sintético: “Hecho a base de resina alquídica, pigmentos orgánicos e inorgánicos, solvente alifático, secante libre de plomo. Cuenta con aditivos UV (ultravioleta), los cuales otorgan mayor resistencia a los rayos solares, disminuyendo significativamente la pérdida de color con el paso del tiempo. La aplicación de esta pintura puede ser con brocha, rodillo o pistola para pintar, cuyo tiempo de secado al tacto es de 4 - 6 horas, y el repintado es de 12 horas, con un espesor recomendado de película seca por capa de 1.5 a 2.0 mils”. (Anypsa, 2023).

Pintura Gloss:

“Producto versátil elaborado con resina de copolímero hidroxilado, pigmentos orgánicos e inorgánicos, que al ser aplicadas hacen de este producto ideal para la línea automotriz, estructuras metálicas, madera, etc., proporcionando una película de alta calidad y excelente resistencia a la luz e intemperie.

Para Superficies Metálicas de Hierro / Acero es conveniente arenar según norma SSPC - SP6 (superficies nuevas) y un arenado comercial SSPC - SP2 o SSPC - SP3 (superficies antiguas) aplicar previamente una Base Zincromato. La aplicación de esta pintura puede ser con brocha, rodillo o pistola para pintar, cuyo tiempo de secado al tacto es de 20 - 30 minutos, con un espesor recomendado de película seca por capa de 1.5 a 2.0 mils”. (Anypsa, 2023).

2.3.10 INSPECCIÓN FINAL Y CODIFICACIÓN

Luego de haber terminado el proceso de la aplicación de la pintura de acabado, y de haber transcurrido el tiempo de secado completo indicado por el fabricante, se realizan pruebas del espesor de la pintura, según especificaciones técnicas del expediente técnico. Estas pruebas se pueden hacer con un equipo especial para medir espesores de películas de pintura (micrómetro).

En cada una de las piezas preparadas en el taller, se marca o codifica con pintura, la identificación correspondiente, con la que ha sido designada en los planos de taller para el armado de los distintos elementos.

Del mismo modo, cada uno de los elementos terminados, lleva la marca o codificación de identificación prevista en los planos de taller, para determinar su posición relativa en el conjunto de la obra. (Gabolobo, 2014).

2.3.11 CARGADO Y TRASLADO HACIA OBRA

Para el cargado y traslado hacia obra, se debe realizar un plan de envío, con el fin de no aglomerar las estructuras, evitando que se rayen o sufran deformaciones durante el cargado y pronto traslado, teniendo en consideración, cuñas de madera para evitar el desplazamiento de la carga. El cargamento siempre debe estar cubierto para proteger de la lluvia y el polvo. (Gerdau Corsa, 2019).

- **Sintetizado:** hacer uso responsable de las normas de tránsito, para el correcto traslado y seguridad.
- **Preparación para traslado a obra:** Tener en consideración el sentido del tránsito, para evitar retrasos y embotellamientos.
- **Proceso de traslado:** El traslado del taller a la obra, se realiza utilizando cama bajas o tráiler de plataforma abierta.
- Durante el transporte de la carga, considerar un plan de contingencia, en el caso de surgir alguna emergencia que represente retrasos para este proceso. (Gerdau Corsa, 2019).

2.4 PROCESO DE MONTAJE

2.4.1 ADMISIÓN DE ESTRUCTURAS

Para la admisión de las estructuras, se debe contar con la presencia del maestro general de obra, quien se encargará de verificar la cantidad y número de piezas a almacenar, de acuerdo a su marca establecida en taller.

Es estrictamente necesario la capacitación del personal, durante y en proceso de almacenamiento de la carga, la cual se realizará con la ayuda de grúas o elementos adecuados, de acuerdo al peso a maniobrar, con la utilización de fajas de alta resistencia apropiado para este tipo de trabajos.

Es necesario el almacenamiento, cerca de la posición de montaje de cada elemento estructural. (Gavidia – Subía, 2015).

2.4.2 ARMADO EN OBRA

Durante este proceso, se ensamblan cada una de las piezas fabricadas en el taller, considerando que, cada pieza debe ubicarse de acuerdo a su marcado en taller, y encajar correctamente, para poder conformar así los tijerales completos del techo parabólico, realizando uniones definitivas.

Las uniones definitivas, que se realizaran con la soldadura, deben permanecer sin ningún movimiento, para garantizar un buen enfriado de las juntas, consiguiendo exactitud en cada posición final de los elementos estructurales; de esta manera se facilitan los trabajos de soldeo completo de la estructura.

La fijación de los elementos conformantes de los tijerales, se realizan mediante puntos de soldadura temporal, asegurando la correcta configuración de la estructura. Estos puntos temporales de soldadura, pueden llegar a fundirse durante el proceso de soldadura definitiva o completa. (Gabolobo, 2014).

2.4.3 INSPECCIÓN DE ESTRUCTURAS

Este proceso de inspección garantiza que, durante el armado y soldeo final de la estructura, se han cumplido con las especificaciones técnicas y requisitos establecidos en su diseño, obteniendo una estructura correctamente conformada y funcional. A través de este control, utilizando diferentes métodos (controles de armado, controles de pintura, etc.), se evita la aparición de

posibles fallas en la funcionalidad de la estructura completa, demandando reparaciones durante su tiempo de servicio. Resulta muy importante, realizar los controles mediante Ensayos No Destructivos, a través de los cuales, se verifica la correcta ejecución de las uniones soldadas. (TÜV SÜD, 2023).

Durante la inspección de la estructura metálica en obra, se verifica que este completa, con los perfiles y cartelas metálicas que contempla el plano de taller, además de que no falte ningún proceso de soldadura, ni pintura. También se verifica que las planchas de apoyos del tijeral, los pernos de anclaje y tuercas con arandelas, estén completos y en su posición correcta, en donde se acoplará el tijeral al momento del montaje. Existen dos tipos de apoyos, los cuales son apoyo móvil y apoyo fijo. (Cruz-Figueroa-Hernández, 2012).

2.4.4 PLAN DE MONTAJE DE ESTRUCTURAS

Es de suma importancia planificar el orden, la cantidad, tipo y la ubicación de cada elemento estructural durante el proceso de montaje, esto con el fin, de no tener grupos de trabajo queriendo realizar la misma actividad, dejando de lado otras de vital importancia. Es primordial, realizar una planificación de actividades, para optimizar tiempo y esfuerzo durante el proceso de montaje, llevando a cabo un trabajo óptimo y seguro. (Anclaf, 2022).

Planificación: Antes de dar inicio al proceso de montaje de estructuras metálicas, se debe realizar la planificación de todas las etapas que comprenden al proyecto. Teniendo en consideración, la revisión de los planos de taller y diseño, además de las especificaciones técnicas de la estructura. (Navarro, 2022).

El contenido de un plan de trabajo, puede incluir algunos gráficos que muestren el paso a paso de las operaciones durante esta labor, tales como en acople y posición final de los tijerales, correas, tensores, etc. Además, debe considerarse una relación de las maquinaria, herramientas, equipos y materiales que se utilizaran durante este proceso de montaje. (Invassat, 2022).

- **Herramientas necesarias para montaje de estructuras:** Esmeril angular de 5", escuadra, nivel de mano, comba 4 libras, grifas, tecele, sogas, wincha, llaves mixtas, cordel de nylon, cincel de metal, llave dinamométrica, etc.

Figura 3. Herramientas para el proceso montaje



- **Elementos de amarre y sujeción.** Eslingas, cadenas, cinchas, ganchos, pestillos, pinzas, mordazas.

Figura 4. Elementos de amarre y sujeción.



Fuente: Invassat, 2022.

- **Equipos para montaje de estructuras:** Máquina de soldar.

Figura 5. Equipo para el proceso de montaje.



Fuente: Miller, 2022

- **Protecciones personales.** Casco, guantes, calzado, arnés, gafas, polainas, etc.

Figura 6. Protección personal.



Fuente: Invassat, 2022.

- **Materiales para montaje:** Tuercas, arandelas, conexiones provisionales o tensores provisionales y soldadura.

Figura 7. Materiales para proceso de montaje.



Fuente: Aceros Arequipa, 2021.

2.4.5 REVISIÓN DE MAQUINARIA PARA MONTAJE

Para el Montaje de los tijerales parabólicos, es necesario contar con una grúa telescópica o una torre grúa.

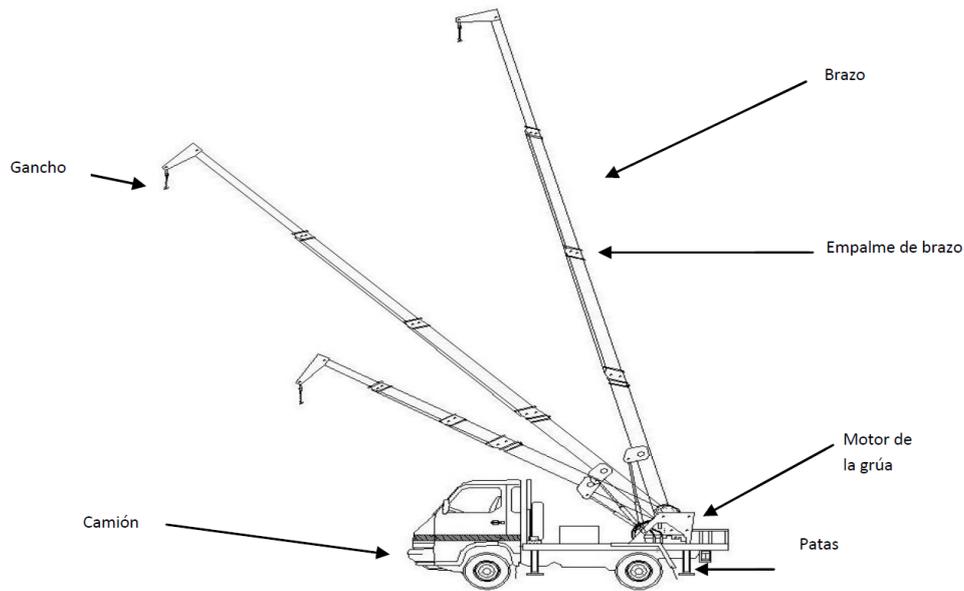
2.4.5.1 GRÚA TELESCÓPICA

La pluma telescópica retráctil por secciones de esta grúa, está compuesta por tubos rectangulares de acero de alta resistencia. “Las grúas telescópicas, resultan fundamentales para operar con cargas pesadas en muchos sectores, como el naval, el industrial o el de la construcción, pues permiten izar, extender o girar diferentes cargas a distintos radios y con gran velocidad”. (Rocesan, 2023).

Para esta máquina de montaje, se debe elaborar un Check List de montaje de cargas, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones: Capacidad de elevación, estado de cables, libro de mantenimiento, ganchos con pestillo, gatos hidráulicos de apoyo, carnet de gruista de los conductores y estado en general. (Invassat, 2022).

La grúa telescópica, cuenta con cuatro patas extensibles, que le sirven de soporte para resistir las cargas a levantar, a su vez, sustentan mejor la estabilidad de la grúa al momento de la operatividad, evitando el vuelco. (Chapula, 2014).

Figura 8. Grúa telescópica.

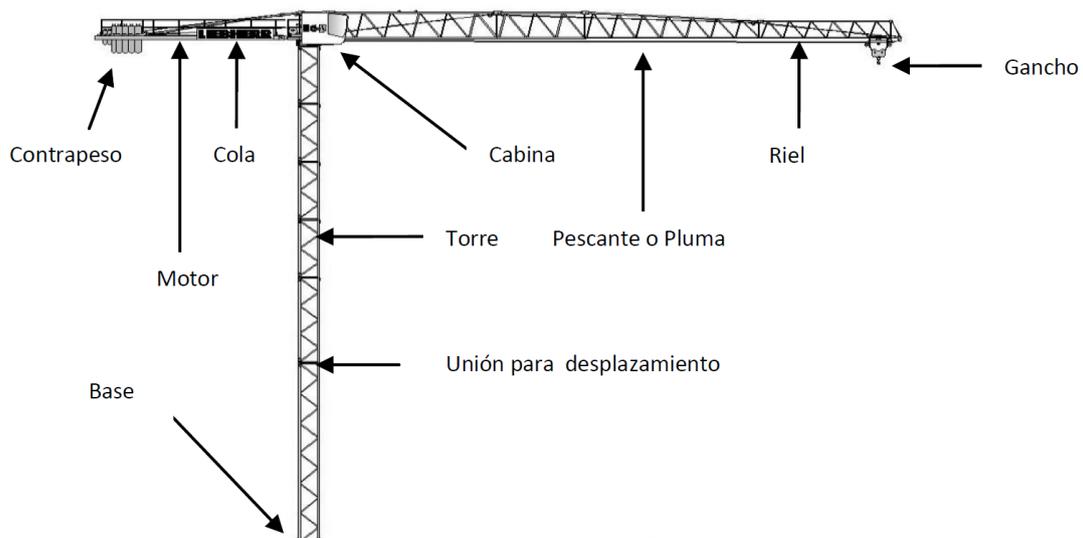


Fuente: Chapula, 2014

2.4.5.2 TORRE GRÚA

Este tipo de grúas, se compone de pluma horizontal, el cual se desplaza por sus extremos sobre rieles perpendiculares a la pluma. Esta grúa es orientable y giratoria, la cual se ubica, sobre una torre de estructura metálica desmontable y temporal, por lo que, su traslado se hace fácil para realizar cualquier trabajo de montaje y desmontaje, adaptándose a cualquier tipo de terreno y operación, según lo requiera el proceso constructivo a realizar. (Chapula, 2014).

Figura 9. Torre grúa.



Fuente: Chapula, 2014

2.4.6 REVISIÓN DE EPP DEL PERSONAL DE MONTAJE

“El EPP, protege a un solo trabajador y se aplica sobre el cuerpo del mismo, cuyo objetivo primordial es, proteger al trabajador frente agresiones externas de tipo físico, químico y biológico, y otras que existieran o se generaran en el desempeño de una actividad laboral determinada”. (Barrera G, 2013)

Este procedimiento es de suma importancia, ya que, se trata de verificar que los operarios montajistas, utilice el equipo de protección personal adecuado para este tipo de trabajo, además de que sepa utilizarlo de manera correcta.

Esta revisión debe hacerse periódicamente, chequeando que no haya deterioro por uso excesivo, en general, que este en buenas condiciones.

Algunos ejemplos de EPP para personal montajista son:

- **Casco de alta resistencia:** Un casco es un EPP, cuya función esencial es proteger la parte superior de cabeza del trabajador, contra golpe producidos por caídas de objetos, caídas a nivel, u otras circunstancias. (Pérez, 2012).
- **Lentes de seguridad:** Todos los trabajadores, tienen que hacer uso obligatorio de protección apropiada para los ojos, contra esquirlas, objetos punzantes, polvo, líquidos inflamables, gases, etc., que puedan ocasionar lesiones permanentes a la vista. (Moya, 2016).
- **Protección auditiva:** Es necesario que el trabajador que esta expuesto a ruidos fuertes, use este equipo de protección auditiva, ya que sirve para reducir los niveles de ruido ambiental, lo cuales pueden exceder los 85 decibeles, punto que es considerado como límite para la audición normal; más allá de esto, puede causas lesiones. (Niosh, 1970).
- **Protección de vías respiratorias:** Las vías respiratorias, pueden ser el acceso más fácil que encuentran los contaminantes, para ingresar a nuestro organismo; ya sea por la inhalación de polvo, gases, humos o vapores, ocasionando muchas veces daños irreversibles, tales como el cáncer; por lo que, el uso de protección es obligatorio en ambientes cerrados, y con gran cantidad de partículas pequeñas que se encuentren flotando por el aire. (Olivares, 2014).

- **Protección de Manos y Brazos:** El EPP, para proteger las manos y los brazos del trabajador, debe ser apropiado, eficaz y de acuerdo al trabajo que se está realizando; ya que, existen diferentes tipos de guantes para cada labor en obra, por ejemplo, guantes de maniobras, guantes de soldador, guantes para líquidos, etc. (Gómez T, 2011).
- **Arnés de seguridad:** Este EPP, cumple una función muy importante para la protección del trabajador, ya que protege de posibles caídas durante los trabajos en altura, por lo que minimiza dicho riesgo. La calidad de este elemento de protección, debe cumplir con las normas estándares establecidas de prevención y seguridad en el trabajo. (Barrera G. 2014).
- **Ropa de trabajo:** Se usa como protección contra rozamientos con zonas filosas de la estructura, líquidos, esquirlas, quemaduras por soldadura, etc, reduciendo los riesgos de lesiones a la piel al mínimo. (Moya, 2016).
- **Protección para Pies:** El uso de los zapatos de seguridad, con puntera blindada, que proteja contra impactos al cargar o manipular materiales pesados tales como paquetes, objetos, piezas o herramientas, es obligatorio dentro la obra. (Moya, 2016).

2.4.7 MONTAJE DE TIJERALES

Existe un ordenamiento para llevar a cabo este proceso, el personal montajista encargado del montaje de los tijerales metálicos, acopla los elementos estructurales llevando a cabo soldadura provisional, cuidando que las piezas queden alineadas, siendo que la cantidad de pernos debe ser mínima y suficiente para ajustar los componentes y soportar la acción de carga muerta, el viento y los esfuerzos, productos del proceso de montaje. Los acoples que serán permanentes, deben realizarse en cuanto en alineamiento y estabilidad de los tijerales sean óptimos, proceso que se realiza con soldadura y pernos, considerando las tolerancias permitidas para este trabajo. (Cameron Andres K. y Ronald Smith C, 1998).

El personal encargado del manejo de la grúa, será el responsable de colocar las eslingas en el tijeral y en el winche de la grúa, además de las sogas (vientos) en ambos lados del tijeral, para compensar los movimientos bruscos de estos. Se debe colocar elementos de refuerzo necesarios para mejorar la estabilidad de los tijerales. Es importante seguir con el plan de montaje para garantizar un buen proceso y sobre todo la seguridad del personal montajista. (Aizcorbe, 2012).

2.4.8 MONTAJE DE CORREAS

Luego de terminado el proceso de montaje de tijerales, se continua con el montaje de correas o viguetas metálicas, las que pueden ser de tubo rectangular, cuadrado, perfiles C, perfiles Z o armadas; cada uno con su procedimiento de montaje, el cual también debe estar indicado en el Plan de Montaje de Estructuras. Durante este proceso se puede corregir la verticalidad de los tijerales, valiéndose de maniobras hechas por los montajistas, además de que, la principal función de estos elementos, es de soporte para la cobertura. El montaje de viguetas, pueden ser soldadas o empernadas.

La secuencia de instalación comienza con el acarreo de viguetas al punto de instalación. Tender viguetas según código y considerar la posición real en el techo.

Los operarios montajistas, se ubican en ambos extremos de las estructuras de apoyo, portando el EPP apropiado y completo para realizar este trabajo, e iniciando el proceso de montaje de las viguetas. Se izan las viguetas de acuerdo al orden marcado en cada una de ellas, estabilizándolas con sogas a modo de vientos para controlar la carga. Los operarios montajistas, reciben la carga y proceden a soldar o empernar estos elementos de acuerdo a diseño; los operarios se trasladan hacia la siguiente posición, a lo largo de los tijerales, y repitiendo estas acciones, se culmina con el proceso completo. (Bravo, 2019).

2.4.9 MONTAJE DE TENSORES Y ARRIOSTRES

El montaje de tensores y arriostres, tiene el siguiente proceso: (Bravo, 2019).

- Se procede con el armado de andamios, para acceso a la ubicación de montaje.
- Se ubican los tensores o arriostres, los más cercano posible a la zona de montaje.
- Para el izaje, se amarran cuerdas de $\varnothing 1/2$ " de grosor como mínimo, en los extremos del tensor o templador a montar.
- Se procede con el izaje de los elementos, teniendo en cuenta que, la subida debe ser lo más estable y pareja posible, realizando retenidas constantes para estabilizar la carga, hasta llegar a su ubicación final, en donde los operarios montajistas proceden a empernar o soldar, esto de acuerdo al diseño.
- Terminada la maniobra, se desatan los nudos de los extremos del perfil y se repite las acciones con el resto de elementos.

2.4.10 MONTAJE DE COBERTURA Y CANALETAS

- Se podrá realizar el proceso de instalación de la cobertura, siempre y cuando la estructura metálica, este completamente armada, montada y pintada. Para este proceso, los operarios, pueden usar diferentes métodos para su traslado por encima de la estructura, usando tablas, escaleras acondicionadas con ganchos y sogas con nudos para tener una línea de anclaje; la fijación de la cobertura a la estructura metálica, se realiza utilizando autoperforantes, de acuerdo a las indicaciones de los planos. Concluido el montaje de la cobertura, se procede a retirar todos los restos de material, originados por el mismo proceso. (Ebedoyad, 2020).
- Se procede con la instalación de las canaletas de evacuación de aguas de lluvia, teniendo en cuenta los planos de instalaciones sanitarias, en donde se debe indicar las características y especificaciones técnicas de estas, tal como el material, pendientes, etc. (Aporte del autor, 2023).

2.4.11 INSPECCIÓN FINAL DE TECHO PARABÓLICO

La inspección final de techo parabólico, se puede considerar como el proceso de verificación de toda la estructura, a cargo del supervisor de obra y el ingeniero de control de calidad, verificando que se hayan ejecutado correctamente todos los procedimientos y procesos de acuerdo a las especificaciones técnicas que se consideran en el expediente técnico, en los planos de taller, en el plan de montaje de estructuras y en las normas vigentes, en donde se cumpla con los estándares de calidad y seguridad requeridos para este tipo de estructuras. (Adaptado de Capistran-Arrieta, 2010)

Podrían considerarse algunos sectores que pueden ser verificados en la Inspección final de techo parabólico:

- La estructura debe tener la misma forma y acabados contemplados en el expediente técnico.
- Todos los elementos que conforman el techo parabólico tienen que estar completos y en su posición correcta de acuerdo al plano de taller, tales como, planchas de apoyo, pernos de anclaje, tijerales, correas, tensiones, arriostres y cobertura.
- El correcto funcionamiento del sistema de drenaje y canaletas de evacuación de aguas de lluvia.
- Si se llegaran a encontrar algunos problemas mientras se realiza la inspección, se pueden tramitar como observaciones, las cuales deben ser levantadas antes de que se haga la entrega final del proyecto y se ponga en uso la construcción.

(Adaptado de Capistran-Arrieta, 2010).

2.5 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

2.5.1 TRAZOS, CORTE Y HABILITACIÓN DE MATERIALES

Dentro de las operaciones de fabricación, los trazos, cortes y habilitado, de los perfiles metálicos, que conformarán las estructuras metálicas, deben ser realizados por personal capacitado para este tipo de trabajo de calderería; esto, teniendo en consideración, las indicaciones dadas en los planos de taller, y teniendo en cuenta que, si al momento de los cortes quedarían algunas rebabas en el material, será retirado usando esmeriles. Este proceso permite la habilitación de materiales para el armado de vigas, cartelas, planchas, plegado de planchas, rolado, mecanizado de un elemento mecánico, etc, usando Equipos de corte por plasma, Amoladoras o herramientas de poder, plegadora, maquina roladora, etc. (FIXER 23 S.A.C, 2016).

2.5.2 PLANTILLAJE

“Los componentes estructurales que se van a soldar deben estar correctamente alineados y fijos en su posición mediante soldaduras de punteo o dispositivos externos y se mantendrán así durante el soldeo inicial. El uso de plantillas alineadoras y de accesorios se recomienda, cuando sea practicable”. (ENV. 1090-1, 1997).

2.5.3 ARMADO Y APUNTALADO

El armado consiste, en presentar el conjunto de los elementos que forma parte del elemento a fabricar; el armador comprobará las dimensiones del material habilitado y el conformado final, el cual deberá ser unido por puntos de soldadura lo suficientemente fuertes, teniendo que realizarlo, un operario soldador con experiencia en estos trabajos, según lo indica la AWS D1.1, con el fin de evitar que, el conformado pierda las dimensiones adecuadas, indicadas en los planos de taller. (FIXER S.A.C, 2016).

2.5.4 SOLDADURA COMPLETA DE LA ESTRUCTURA

- ✓ Según el RNE – Norma E.090 Estructuras Metálicas, 2020, Para llevar a cabo el proceso de soldadura completa, se tiene que tener en consideración que, todo lo especificado en el Structural Welding Code Steel, AWS D1.1 de la American Welding Society, es aplicable bajo esta Norma, con excepción del Capítulo 10 – Estructuras Tubulares, que está fuera de sus alcances, y las siguientes secciones que son aplicables bajo esta Norma:

Sección 10.1.5: Recortes de Vigas y Huecos de Acceso a Soldaduras.

Sección 10.2.2: Soldadura de Filete.

Tabla 10.2.5.1: Método LRFD–Resistencia de Diseño de las Soldaduras.

Tabla 10.2.5.2: Método ASD-Esfuerzo Admisible en Soldaduras [e, f].

Sección 11.3 en lugar del Capítulo 9 de AWS.

Sección 13.2: Fabricación.

- ✓ Los símbolos de soldadura, serán aquellos que se muestran en la última edición de AWS A2.4, símbolos para soldaduras, equipos de soldadura y ensayos no-destructivos (“Symbols for Welding, Brazing and Non-destructive Examination”). Las condiciones especiales deberán explicarse en su totalidad mediante notas o detalles agregados.
(Norma AWS, 2002).

2.5.5 LIMPIEZA MECÁNICA

La Limpieza de las estructuras con soldadura completa, consiste en retirar toda la escoria producto del soldeo, además, de todo residuo que desfavorezca a la aplicación de la pintura de protección. La limpieza puede hacerse, usando escobillas de alambre de mano y de esmeril en copa o circular. “Las salpicaduras de metal adheridas fuertemente y remanentes después de la operación de limpieza son aceptables a menos que se requiera su remoción para realizar los ensayos no destructivos. Las juntas soldadas no serán pintadas hasta que se termine la soldadura y esta haya sido aceptada”.

(RNE–N E.090 Estructuras Metálicas, Capítulo 13, 2020).

2.5.6 PINTURA DE PROTECCIÓN

Limpieza con herramientas manuales:

Es el Proceso por el cual, con la fuerza de un operario, se lleva a cabo la limpieza mediante el uso de herramientas manuales, tales como, cepillos de alambre, lijas, cinceles, etc; eliminando el óxido, residuos de pintura, escoria de soldadura, y otras impurezas; teniendo en consideración que, algunos restos de soldadura, producto del soldeo, que se dispersa por los costados del cordón, en forma de gotas líquidas de metal, no pueden retirarse por completo. (Norma SSPC-SP-2, 2019).

Limpieza con herramientas manuales mecánicas:

En este proceso, un operario hace uso de herramientas eléctricas o neumáticas, tales como, esmeril con escobilla circular, taladro con escobilla de copa, etc; medio por el cual, se hace el retiro de oxidación, residuos de pintura, escoria de soldadura, gotas líquidas de metal fundido producto del soldeo; sin embargo, el uso de este tipo de herramientas, no garantiza el retiro total de estas incrustaciones. (Norma SSPC-SP-3, 2019).

El pintado en taller, es referido, a la primera capa de pintura que se le coloca al acero, para protegerlo principalmente del óxido, por un tiempo no muy prolongado, y en condiciones ambientales normales; por lo que, el fabricante de la estructura metálica, no será responsable y no podrá asegurar su durabilidad o deterioro bajo condiciones ambientales extremas, pudiendo generarse corrosión. Si en los planos de taller y especificaciones técnicas del expediente técnico, no se indica un procedimiento de limpieza y aplicación de pintura de protección, el fabricante de la estructura metálica, realizará la limpieza de sus elementos estructurales, utilizando herramientas manuales o eléctricas, para luego, aplicar las capas de protección especificadas en los planos. (RNE–N E.090 Estructuras Metálicas, Capítulo 13-13.3, 2020).

2.5.7 PINTURA DE ACABADO

La pintura final o de acabado dependerá de lo que debe estar indicado en los planos de arquitectura y la cual debe aplicarse después del secado completo de la pintura de protección.

Para el control de calidad de la aplicación de la pintura, en cuanto al espesor de película seca (EPS), se utilizarán equipos de inspección no destructivos de medición de espesor de recubrimiento (magnéticos y electrónicos), esto de acuerdo a lo indicado en la norma ASTM D7091, además, de los procedimientos de calibración de los mismos. (Norma SSPC-PA2, 2015). Se tiene que tener en consideración que, la rugosidad promedio debe estar entre 2.0 a 3.0 mils para el sistema de pintura. (ASTM D4417, 2015).

2.5.8 PLAN DE MONTAJE DE ESTRUCTURAS

La norma indica que, para el montaje, ***“El montador procederá a usar el método más eficiente y económico de montaje, así como una secuencia de montaje, consistente con los planos y especificaciones”***. (RNE–N E.090 Estructuras Metálicas, Capítulo 13-13.4, 2020)

Las formas y métodos, para la elaboración de un plan de montaje de estructuras metálicas, son variados, por lo tanto, este procedimiento queda a consideración del profesional a cargo de elaborarlo; sin embargo, se debe tener cuidado con los criterios para este procedimiento, buscando que sea viable y seguro. Las coordinaciones entre el personal encargado del traslado de las estructuras al sitio de montaje, el personal encargado de almacenar y registrar, y los operarios montajistas, deben ser constantes y de acuerdo al orden de montaje especificado en el master plan. Las revisiones y procesos de soldeo final en los acoples, deben garantizar la estabilidad de la estructura, chequeando las tolerancias permitidas, los plomeos, alineamientos generales y empernado de tuercas Terminadas estas operaciones, se puede considerar que el proceso de montaje ha culminado. (Gerdau Corsa, 2019).

2.5.9 GRÚA TELESCÓPICA

La Grúa telescópica, es un sistema montado sobre ruedas para el traslado y que consta de una superestructura giratoria, mecanismos de funcionamiento y la cabina del operador y pluma, en donde el vehículo que traslada la superestructura y la pluma telescópica, trabajan de forma independiente. La función de esta pluma telescópica, es montar o desmontar elementos estructurales o transportarlos en todo su radio que comprende los 360°. Este tipo de pluma telescópica, está compuesta por secciones de tubos rectangulares, a las que se les puede añadir más, para que el alcance de la grúa sea superior, esto teniendo en cuenta su tabla de cargas. (ASME B30.5-2007).

2.5.10 MONTAJE DE TIJERALES

Antes de llevar a cabo el proceso de montaje de los tijerales metálicos, se debe contar con toda la información de los planos de taller, y reconocer la composición de la estructura, para tener sus elementos ubicados justo en su posición de montaje, realizando las verificaciones necesarias que sean posibles. Durante el proceso de montaje, siempre se debe garantizar la estabilidad y resistencia de la estructura, colocando tensores temporales, los cuales, no se retirarán hasta tener todo el conjunto de la estructura montada y estáticamente estable. El proceso de soldadura, se lleva a cabo cuando la estructura montada, esté en su posición final. (Gavidia – Subía, 2015).

2.5.11 TIJERALES METÁLICOS

En ingeniería estructural, un Tijeral metálico de celosía, es un sistema conformado de perfiles rectos interconectados en nudos, formando polígonos planos (en celosías planas) o tridimensionales (en celosías espaciales). En el Perú se les conoce como armaduras, tijerales o cerchas metálicas. La preferencia de este tipo de sistema estructural, básicamente, está en su comportamiento estructural que, predomina el trabajo a compresión y tracción, obteniendo deflexiones pequeñas. (Fatás, Guillermo; Borrás, Gonzalo, 1993).

2.5.12 CORREAS O VIGUETAS

Se llaman correas o viguetas, a los elementos transversales que, reciben las cargas directas de las coberturas o cargas de viento; estas viguetas, se montan sobre dos tijerales contiguos, formando una tras otra, una línea continua de viguetas a lo largo de todos los tijerales. La longitud de separación, es condicional al tipo y dimensiones de la cobertura a instalar. La distribución de estos elementos debe ser uniforme, los cuales pueden separarse entre 0.60m a 1.80m. (Arias Tacanahui, 2017).

2.5.13 TENSORES Y ARRIOSTRES

Tensores: Son perfiles que, comúnmente son de acero liso, los cuales controlan las cargas de gravedad, en el mismo plano del sistema del techo o para controlar las deflexiones laterales de las viguetas, aportando mayor rigidez y estabilidad a toda la estructura. (Torrealva 2003).

Arriostres: Son perfiles que, comúnmente son de acero liso, su montaje es en forma cruzada, desde un tijeral hacia otro contiguo, con un trabajo a carga axial de tensión o compresión, otorgando mayor estabilidad lateral a toda la estructura. (Torrealva 2003).

2.5.14 COBERTURA

La función básica de este elemento que conforma el techo metálico, es cubrir y proteger el interior de la construcción ante los agente climáticos y ambientales. Estas coberturas pueden ser de diferentes materiales tales como: metal, arcilla, plástico, resina, compuestos, etc.

Esta norma establece los requisitos para la evaluación de sistemas de techado metálico a través de pruebas de resistencia al viento. Define procedimientos de ensayo y criterios de aceptación para evaluar la resistencia al viento de las coberturas metálicas. (Norma ASTM E1592).

Esta norma proporciona procedimientos para evaluar la capacidad de las coberturas metálicas y sistemas de techado para resistir la penetración de agua bajo condiciones de lluvia simulada. (Norma ASTM E1646)

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

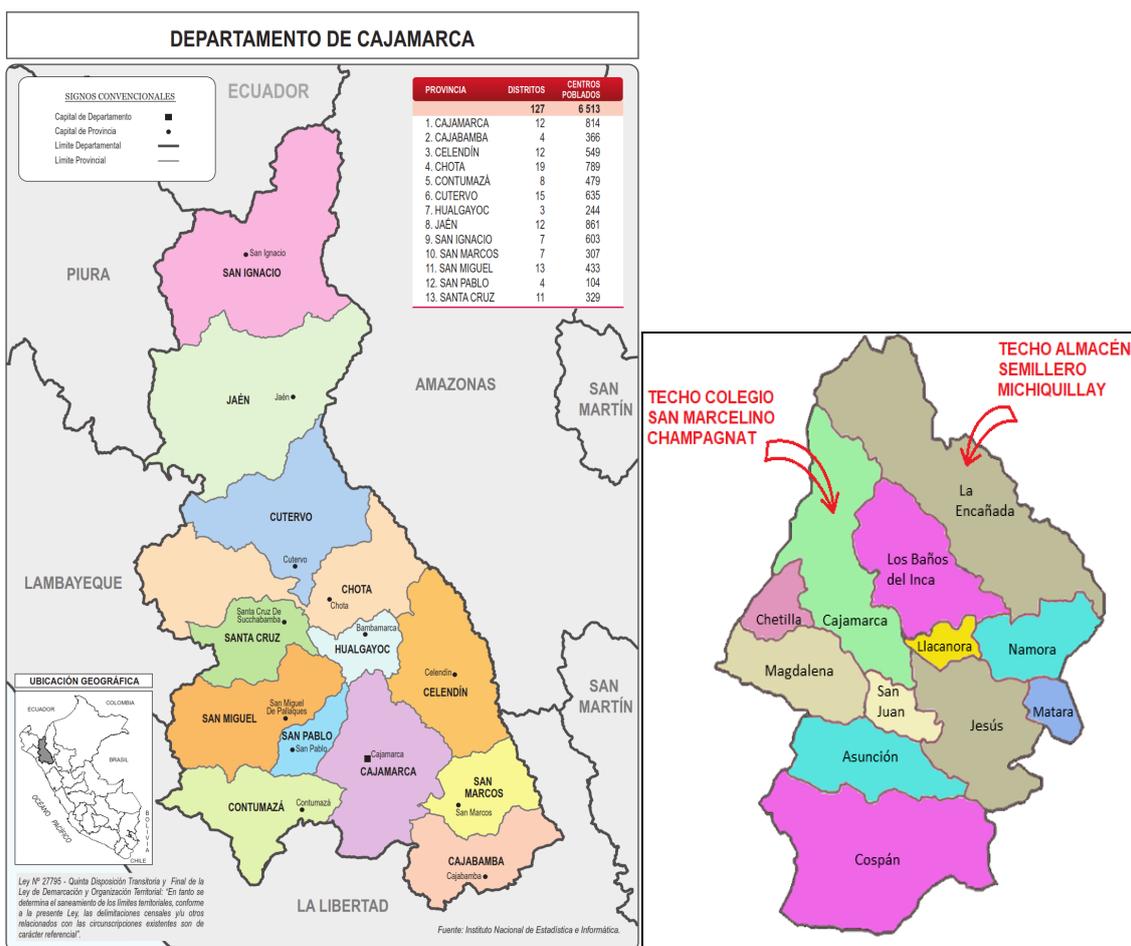
3.1 UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Los proyectos de investigación de la presente tesis, se desarrollaron en el departamento de Cajamarca, siendo sus coordenadas de ubicación:

- Techo Parabólico Metálico de Mini Coliseo Cerrado, en la I. E. San Marcelino Champagnat: 7°09'38.2"S 78°30'41.6"W – Cajamarca.
- Techo Parabólico Metálico de la Infraestructura para el Almacén–Semillero, del sector Michiquillay en la Encañada: 7°02'31.0"S 78°19'58.1"W – La Encañada – Cajamarca.

Figura 10. Ubicación geográfica del departamento de Cajamarca.



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e informática.

3.1.2 UBICACIÓN TEMPORAL

La ubicación temporal de los dos proyectos es:

- La construcción del Techo Parabólico Metálico del Mini Coliseo Cerrado, de la I. E. san Marcelino Champagnat, tuvo una duración de 03 meses, desde el mes octubre, hasta el mes de diciembre del 2021.
- La construcción del Techo Parabólico Metálico de la Infraestructura para el Almacén–Semillero, del sector Michiquillay en la Encañada, tuvo una duración de 4 meses, desde el mes enero, hasta el mes de marzo del 2022.

3.2 METODOLOGÍA

3.2.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es, APLICADA, porque permitió incluir la investigación de los diferentes procesos de fabricación, de soldadura, de ensamblaje, de recubrimientos de protección contra la oxidación, etc; además, la inclusión de la planificación de las etapas en que llevaron a cabo los procesos de fabricación y montaje de las estructuras metálicas. El fin de la investigación aplicada, fue utilizar estos conocimientos para mejorar la calidad, durabilidad, eficiencia y seguridad, de estos techos metálicos parabólicos fabricados.

3.2.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN.

El Nivel de Investigación es **Descriptivo – Correlacional**.

Nivel Descriptivo, porque, se han identificado y descrito las variables relevantes, relacionadas con la fabricación y montaje de los techos metálicos parabólicos, incluyendo algunas características, como la de los materiales utilizados (acero estructural, soldadura, pintura, etc), los diferentes procesos de fabricación (habilitado, corte, soldadura, conformado, etc); además, los procesos de montaje (soldadura, pernos, anclajes, etc), tiempos de ejecución de los trabajos, la calidad de la soldadura, la calidad de la pintura, etc. Todo esto, en torno a la planificación de los procesos de fabricación y montaje, teniendo como adjunto el control técnico.

Durante los procesos de fabricación y montaje de las estructuras, se pudo llevar a cabo, la recopilación de datos relacionados con estos procesos (tintes penetrantes para la calidad de soldadura, medir el espesor de la pintura, chequeo del torque en tuercas, etc), en función a la consideración de documentos con características técnicas.

Nivel Correlacional, porque, los resultados obtenidos en la recopilación de datos, estuvieron directamente correlacionados con los procesos, durante la fabricación y montaje de estructuras, por ejemplo, la aplicación correcta del proceso de soldadura, no evidenció porosidad en los cordones, durante las pruebas de tintes penetrantes; o por ejemplo, la conformación correcta de los tijerales, fue por la correcta selección de los materiales durante el proceso de adquisición de materiales; o también, el control técnico pudo verificar la ejecución de las diferentes etapas de los procesos constructivos, gracias al fiel cumplimiento de la planificación del proceso de fabricación y montaje.

Estas correlaciones han aportado información bastante útil, para la toma de decisiones durante el control técnico, influyendo directamente en la calidad final de la construcción de los techos parabólicos metálicos.

3.2.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

El diseño de investigación, ha sido, **No Experimental, de corte Transversal**, porque, las variables no han podido ser manipuladas ni controladas, y los datos obtenidos han sido tomados, en el preciso momento en que han ocurrido los procesos de fabricación y montaje de las estructuras, para luego ser analizados posteriormente, mejorando la producción.

3.2.4 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.

El método de investigación para la tesis es: el **Método Inductivo**, porque, permitió la observación y análisis de los diferentes procesos de fabricación y montaje de las estructuras metálicas (procesos de habilitación y corte, procesos de conformación, proceso de armado, proceso de soldadura, proceso de pintado, proceso de montaje, etc), de esta manera, se ha podido identificar las debilidades en algunos de los procesos, teniendo la oportunidad de mejorarlos sin alterar las variables relevantes, obteniendo mejores resultados.

3.2.5 POBLACIÓN, MUESTRA, UNIDAD DE ANÁLISIS Y UNIDAD DE OBSERVACIÓN

3.2.5.1 POBLACIÓN DE ESTUDIO.

La población de estudio es, la Fabricación y montaje de techos metálicos parabólicos, en la provincia de Cajamarca.

3.2.5.2 MUESTRA.

La muestra es, 02 techos metálicos parabólicos, seleccionados a juicio del investigador.

3.2.6 UNIDAD DE ANÁLISIS

La **Unidad de Análisis** es, los tipos de procesos de fabricación y montaje de techos metálicos parabólicos de celosía y sus características (proceso de armado, procesos de soldadura, proceso de pintado, etc), tomando en consideración documentos de carácter técnico (expediente técnico, planos de taller y las normas vigentes).

3.2.7 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

- **Análisis documental.** Se ha revisado, recopilado y analizado la información en la documentación técnica, dada en los expedientes técnicos, en las fichas técnicas de algunos materiales, planos de taller y normas vigentes. Esta información ha sido primordial y empleada durante todo el desarrollo de los procesos constructivos, proporcionando información del tipo de sistema estructural, geometría, materiales y dimensiones de los elementos estructurales que conformaron los techos parabólicos metálicos; además, en la elaboración de los planos de taller y el plan de fabricación y montaje para el proyecto.
- **Evaluación de contenido:** Las indagaciones en los documentos de carácter técnico, han hecho posible identificar algunos problemas durante los procesos de fabricación y montaje, permitiendo mejorar estos procesos, con el aporte de recomendaciones específicas, interviniendo los problemas identificados y mejorando la eficiencia y la calidad de los procesos constructivos.

➤ **Instrumentos:** Los instrumentos utilizados son:

- **Expediente técnico.**

El expediente técnico, es el conjunto de documentos con carácter técnico, en donde presentan y detallan todas las partes y fases del proyecto a ejecutar, lo que resulta esencial para que el proyecto se realice de manera eficiente, segura y de acuerdo a las normas vigentes. Contiene documentos tales como; Memoria descriptiva, memoria de cálculo, planos, especificaciones técnicas, cronograma de ejecución, Documentación de Seguridad y Salud Ocupacional. etc

- **Planos del expediente técnico.**

Estos documentos son proporcionados por la entidad a la contratista, los cuales pertenecen al expediente técnico contractual, los que contienen la información técnica que servirá para llevar a cabo la fabricación de la estructura metálica.

- **Planos de estructuras.**

Los planos de estructuras son la reunión de documentos técnicos que muestran la manera en que se deben construir y armar o conectar entre sí los componentes de un techo metálico parabólico. La presentación en estos planos debe contener dibujos en dos o tres dimensiones a escala con información detallada sobre la geometría o configuración, dimensiones y materiales de cada pieza metálica, además de las tolerancias y especificaciones técnicas para llevar a cabo el proceso de fabricación, dentro de ellas especificaciones de corte y soldadura. Esta información es esencial para garantizar que la construcción cumpla con los requisitos de carga y resistencia necesarios, además de contar con estándares de calidad, durabilidad y seguridad, siendo parte fundamental en el proceso de fabricación de un techo metálico parabólico.

- **Planos de taller.**

Los planos de taller de la estructura de un techo metálico parabólico, son documentos que presentan un detallado de los pasos necesarios para llevar a cabo el proceso de fabricación, armado y montaje.

En esta información debe incluir detalles de despiece de los tijerales, vistas en planta, vistas en corte y elevaciones, así como también vistas en sección de los tijerales, apoyos y otros elementos que conforman la estructura, de la misma manera detalles de las conexiones y elementos de fijación. Los dibujos presentados en estos planos deben estar a escala, ya sea de la estructura completa, que muestra la forma y las dimensiones de cada elemento que conformaran al techo parabólico, así como también debe indicar la manera en que debe cortarse y doblarse los perfiles metálicos.

- **Normas Vigentes.**

las normas vigentes, se han utilizado como requisitos indispensables para la fabricación y montaje de los techos metálicos, ya que es la normativa de calidad para la construcción. Principalmente algunas de las normas que se han utilizado son: E.090 de Estructuras Metálicas, la norma SSPC, para pintura, la norma ASME B.30 para grúas móviles y sobre riel, la norma de soldadura AWS, la norma ASTM, Especificación ANSI/AISC 360-10, etc.

- **Fichas o protocolos de control técnico.**

Algunos de los controles técnicos mediante el uso de fichas de control técnico, tales como protocolos de calidad de soldadura (protocolos de tintes penetrantes), protocolos de calidad de pintura (medición de espesor de pintura con micrómetro), fichas de control de verticalidad (nivel de mano o nivel laser)

3.2.8 TÉCNICAS Y PROCESAMIENTO DE DATOS

El Análisis y procesamiento de datos, se ha hecho utilizando programas computacionales, tales como el WORD y AUTOCAD.

Word: Se presentan los resultados, análisis y conclusiones.

AutoCAD: para la elaboración de planos.

3.3 PROCEDIMIENTO

3.3.1 INTRODUCCIÓN AL PROCEDIMIENTO

La fabricación y montaje de techos metálicos parabólicos, involucra mucha responsabilidad de todas las partes que intervienen en este proceso, además, del cumplimiento de todos los procedimientos y normas que se especifican en los expedientes técnicos y normativa vigentes.

Los proyectos de fabricación de techos metálicos siempre parten del estudio de todos los factores esenciales que intervendrán en este proceso para llevar a cabo su ejecución, siendo algunos de ellos los siguientes:

Zonas para desarrollar los diferentes trabajos durante el proceso de fabricación, además del apropiado acopio de los materiales que serán empleados en la ejecución, también será necesario contar con adecuadas máquinas para soldar, corte (oxicorte o cortadora plasma), algunas herramientas para esmerilar, cortar (esmeriles), etc., además, equipos especiales para la verificación y control de calidad, que son parte primordial de esta etapa, buscando la seguridad de personal por, sobre todo.

3.3.2 MATERIALES USADOS EN TECHOS PARABÓLICOS METÁLICOS

Teniendo en consideración que, dependiendo del tipo de techo parabólico que se tenga en los planos, se realizará la selección de materiales, por ejemplo los más comunes, económicos y funcionales que existen en nuestro entorno, pueden ser techos conformados por solo ángulos estructurales, o también cuya configuración está constituida por tubos que pueden ser rectangulares, cuadrados o redondos, además existen algunos particularmente conformados por fierro liso, por lo tanto, lo más habitual es buscar un proveedor que suministre una gama de perfiles metálicos, los cuales pueden ser: ángulos, tubos, perfiles H, fierro liso, perfiles C, planchas metálicas, pernos de anclaje, además de coberturas, que podrían ser de metal, arcilla, plástico, resinas y compuestos; es preciso el control de calidad de las especificaciones técnicas y características especiales de estos materiales. Para los tubos de acero podrán ser LAC, Son tubos electrosoldados fabricados con acero al carbono laminado

en caliente, cuya elongación mínima es del 25% y para los ángulos, perfiles C, perfiles H, fierro liso y planchas metálicas, el material estructural será el A36 y una elongación mínima de 50 mm (2"): 23%.

El acero estructural, que se utilice en este tipo de estructuras debe estar bajo el amparo de las normas ASTM, cuyas siglas en español Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales. La densidad es de 7850 kg/cm³, con un coeficiente de poisson de 0.3 y módulo de elasticidad: 2038902 kg/cm².

Tabla 4. PROPIEDADES MECÁNICAS PERFILES LAC ASTM A500

PERFILES	NORMA TÉCNICA	GRADO	LIMITE DE FLUENCIA Kg/cm ²	RESISTENCIA A TRACCIÓN Kg/cm ²
TUBO REDONDO	ASTM A 500 GRADO A	A	2325	3162
TUBO CUADRADO	ASTM A 500 GRADO A	A	2754	3162
TUBO RECTANGULAR	ASTM A 500 GRADO A	A	2754	3162

Fuente: Adaptado de Aceros Arequipa, 2020.

Tabla 5. PROPIEDADES MECÁNICAS PERFILES LAC ASTM A36

PERFILES Y LAMINADOS	NORMA TÉCNICA	LIMITE DE FLUENCIA Kg/cm ²	RESISTENCIA A TRACCIÓN Kg/cm ²
ÁNGULOS Y FIERRO LISO	ASTM A36	2530	4080 - 5620
CANALES C Y PERFIL H	ASTM A36	2530	4080 - 5620
PLANCHAS	ASTM A36	2530	4080 - 5620

Fuente: Adaptado de Aceros Arequipa, 2020.

➤ Pernos de Anclaje

Según la norma E.090, capítulo 13, sección 13.4.5.1, indica que, la ubicación de los pernos de anclaje, la correcta posición de los ejes para su instalación, es responsabilidad del contratista de obra civil, conforme a planos aprobados, lo cual no puede variar con la fabricación de la estructura metálica.

Siendo parte propia del expediente técnico, el diseño de la estructura metálica, incluyendo la verificación de la selección apropiada del tipo de perno de anclaje que se utilizará, ya que muchas veces solo se evalúa la zona en donde será anclado el perno y la estabilidad de la misma, dejando de lado la funcionalidad del todo el conjunto que servirá como sostenimiento. Algunos criterios de verificación podrían ser: el tiempo de servicio para la que fue diseñada la estructura, el tipo de estructura y carga que soportarán estos anclajes, la resistencia del concreto en donde colocarán este tipo de anclaje, la cual no debe ser menor a 210kg/cm², además del tipo y material de los pernos.

Si el ingeniero a cargo del control técnico de la fabricación y montaje del techo parabólico metálico, desea realizar una verificación rápida, de si los pernos de anclaje presentados en los planos del expediente técnico, son suficientes para resistir las cargas a las que estará sometida la estructura, podría realizarlo comparando los esfuerzos en la base del apoyo de los tijerales, con la resistencia de los pernos en los planos, según su ficha técnica.

➤ **COBERTURAS**

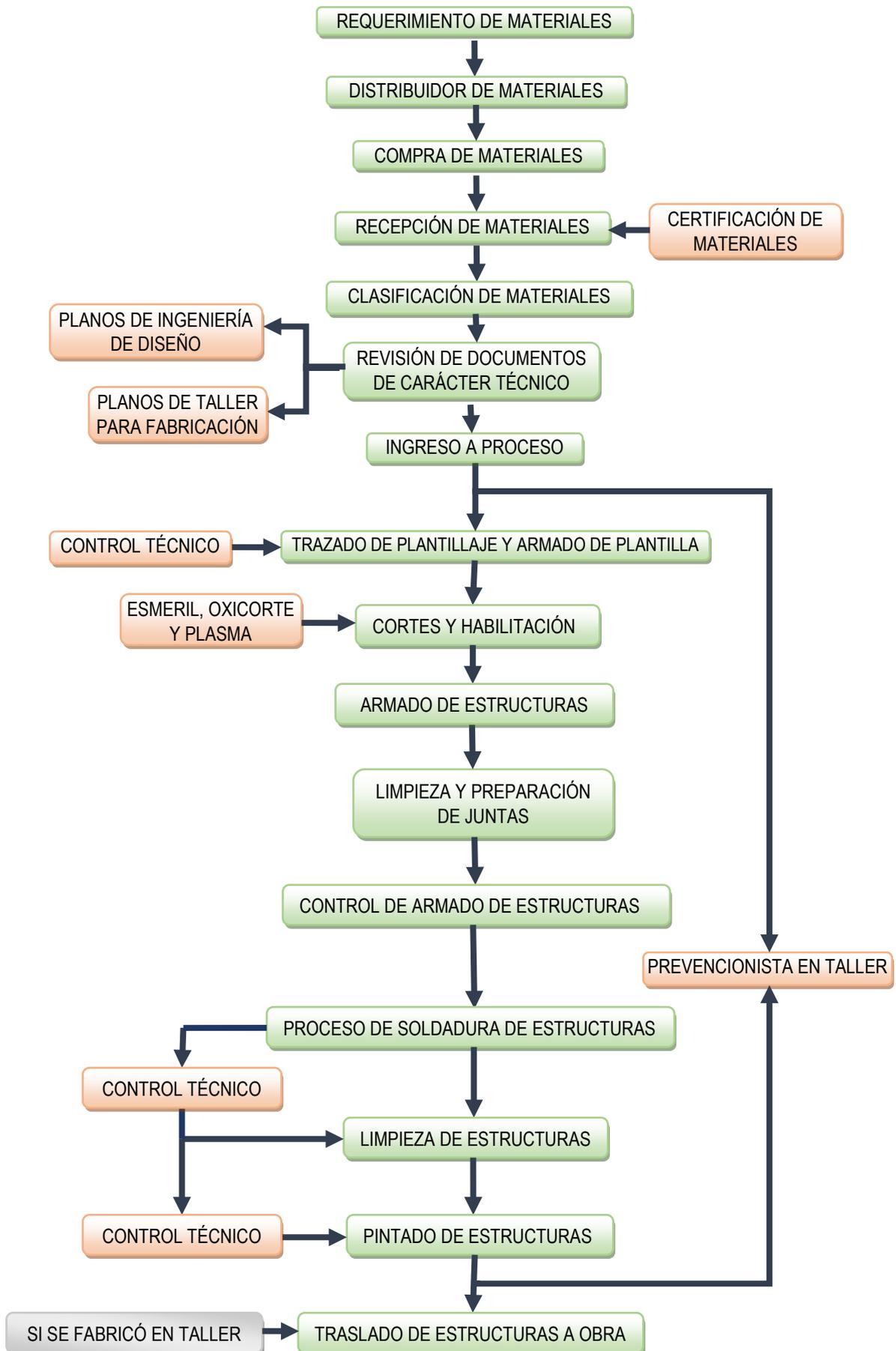
Para coberturas de estos techos metálicos parabólicos, se puede considerar y mencionar algunas características de los materiales que más se están utilizando en la actualidad, por ejemplo:

ALUZINC: Fabricado con acero laminado en frío, recubierto con acero aluminizado ASTM A792, lo que brinda mayor recubrimiento y vida útil. (Ver ficha técnica en ANEXOS).

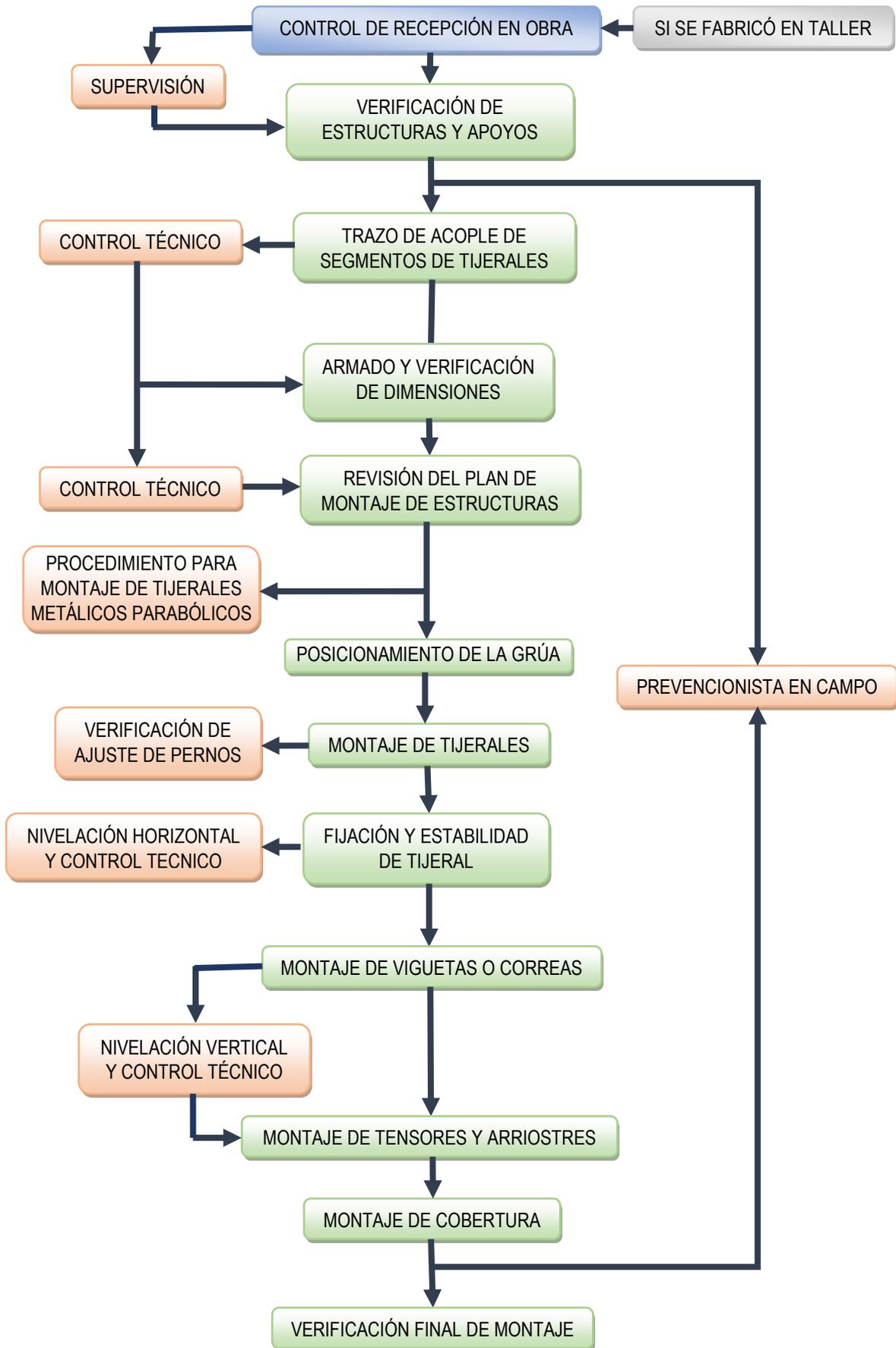
RESINA SINTÉTICA: fabricados con resinas sintéticas especiales para el trabajo en la intemperie, climas extremos, calor, lluvia y frío. (Ver ficha técnica en ANEXOS).

POLICARBONATO: Esta cobertura soporta condiciones de clima extremas sin romperse ni agrietarse; Protege de los rayos UV. (Ver ficha técnica en ANEXOS).

Flujograma 3.1. Flujograma de fabricación de techo metálico parabólico



Flujograma 3.2. Flujograma de montaje de techo metálico parabólico



3.3.3 DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN Y MONTAJE DE TECHOS PARABÓLICOS METÁLICOS DE CELOSÍA.

3.3.3.1 REQUERIMIENTO DE MATERIALES

El requerimiento de materiales, está en función de los materiales que se van a utilizar en el proyecto de fabricación de techos parabólicos metálicos, el cual es indicado en los metrados del expediente técnico, excepto, se tenga cambios de corrección o mejoras en el diseño estructural, el cual comprometa un cambio en estos. El documento del requerimiento de materiales, se gestionará a través de una solicitud de cotización a la empresa proveedora de este servicio. Ver anexos

3.3.3.2 DISTRIBUIDOR DE MATERIALES

En esta etapa de inicio del proceso constructivo de techos parabólicos, se debe tener en cuenta que, los materiales utilizados en la fabricación deben ser considerados 100% nuevos, no recuperados, para el total de la orden. La clasificación de materia prima en buen estado, es completa responsabilidad del proveedor.

El contratista, deberá buscar proveedores que cuenten con certificación de distribución de materiales de buena calidad, de acuerdo a la legislación y regulaciones locales, además de que cumplan con las especificaciones del fabricante; en tanto se tenga las credenciales de contar con buenos proveedores de materiales de buena calidad, la adecuada ejecución de la obra estará garantizada.

3.3.3.3 COMPRA DE MATERIALES

La compra de los materiales, corresponde al área de compras, la que está encargada de recepcionar las cotizaciones de los proveedores y elegir el más conveniente, técnica y económicamente.

3.3.3.4 RECEPCIÓN DE MATERIALES

Los materiales de construcción que ingresen al taller de fabricación o a la obra, se deben recepcionar en el almacén y verificado por supervisión y Control de Calidad, quienes revisarán que dicho material tenga estampado sus características dimensionales, tipo de material y número de colada (número de identificación que viene en los planchas, perfiles metálicos y pintura, que indica la procedencia y garantiza la calidad del material).

Al momento de la descarga, el encargado del almacén junto al ingeniero de control de calidad, tienen que cerciorarse de la coincidencia de las especificaciones técnicas del requerimiento y del material recibo.

Mientras se lleva a cabo la descarga, se pueden hacer verificaciones del estado del material, en relación a la oxidación, material corroído o abollado, esto de acuerdo a la norma ASTM-A6 (Regula los parámetros físicos y dimensionales de los diferentes Perfiles y placas metálicas que se fabrican).

Se debe habilitar un lugar para el almacenamiento de los materiales recibidos, este lugar debe cumplir con algunas características, tales como, estar bajo techo, debe estar restringido el acceso a personas ajenas a la obra o taller, el material debe permanecer en andamios de metal o madera evitando que tengan contacto con el suelo y evitar deformaciones.

Figura 11. Descargado de Material, para ser llevado a almacén.



Fuente: Taller de fabricación, D&MECC SERVICIOS GENERALES, 2022.

3.3.3.4.1 CERTIFICACIÓN DE MATERIALES

Al momento de la recepción de los materiales, se debe controlar que, todos los materiales que van a conformar el techo parabólico, tales como, planchas y perfiles metálicos, pernos, tuercas, cobertura, etc., así mismo es de suma importancia la soldadura, ya que esto asegura que la unión de juntas sea la apropiada, como también la pintura de protección, acabado e insumos; tienen que llegar al taller o a obra, con los certificados de calidad del fabricante. El ingeniero Supervisor y control de calidad, tiene que cerciorarse de que el certificado que le están entregando sea genuino, ya que existen varias empresas que falsifican estos documentos, por lo que, es importante contar con proveedores comerciales conocidos en el medio y que sean de confianza. En el caso de que la empresa contratista quiera ingresar material al taller de fabricación o a la obra, sin ninguna certificación, tiene que sustentar la calidad de este, mediante pruebas de laboratorio que demuestren que es un material apropiado para la fabricación, además de que debe mantense dentro de los parámetros que indica la norma ASTM A6. Ver anexos

3.3.3.5 CLASIFICACIÓN DE MATERIALES

La clasificación de materiales que se realiza en el taller de fabricación, es referida al ordenamiento y clasificado de los diferentes tipos de perfiles, planchas metálicas y pinturas, que ingresen al taller, la cual se debe hacer en andamios metálicos o de madera, que faciliten su disponibilidad y acarreo, o también se pueden almacenar sobre una base de polines de madera o metálicos.

Esta clasificación se hace de acuerdo al tipo de elemento estructural que se va a fabricar, por ejemplo, para los tijerales, se deben tener en cuenta el material para las bridas superiores e inferiores, para las montantes, diagonales y conectores, o también para las cajuelas de apoyo y planchas para la base. Otra forma de clasificar el material en el taller, teniendo en cuenta también las pinturas, podría ser, por su color o protección, y los elementos metálicos, por sus dimensiones ya sean en longitud como en sección y forma, por ejemplo, ángulos de la misma dimensión, tubos de la misma sección, planchas del mismo espesor, etc.

Se podría considerar un etiquetado en los andamios del almacén, con el fin de acceder más rápido al material a utilizarse. La clasificación de los materiales asegura que para cada proceso se emplearán los materiales apropiados y evitar caer en posibles errores de fabricación, así como también la efectividad del trabajo y una mejor administración en el taller.

Figura 12. Clasificación y etiquetado de materiales.



Fuente: ALMACÉN ISTOCK., 2022.

Figura 13. Ángulos estructurales según sus dimensiones.



Fuente: Taller de fabricación, D&MECC SERVICIOS GENERALES, 2022.

3.3.3.6 REVISIÓN DE DOCUMENTOS DE CARÁCTER TÉCNICO

En esta etapa del proceso constructivo, se pueden considerar 02 tipos de documentos, que pertenecen al procedimiento que se realizara durante la fabricación de cada uno de los elementos estructurales, que conformaran el techo metálico parabólico.

3.3.3.6.1 PLANOS DE INGENIERA DE DISEÑO

Estos documentos están basados en el diseño completo de la estructura del techo parabólico, que contienen las dimensiones, segmentos y posición de cada uno de los elementos, además de las especificaciones técnicas de los materiales, y el tipo de sistema; esto fundamentado en el diseño estructural, que se realizó para la elaboración del expediente técnico.

Al momento de la revisión de los planos de diseño, se debe verificar que en los detalles de elevaciones y cortes estén debidamente acotados los niveles de los apoyos y el lomo del tijeral metálico, además de la distancia entre los centros de los apoyos fijo y móvil, así como también, todos los detalles geométricos de la conformación y estructuración de los tijerales y el techo total.

La escala considerada para los dibujos debe ser la apropiada, con el fin de tener planos que puedan ser manejables en obra. Se debe verificar que en esta documentación estén contenidos todos los componentes estructurales del techo, que fueron considerados durante el diseño de elementos y conexiones.

Esta información deberá ser la necesaria e incluirá todo lo requerido para la elaboración de los planos de taller.

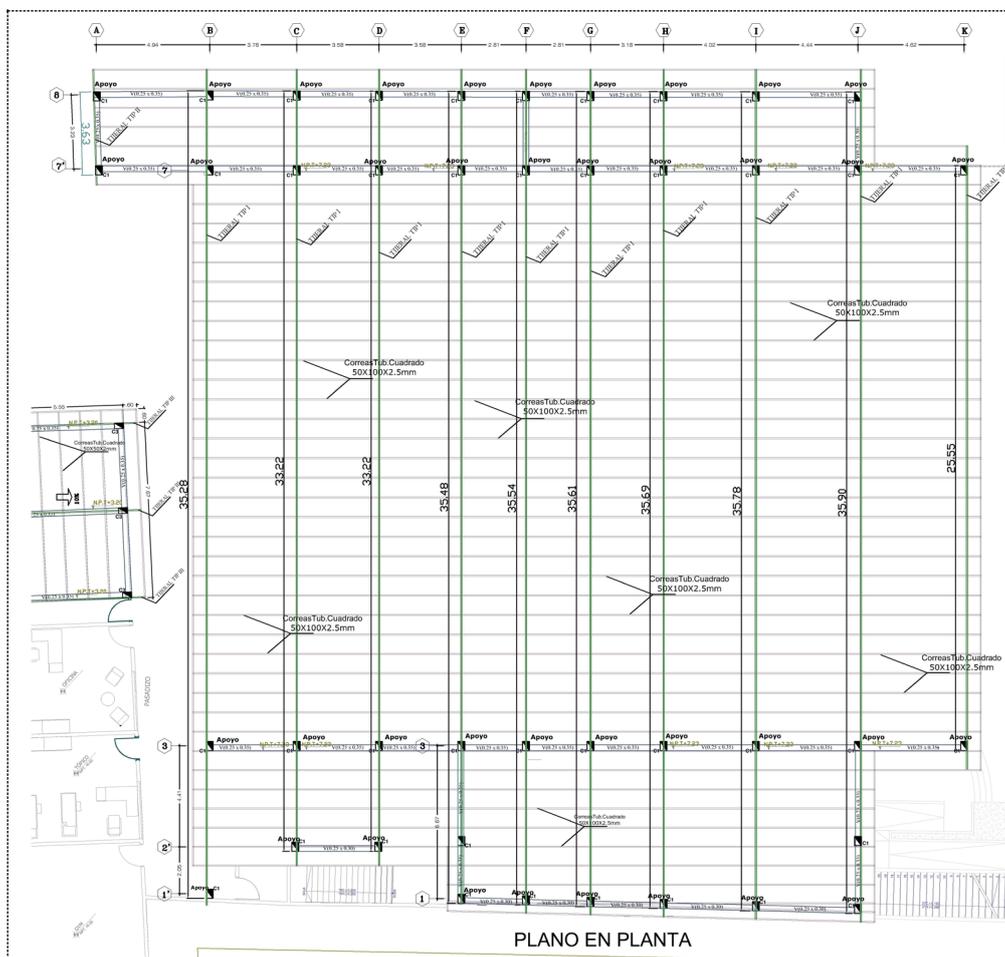
A continuación, para efectos de comprender mejor el objetivo de esta tesis, se presentan detalles de planos que fueron extraídos de expedientes técnicos de algunos proyectos en la región de Cajamarca, con el fin de analizar las condiciones en que llegan estos documentos para la ejecución. Los planos completos se presentarán en la sección de ANEXOS.

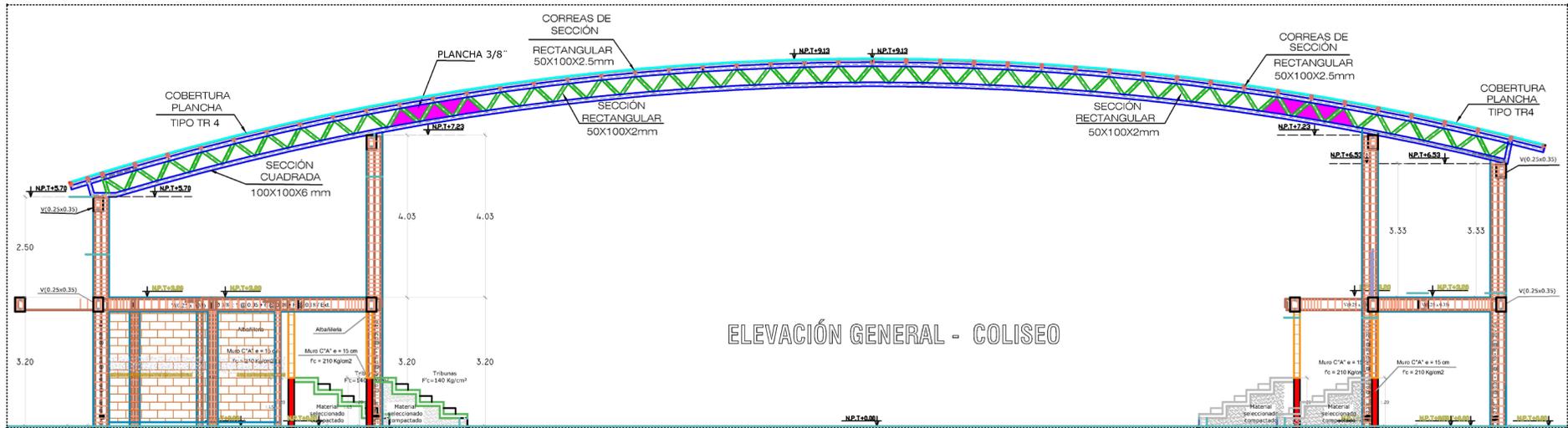
TECHO PARABÓLICO METÁLICO DE MINI COLISEO CERRADO, EN LA I.E. SAN MARCELINO CHAMPAGNAT DEL DISTRITO CAJAMARCA

La configuración de la estructura metálica de este techo parabólico, es algo particular, ya que las armaduras o tijerales metálicos curvos planos, tienen una altura de la fecha relativamente pequeña que alcanza los 2.75 metros, en relación con la distancia entre sus apoyos que llega a una longitud máxima de 35.50 metros, con la característica de que estos tijerales no tienen la misma distancia entre apoyos, esto basado en la forma irregular que tiene el terreno en donde se construyeron las estructuras de concreto armado, para soporte del techo metálico. La conformación general del techo parabólico metálico, está constituido de elementos estructurales, tales como, bridas, diagonales, viguetas, planchas metálicas rigidizadores del tijeral, cajón de apoyo, planchas metálicas de apoyo y cobertura. La ejecución de la obra se llevo a cabo respetando el expediente técnico, ya que no se permitían modificaciones.

Veamos algunos de los detalles más importantes de esta estructura:

Figura 14. Configuración de techo metálico parabólico-Planta-Elevación.





Fuente: Expediente técnico-Techo Parabólico Metálico del Mini Coliseo de la I.E. San Marcelino Champagnat, 2021.

Figura 15. Cuadro de especificaciones técnicas del expediente técnico.

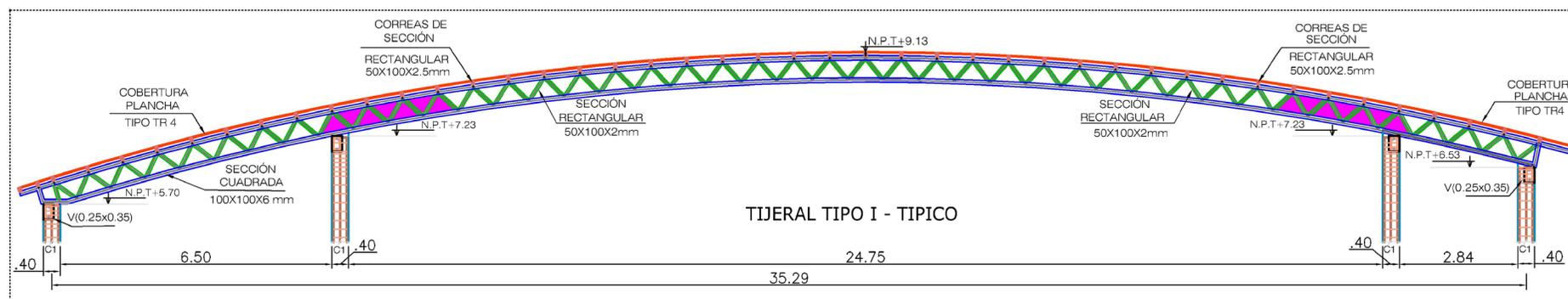
ESPECIFICACIONES DE ANÁLISIS Y DISEÑO DE MODULOS AUDITORIO			
NORMA TÉCNICA DE CARGAS	: E - 020	NORMA TÉCNICA DE CONCRETO ARMADO E - 060	
NORMA TÉCNICA DE DISEÑO SISMORRESISTENTE	: E - 030	REQUISITOS GENERALES PARA ANÁLISIS Y DISEÑO	
NORMA TÉCNICA DE CONCRETO ARMADO - COMENTARIOS	: E - 060	Módulo de Elasticidad del Concreto	: $2.0 \times 10^4 \text{ Tn} / \text{m}^2$
NORMA TÉCNICA DE ALBAÑILERÍA	: E - 070	Módulo de Elasticidad del Acero	: $2.0 \times 10^6 \text{ Kg} / \text{cm}^2$
NORMA TÉCNICA ESTRUCTURA METALICA	: E - 090	Módulo de Elasticidad de la Albañilería	: $12500.0 \text{ Kg} / \text{cm}^2$
NORMA TÉCNICA DE DISEÑO SISMORRESISTENTE E - 030		REQUISITOS GENERALES DE RESISTENCIA Y SERVICIO	
PARÁMETROS DE SITIO :	REQUISITOS GENERALES :	CARGAS DE DISEÑO :	RESISTENCIA REQUERIDA :
Zonificación Sísmica : Zona 3	CATEGORÍA DE LA EDIFICACIÓN	CARGAS PERMANENTES (C. M.) :	U = 1.4 CM + 1.7 CV
Factor de Zona : Z = 0.35	Categoría : C	Peso Especifico Concreto Armado : $\gamma = 2.40 \text{ Tn} / \text{m}^3$	U = 1.25 (CM + CV) ± CS
CONDICIONES LOCALES :	Factor de Uso : U = 1.0	Capacidad portante $q_a = 1.33 \text{ Kg} / \text{cm}^2$	U = 0.9 CM ± CS
Perfil del Suelo : Tipo S (Suelo Rígido)	SISTEMA ESTRUCTURAL	Superferte: Rojo Teja : $10.0 \text{ Kg} / \text{m}^2$	RESISTENCIA REQUERIDA CERCHA DE ACERO
Factor de Amplificación del Suelo : S = 1.00	Sistema Estructural : Dual	Marfil, Verde y otros.	U = 1.2 CM + 1.6CV + 0.5R
Periodo : $T_p = 0.4 ; T_L = 2.5$	Coefficiente de Reducción: R = 7	SOBRECARGAS O CARGAS VIVAS (C. V.) :	U = 1.2 CM + 1.6CV + 0.8Viento
ANÁLISIS DE EDIFICIO :	Configuración Estructural : Regular		U = 1.2 CM + 0.5CV ± 1.3Viento
ANÁLISIS DINÁMICO :	DISTORSIÓN MÁXIMA DE ENTREPIESO	Cercha : $30.0 \text{ Kg} / \text{m}^2$	U = 0.9 CM ± 1.3Viento
Procedimiento Análisis : Análisis por Combinación Modal Espectral	Distorsión Máxima Concreto : 0.7 %	Granizo : $5 \text{ Kg} / \text{m}^2$	CERCHAS DE ACERO A36:
Criterio de Superposición : Combinación Cuadrática Completa (CQC)	Distorsión Máxima Acero : 1.0 %		Carga de Viento : $71.50 \text{ Km} / \text{hora}$
			Cobertura Sobre Techo Tijerales : $8.05 \text{ Kg} / \text{m}^2$
			Barlovento (Presión) : $C_p = +0.80$
			Sotavento (Succión) : $C_p = -0.50$
			R carga de Granizo : $5 \text{ Kg} / \text{m}^2$

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	CUADRO DE MATERIALES DE TECHO METÁLICO	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES METÁLICOS Acero Estructural -Peso unitario Y= 7850.0 Kg/cm3 -Módulo de elasticidad E= 2038901.9 Kg/cm2 -Relación de Poisson u=0.3 -Módulo de corte G= $8 \times 10^5 \text{ Kg} / \text{cm}^2$ -Acero A36 *Esfuerzo de fluencia $f_y = 2530 \text{ Kg} / \text{cm}^2$ *Resistencia a la Tracción $f_u = 4080 \text{ Kg} / \text{cm}^2$ Soldadura de Arco Protegido *Resistencia a la Tracción E7018 $f_u = 4920 \text{ Kg} / \text{cm}^2$ *Resistencia a la Tracción E6011 $f_u = 4220 \text{ Kg} / \text{cm}^2$	BRIDAS SUPERIOR E INFERIOR	TUBO 100X100X6.0mm
	DIAGONALES	TUBO 50X100X2.0mm
	VIGUETAS O CORREAS	TUBO 50X100X2.5mm
	CAJUELAS	PLANCHA E = 3/8"
	PLANCHAS DE APOYO	2 PLANCHAS E = 3/8"
	PLANCHAS RIGIDIZADORES	PLANCHA E = 3/8"
	PERNO DE ANCLAJE	6 Ø 5/8" x 16"

Fuente: Expediente técnico-Techo Parabólico Metálico del Mini Coliseo de la I.E. San Marcelino Champagnat, 2021

En la **Figura 15**, Se muestra el cuadro de especificaciones técnicas, en el que se indican las características del acero estructural del techo, tales como, acero A36 para toda la estructura, lo cual no es correcto; ya que actualmente en el mercado nacional, los tubos estructurales comercializados para este tipo de edificaciones son solo ASTM A500 GRADO A. Se utilizará electrodos E-7018 durante toda la fabricación, existiendo perfiles con espesores 2.0mm.

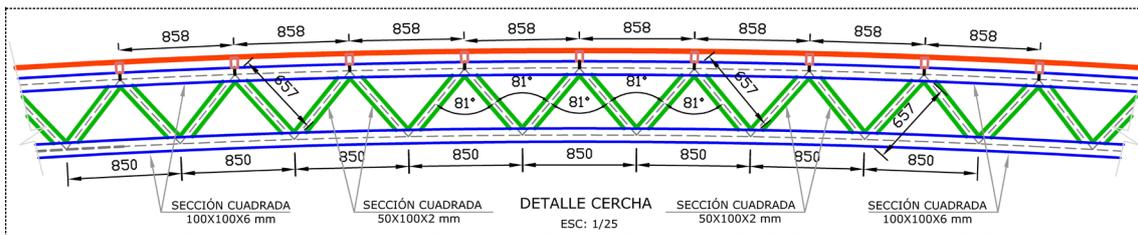
Figura 16. Tijeral parabólico típico de la estructura metálica.



Fuente: Expediente técnico-Techo Parabólico Metálico del Mini Coliseo de la I.E. San Marcelino Champagnat, 2021

En la **Figura 16**, se presenta el detalle típico de los 11 tijerales que componen el techo metálico parabólico, en donde se puede observar que cuenta con 4 apoyos fijos sobre las columnas de concreto armado. El tijeral va disminuyendo en longitud, según vaya cambiando la forma del terreno, ya que este es irregular; esto con el fin de mantener la misma curvatura del techo en toda el área de la construcción.

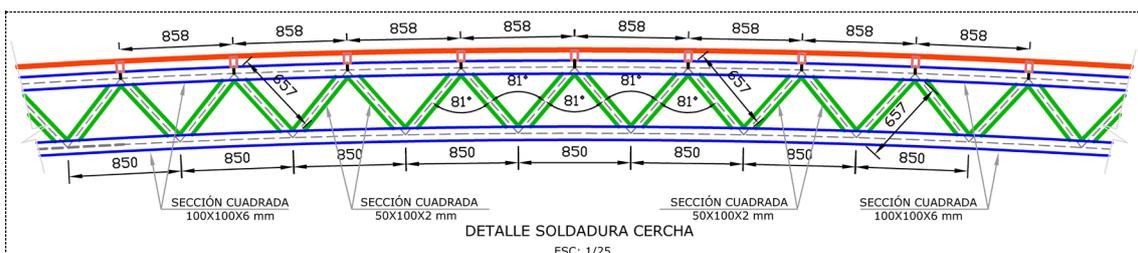
Figura 17. Detalle típico de armado de tijeral metálico.



Fuente: Expediente técnico-Techo Parabólico Metálico del Mini Coliseo de la I.E. San Marcelino Champagnat, 2021

En la **Figura 17**, se muestra la conformación del tijeral metálico, indicando la posición final de los elementos que lo componen, en donde se puede notar que, la distribución de los enlaces es uniforme y que cuya orientación de armado es hacia el menor lado de la sección del 'perfil, o sea 50mm. Además de esto, no se está considerando una longitud para la soldadura entre las crestas que forman los enlaces; esta distancia es importante para tener una mejor aplicación de soldadura a lo largo de toda la sección del perfil; en este caso, no se podría considerar esta distancia porque alteraría la distribución de los enlaces, obtenido una cantidad menor de ellos, además también una pequeña variación en el comportamiento estructural, y como ya se mencionó anteriormente no se podía hacer modificaciones al proyecto.

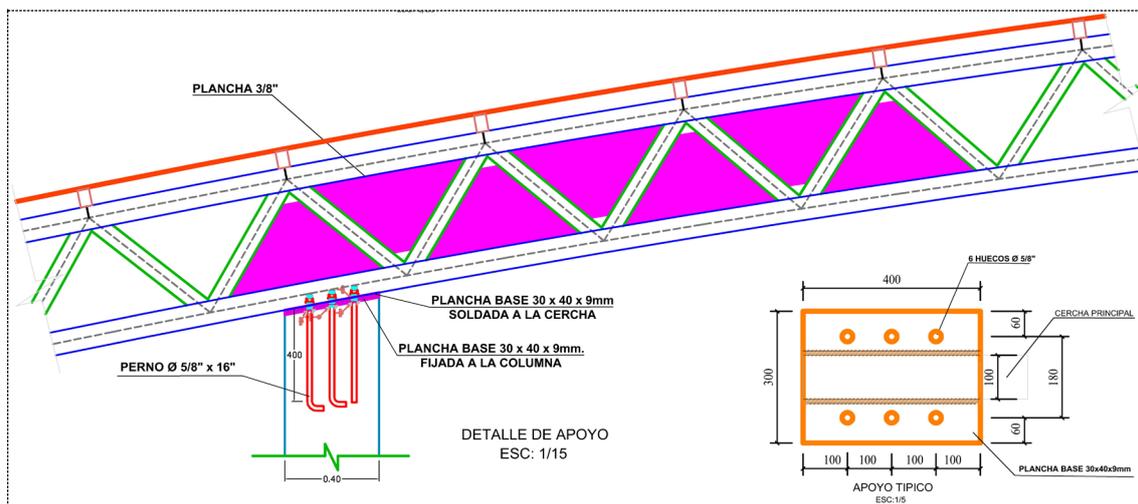
Figura 18. Detalle típico de soldadura, incompleto.



Fuente: Expediente técnico-Techo Parabólico Metálico del Mini Coliseo de la I.E. San Marcelino Champagnat, 2021.

En la **Figura 18**; en el detalle que debe indicar el procedimiento de soldadura que se realizara en el proceso de fabricación, está incompleto, teniendo prácticamente en mismo detalle mostrado en la Figura 17, de tal manera que este procedimiento se desarrolló en el plano de taller.

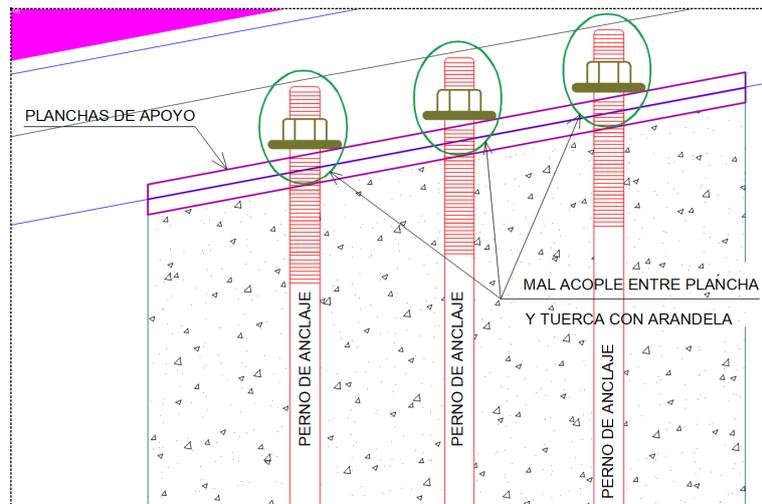
Figura 19. Detalle típico de apoyo de tijerales metálicos.



Fuente: Expediente técnico-Techo Parabólico Metálico del Mini Coliseo de la I.E. San Marcelino Champagnat, 2021.

En la **Figura 19**, se muestra el detalle típico para los apoyos de los tijerales, en el que se indica que las cabezas de las columnas deben tener un terminado inclinado, donde se ubican las planchas de apoyo. En este caso, la empresa contratista incurrió en un error, dejando la cabeza de la columna a nivel cero y colocando los pernos de anclaje, junto con las planchas de apoyo. Luego de consultar con supervisión y plantear una posible solución en el proceso constructivo del apoyo, se determinó realizar una mejora, teniendo como sustento, que el detalle indica que la plancha de apoyo superior debe ir soldada al tijeral, lo cual no es práctico, ya que se pueden tener errores en el proceso de montaje, al momento de acoplar los pernos de anclaje y los orificios en las planchas apoyo, además de que al tener la plancha inclinada como se muestra en el detalle, las tuercas que van en el perno de anclaje, tampoco se acoplarían correctamente a la superficie de la plancha superior, generando un ajuste débil, con lo cual la carga del arco metálico, no se transmite correctamente a la columna de concreto, tal como se muestra en la Figura 19.

Figura 20. Detalle acople entre plancha de apoyo y tuerca con arandela.



Fuente: Expediente técnico-Techo Parabólico Metálico del Mini Coliseo de la I.E. San Marcelino Champagnat, 2021.

En los planos del expediente técnico, se indica el tipo de cobertura para el techo parabólico, la cual será, COBERTURA DE PLANCHA TRANSLUCIDA FIBRAFORTE, lo cual, en opinión de la supervisión, era un material inadecuado para este tipo de estructura, además de ser poco resistente a impactos, por lo que se realizó el cambio por cobertura metálica, de material ALUZINC.

Es preciso indicar que, lamentablemente este expediente técnico, cuenta con pocos planos destinados al área de las estructuras metálicas y detalles, en su mayoría son planos de cortes y elevaciones, en donde solo se muestran vistas del acabado del techo, dedicado más a la arquitectura. La información necesaria para llevar a cabo el proceso de fabricación, se considera en la elaboración de los planos de taller.

TECHO PARABÓLICO METÁLICO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL ALMACÉN-SEMILLERO, DEL SECTOR MICHQUILLAY EN LA ENCAÑADA

La configuración general de la estructura metálica del techo parabólico, está conformada por 12 armaduras o tijerales metálicos curvos en cajón; los elementos que constituyen esta edificación, son bridas, montantes, diagonales, viguetas o correas, tensores, cajuelas metálicas de apoyo, planchas metálicas de apoyo y cobertura.

Este techo metálico parabólico tiene la particularidad de que 8 de los apoyos fijos de los tijerales se encuentran sobre columnas de concreto armado, mientras que todos los apoyos móviles, son sobre tubos cuadrados metálicos de 25cm x 25cm x10mm; Esta particularidad se debe a que la edificación tiene cerramientos metálicos casi todos sus lados. Para el desarrollo del tema de esta tesis, solo nos ocuparemos del componente del techo parabólico. Veamos algunos de los detalles más importantes de esta estructura:

Figura 21. Configuración de techo metálico parabólico-Isometría y Planta.

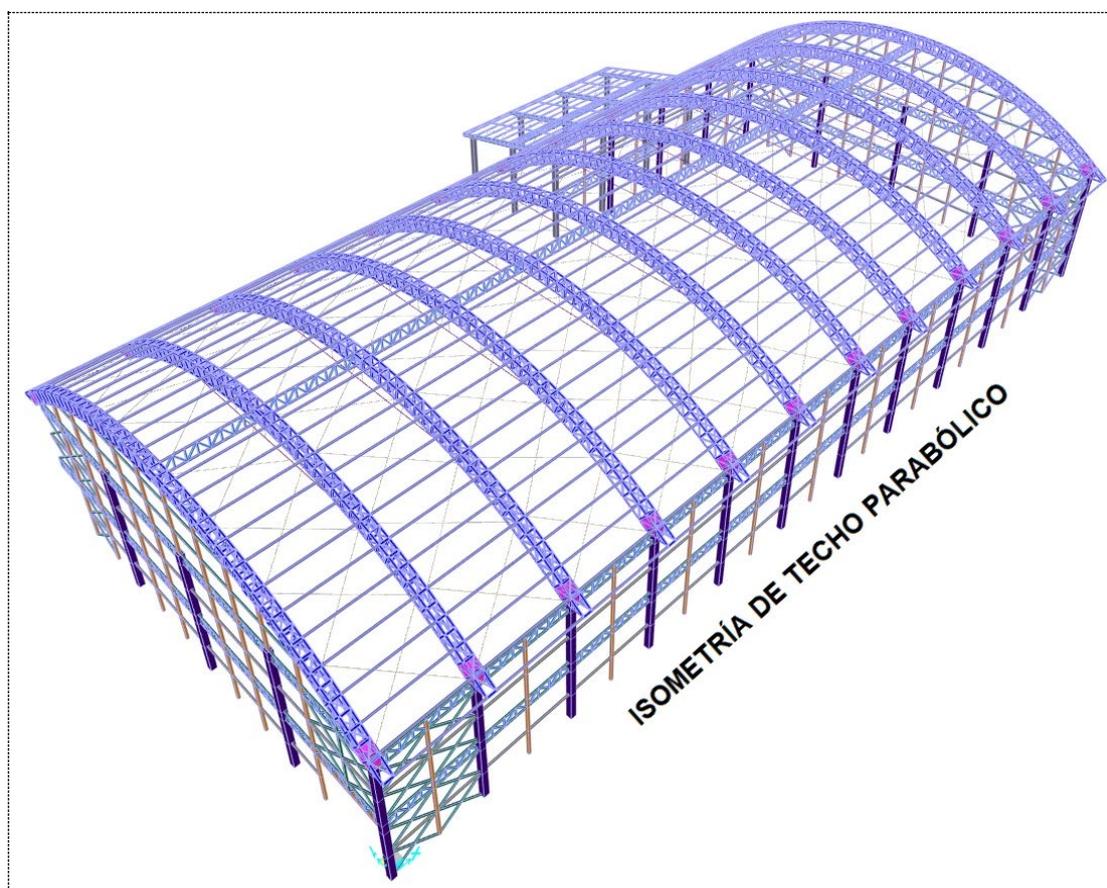
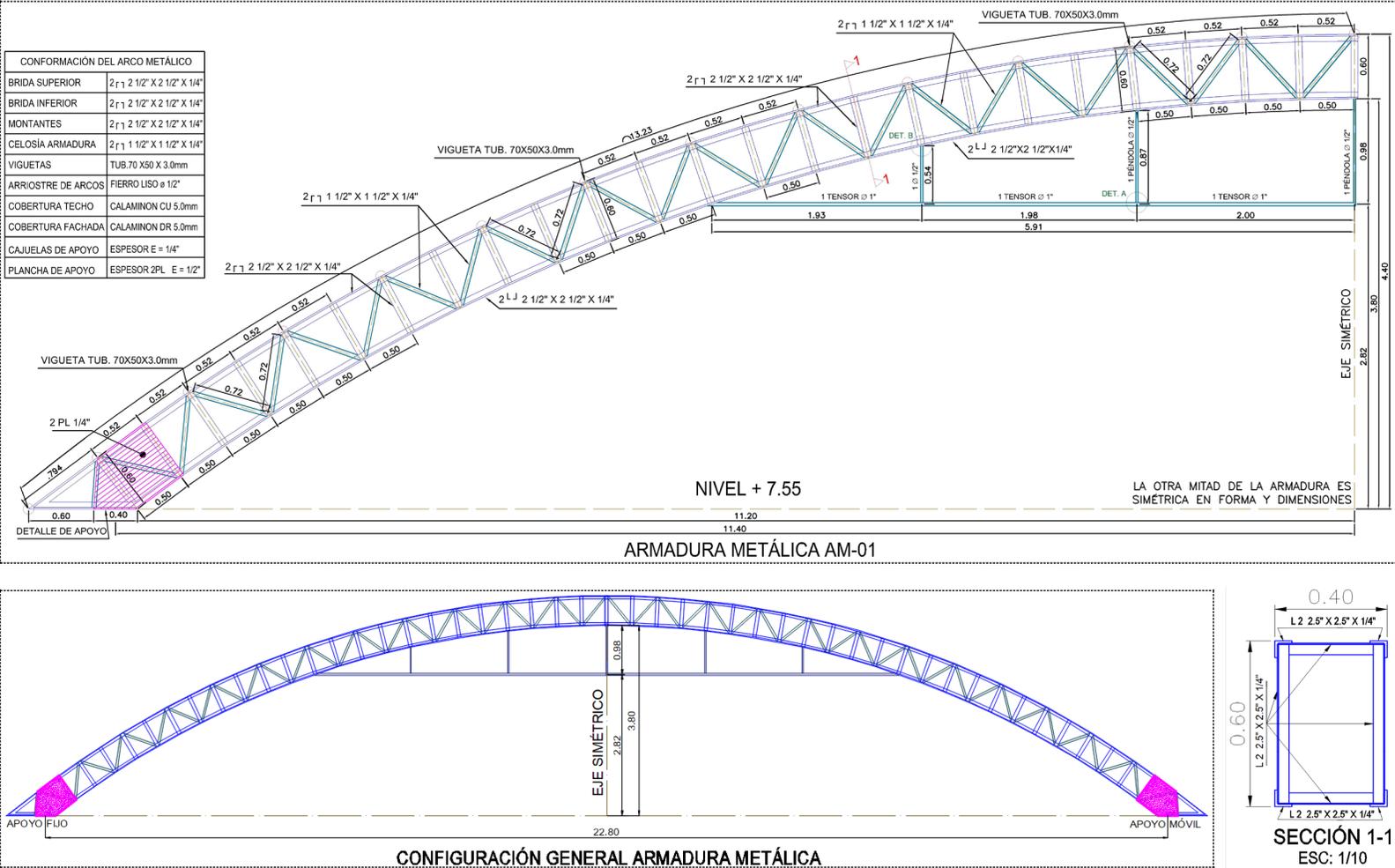


Figura 22. Detalle de sector de tijeral parabólico metálico



Fuente: Expediente técnico-Techo Parabólico Metálico de la Infraestructura para el Almacén-Semillero, Michiquillay, 2022.

En la **Figura 22**, se muestra la forma y elementos que componen a las armaduras o tijerales metálicos, además de los materiales que se utilizarán en la fabricación. Se puede también observar que los tijerales, tienen un tensor con péndolas, las cuales los mantienen a nivel, ubicados en la parte central, el cual permite disminuir las deflexiones. El techo metálico está compuesto por 12 tijerales parabólicos.

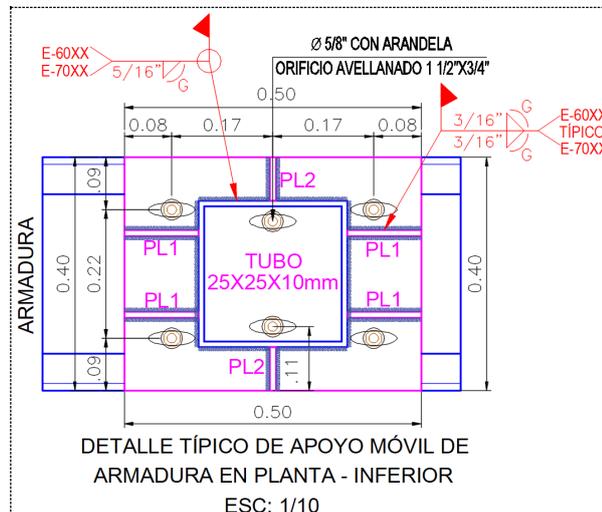
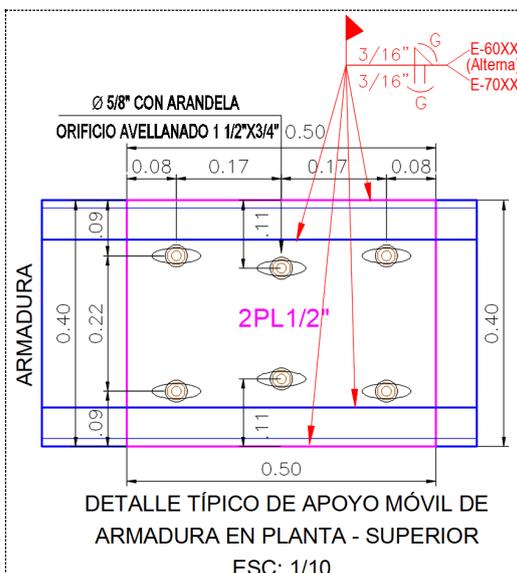
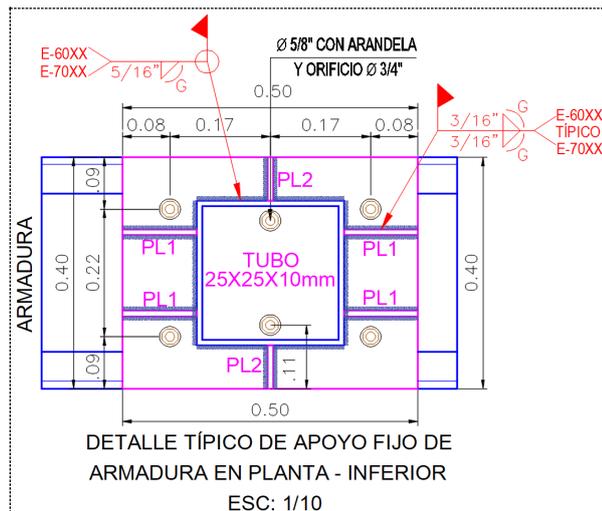
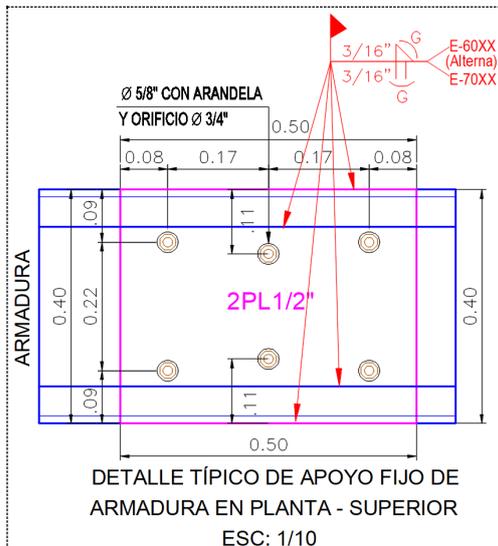
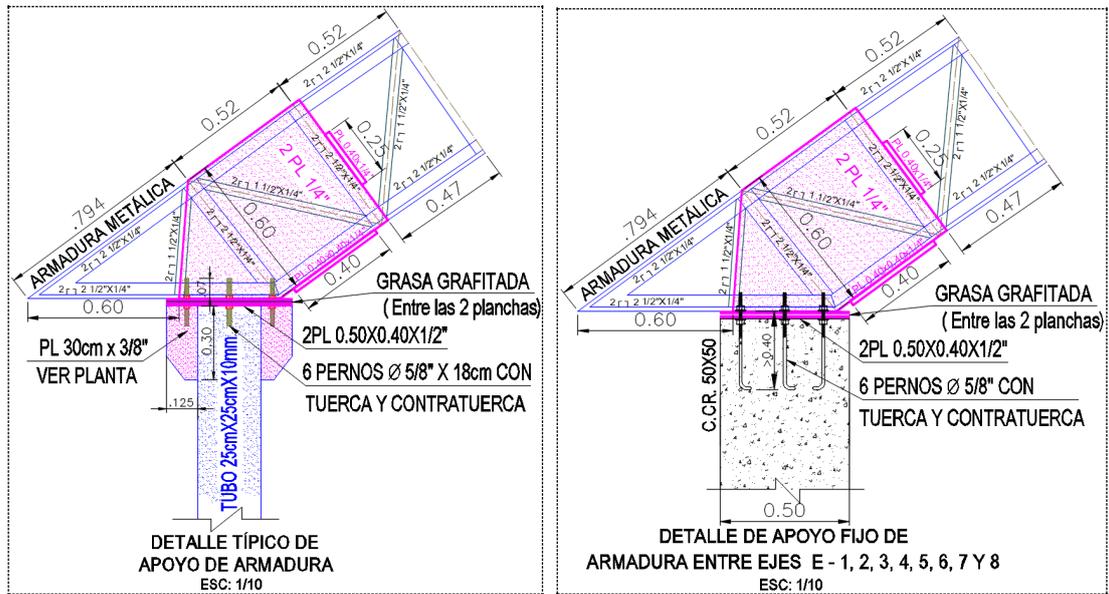
Figura 23. Cuadro de especificaciones técnicas de la estructura metálica

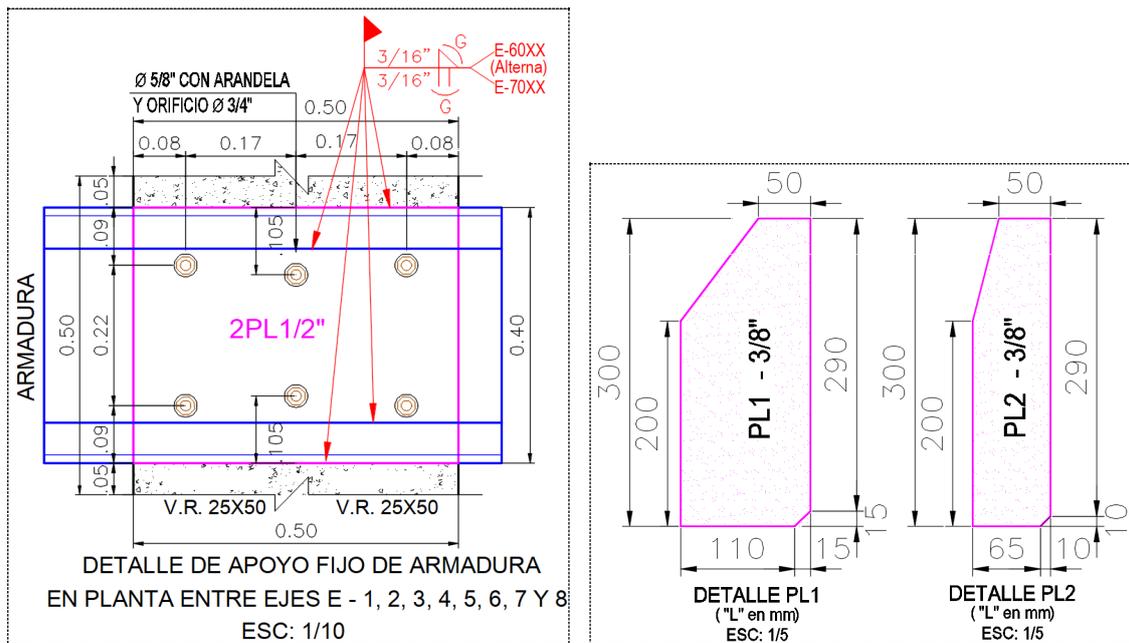
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA ESTRUCTURA DE ACERO	
<p>NORMAS Y CODIGOS APLICABLES:</p> <ul style="list-style-type: none"> -MATERIALES: AMERICAN SOCIETY FOR TESTIN AND MATERIAL- ASTM -ACERO : AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION - AISC -PINTURA : STEEL STRUCTURES PAINTING COUNCIL - SSPC -SOLDADURA : AMERICAN WELDING SOCIETY - AWS <p>ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA LA FABRICACION Y MONTAJE DE LA ESTRUCTURA DE ACERO AISC-LFRD 99 ULTIMA EDICION:</p> <ul style="list-style-type: none"> - PLANCHAS Y ANGULOS: ASTM A-36 ($f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$) FIERRO LISO - TUBO ESTRUCTURAL : ASTM A500 GRADO A - PERNOS DE ANCLAJE : ASTM A-325 - ACERO CORRUGADO : ASTM A-615 (G-60 -4,200 kg/cm^2) -SOLDADURA: ELECTRODOS AWS-A 5.1 SERIE E - 60 XX : ELECTRODOS AWS-A 5.1 SERIE E - 70 XX (PARA ACERO AL CARBONO) <p style="text-align: center;">EN CORDONES CONTÍNUOS ALREDEDOR DE LAS UNIONES, SALVO INDICACIÓN.</p> <ul style="list-style-type: none"> - LA CALIDAD Y TRABAJO DE LA SOLDADURA CONFORMARÁ CON EL CODIGO DE SOLDADURA AWS D1.0-89 DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE SOLDADURA (AMERICAN WELDING SOCIETY) . - LA SOLDADURA DE LAS UNIONES DEBERÁ DESARROLLAR LA CAPACIDAD EN TRACCIÓN DE CADA ELEMENTO CONCURRENTE Y DEBERÁ USARSE EL DIAMETRO (Ø) DE LA VARILLA DE SOLDADURA QUE SE ESPECIFICA EN LOS PLANOS. - EL TRABAJO DE LA SOLDADURA DEBERÁ SER EFECTUADO POR ESPECIALISTAS CON EXPERIENCIA, PARA QUE EL CORDÓN DE COSTURA DE SOLDADURA SEA NORMAL Y EVITAR REQUEMADURAS EN LAS PARTES A SOLDAR, EL ESPECIALISTA ANTES DE EFECTUAR EL TRABAJO, DEBERÁ REVISAR TODOS LOS ELEMENTOS CONFORMANTES REPASANDO CON ESCOBILLA DE ALAMBRE DE ACERO, EN LAS ZONAS DE LAS PARTES A SOLDARSE Y DE ESTA MANERA EFECTUAR UNA UNIÓN SOLDADA LIMPIA. 	<ul style="list-style-type: none"> - EL FABRICANTE DE LA ESTRUCTURA, DEBERÁ PRESENTAR EN OBRA ,TODOS LOS EQUIPOS MECÁNICOS NECESARIOS PARA EFECTUAR EL MONTAJE DE ACUERDO CON LAS NORMAS TÉCNICAS DE MONTAJE, SEGURIDAD Y PREVISIÓN. <p>PROTECCIÓN: LA ESTRUCTURA DE ACERO SE PROTEGERÁ CON PINTURA ANTICORROSIVA, QUE CONSTARÁ DE LAS SIGUIENTES CAPAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> A) PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE: ARENADO O LIMPIEZA MECÁNICA. C) ANTICORROSIVO EPÓXICO O ZINCROMATO, 1 CAPA DE 3 MILS DE ESPESOR MÍN. DE PELÍCULA SECA. D) ACABADO POLIURETANO 1 CAPA DE ESPESOR MÍN. 2 MILS DE PELÍCULA SECA. <p>IMPORTANTE :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN DADAS EN METROS (SALVO INDICACIÓN) Y DEBERÁN SER VERIFICADAS EN OBRA PARA EVITAR ERRORES DE FABRICACIÓN Y MONTAJE. 2.- LAS PERFORACIONES EN LAS PLANCHAS PARA LOS PERNOS Y ARRIOSTRES SERÁN 1/8" MAYORES QUE EL DIÁMETRO NOMINAL DEL PERNO. 3.- EL RADIO INTERIOR DE DOBLEZ PARA TODOS LOS PERFILES DOBLADOS EN FRÍO SERÁ IGUAL AL ESPESOR DE LA PLANCHA. 4.- LAS PLANCHAS METÁLICAS DE LA COBERTURA SE FIJARÁN A LAS VIGUETAS CON TORNILLOS AUTORROSCANTES CON ARANDELA DE NEOPRENE. ALTERNATIVAMENTE SE PODRÁN USAR REMACHES, TORNILLOS U OTRO MEDIO DE FIJACIÓN PROBADO Y RECOMENDADO POR EL FABRICANTE. 5.- LA INSTALACIÓN DE LAS COBERTURAS SE EJECUTARÁ SEGÚN LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y CONSTRUCTIVAS DEL CATALOGO DEL FABRICANTE PROVEEDOR.

Fuente: Expediente técnico-Techo Parabólico Metálico de la Infraestructura para el Almacén–Semillero, Michiquillay, 2022

En la **Figura 23**, se tiene el cuadro de especificaciones técnicas de la estructura metálica del techo parabólico, en el que se indica el tipo de material a usar, además, de las normas que se tiene que respetar al momento de la fabricación. Se indica también un procedimiento para llevar a cabo el proceso de soldadura y la protección de las estructuras con la pintura.

Figura 24. Detalles típicos de apoyo fijo y móvil de tijerales metálicos





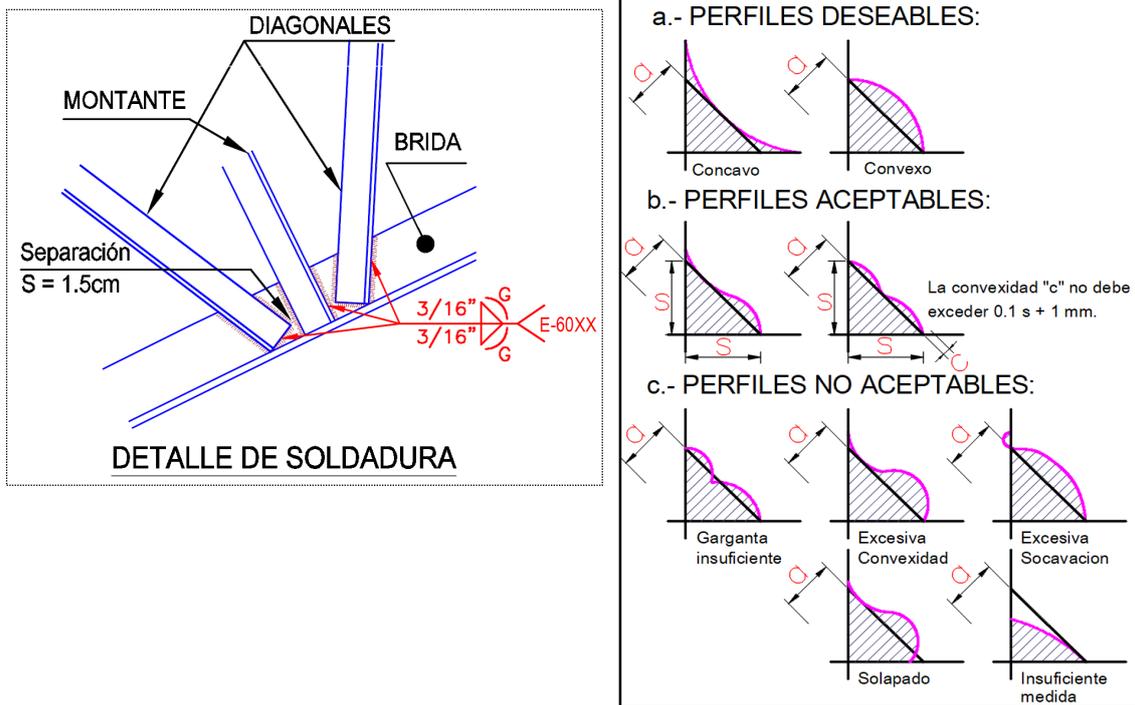
Fuente: Expediente técnico-Techo Parabólico Metálico de la Infraestructura para el Almacén–Semillero, Michiquillay, 2022

En la **Figura 24**, se presentan los detalles de los apoyos fijos y móviles, a una altura de 7.55 metros del techo parabólico metálico; en los detalles de elevación se puede ver que existen dos tipos de apoyos fijos, unos que se ubican en la parte superior de 4 columnas de tubo metálico de 25cmx25x10mm, y los otros sobre 8 columnas de concreto armado, pertenecientes a una construcción existente, previamente evaluada y reforzada.

Los apoyos móviles ubicados en el otro extremo de los tijerales, están todos sobre columnas de tubo metálico de 25cm x 25cm x 10mm.

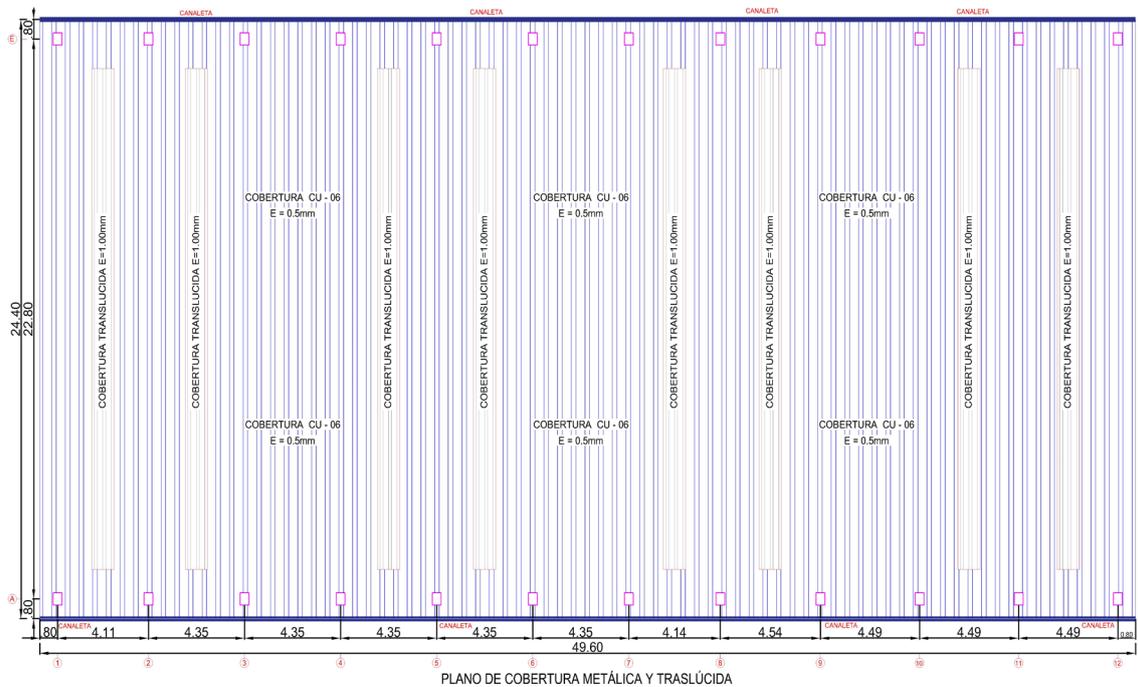
En los detalles, DETALLE PL1 y DETALLE PL2, que corresponden a las cartelas que rigidizan los apoyos, que se ubican sobre las columnas de tubo metálico de 25cmx25x10mm, se observa que existe un corte de 15mm, cuyo fin es el de evitar un estado triaxial de tensiones, dado por el cruce de 3 cordones en 3 ejes diferentes, lo cual podría terminar en una rotura repentina e imprevista.

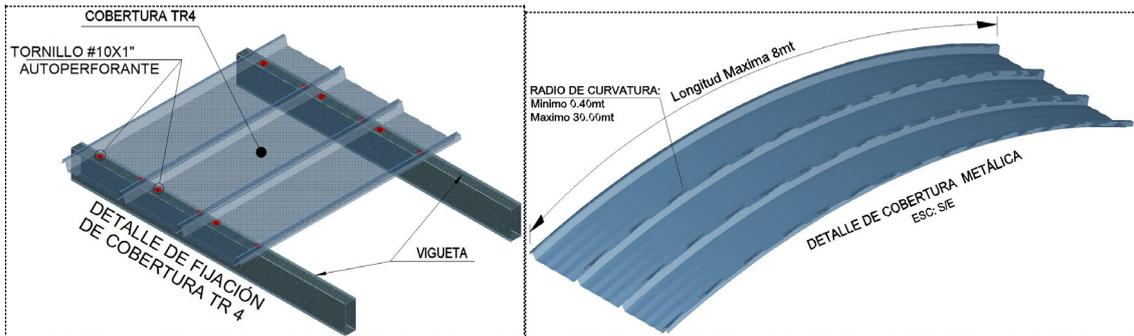
Figura 25. Detalle y Perfiles del Proceso de Soldadura



Fuente: Expediente técnico-Techo Parabólico Metálico de la Infraestructura para el Almacén–Semillero, Michiquillay, 2022

Figura 26. Detalles de cobertura metálica y traslúcida





Fuente: Expediente técnico-Techo Parabólico Metálico de la Infraestructura para el Almacén–Semillero, Michiquillay, 2022

En la **Figura 26**, se presenta la cobertura metálica que está considerando el expediente técnico, que, para este caso, es un compuesto de material ALUZINC, el cual es una aleación de acero al centro, con capas por ambos lados de aluminio, zinc y silicio, en cumplimiento con las normas ASTM A792 y todo esto cubierto por un pre-pintado al horno con capas de epóxico y poliéster.

La información que se presenta en los planos de ingeniería de diseño, del componente de estructuras del expediente técnico, muchas veces llega incompleta, o lo que es peor, con deficiencias desde la concepción del proyecto, por lo tanto, y si es que lo permiten las entidades, por medio de los consultores o proyectistas, se deben realizar estos trabajos complementarios de adición o de rectificación de la información, ya que en base a estos documentos presentados en el expediente técnico, se elaboran los planos de taller para la fabricación.

3.3.3.6.2 PLANOS DE TALLER PARA FABRICACIÓN

Los planos de taller son documentos técnicos, elaborados a partir de los planos de ingeniería de diseño del expediente técnico, en los cuales se detallan los procedimientos, especificaciones y consideraciones del proceso de fabricación de techos parabólicos metálicos. En estos planos se incorpora la información necesaria para llevar a cabo las etapas de producción de cada elemento estructural, además, información que aseguren un trabajo de calidad y por sobre todo seguro. Con la elaboración de estos planos se pueden controlar los tiempos del proceso de producción, además de realizar una mejor inspección y pruebas de control de calidad. Estos planos de taller se elaboran con el fin de garantizar el cumplimiento de las metas del componente de estructuras del expediente técnico.

Dentro de estos planos se consideran procesos y consideraciones, producto de la investigación en el campo de la fabricación de estructuras metálicas en taller, tales como el rolado en campo a partir de planos basados en geometría básica, obteniendo buenos resultados en tiempos de producción y mejor precisión en el armado, de las bridas, montantes, diagonales y el armado total de los cojones de segmento de tijeral; además, de facilitar el transporte en el caso de que la fabricación se haya llevado a cabo en un taller privado. Los procedimientos y procesos de soldadura son de acuerdo a la norma AWS A2.4, considerando como material de aporte electros E-6011 cuya especificación es AWS A5.1; la elección de este electrodo se debe a que en la investigación practica durante el proceso de fabricación, se ha verificado una mejor penetración en juntas y esto debido a su lento enfriamiento, además, para juntas principales se usa electrodo E-7018, para tener una mejor resistencia de acuerdo al material base.

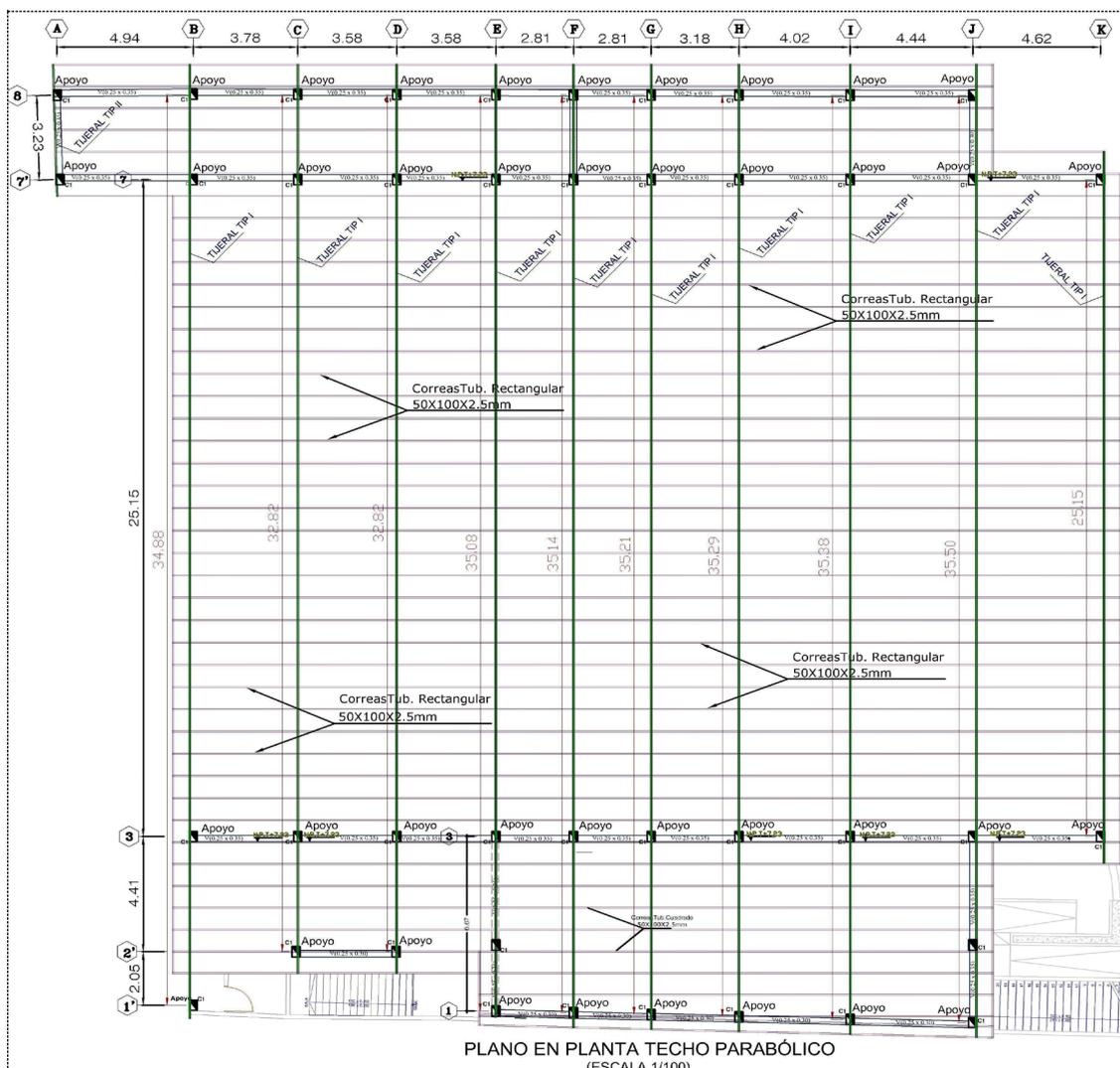
A continuación, para efectos de comprender mejor el objetivo de esta tesis, y bañándonos en la investigación de procesos constructivos, se presentan algunos detalles de los principales elementos estructurales que componen los techos parabólicos metálicos. Estos detalles, fueron extraídos a partir de la elaboración de los planos de taller de los 02 proyectos abordados en la sección anterior, PLANOS DE INGENIERÍA DE DISEÑO.

Los planos de taller completos se presentarán en la sección de ANEXOS.

PLANOS DE TALLER DEL TECHO PARABÓLICO METÁLICO DE MINI COLISEO CERRADO, EN LA I.E. SAN MARCELINO CHAMPAGNAT

En el caso de los planos de taller para este techo parabolizado metálico, tuvieron que ser elaborados partiendo desde la información escasa del expediente técnico. Existen mejoras elaboradas en los planos de taller, en coordinación con el supervisor y entidad, durante el proceso de fabricación. En estos planos de taller se detalla el proceso de acople del tijeral metálico con las planchas de apoyo, mediante cartelas o cajuela laterales; así como también, los procesos de calderería para el armado de bridas, enlaces y viguetas o correas. Veamos algunos detalles importantes de estos planos de taller. Los planos completos se presentarán en la sección de ANEXOS.

Figura 27. Plano en planta de distribución de elementos estructurales

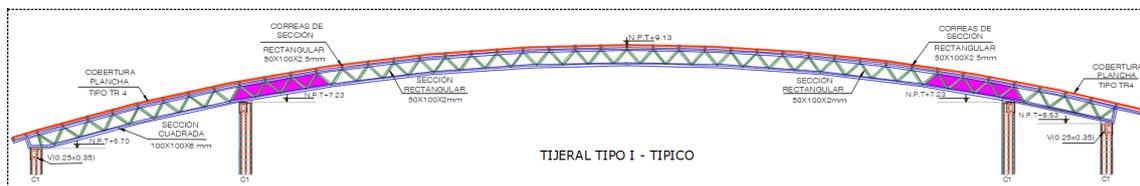


Fuente: Plano de taller-Techo Parabólico Metálico del Mini Coliseo de la I.E. San Marcelino Champagnat, 2021

En la **Figura 27**, se presenta el plano en planta del techo parabólico metálico, en donde se muestra la distribución y se puede identificar los diferentes elementos estructurales que conforman la edificación.

En este techo metálico, el proyectista, durante la concepción del diseño estructural, no ha considerado la necesidad de incluir tensores y arriostres, indicando que esto es debido a que el distanciamiento de las viguetas es corto, ubicando cada vigueta en el encuentro de celosía y teniendo un buen comportamiento estructural según el diseño que realizó.

Figura 28. Imagen referencial TIJERAL TIPO I y especificaciones técnicas

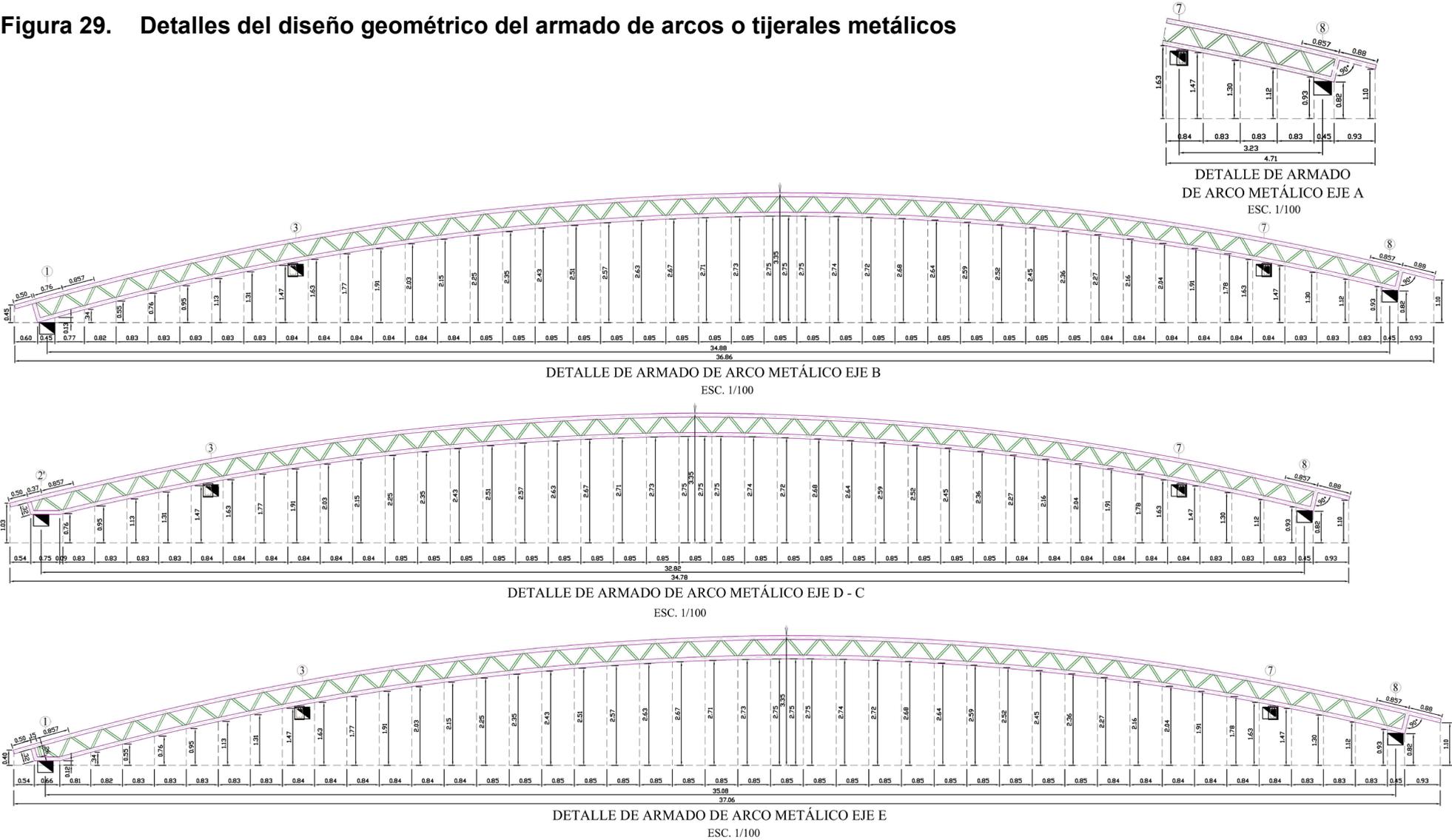


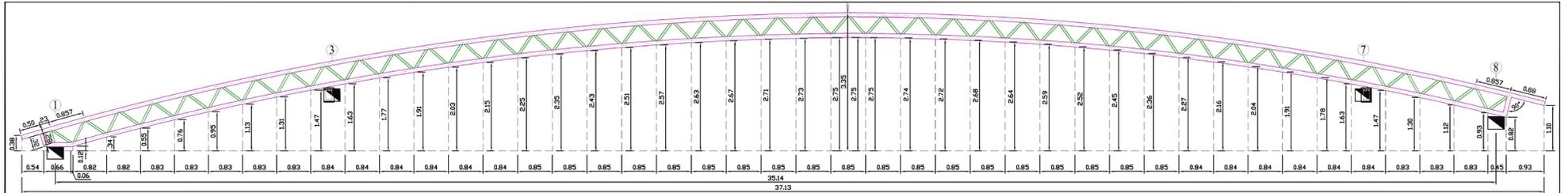
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES METÁLICOS	
Acero Estructural	
-Peso unitario	Y= 7850.0 Kg/cm ³
-Módulo de elasticidad	E= 2038901.9 Kg/cm ²
-Relación de Poisson	u=0.3
-Módulo de corte	G= 8x10 ⁵ Kg/cm ²
-Acero A36	
*Esfuerzo de fluencia	f _y = 2530 Kg/cm ²
*Resistencia a la Tracción	f _u = 4080 Kg/cm ²
Soldadura de Arco Protegido	
*Resistencia a la Tracción E7018	f _u = 4920 Kg/cm ²
*Resistencia a la Tracción E6011	f _u = 4350 Kg/cm ²

Fuente: Expediente Técnico -Techo Parabólico Metálico del Mini Coliseo de la I.E. San Marcelino Champagnat, 2021

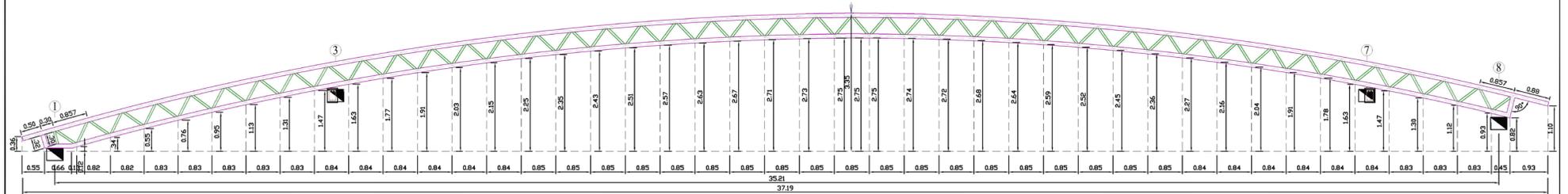
En la **Figura 28**, se presenta la imagen referencial de la forma típica que tienen los tijerales parabólicos; aunque la longitud de cada tijeral, varía de acuerdo a la forma del terreno, el cual tiene el EJE 1 inclinado; esta variación en su longitud, no implica el cambio de la forma de todos los tijerales, ya que es primordial conservar esta forma, para mantener la curvatura típica del techo parabólico.

Figura 29. Detalles del diseño geométrico del armado de arcos o tijerales metálicos

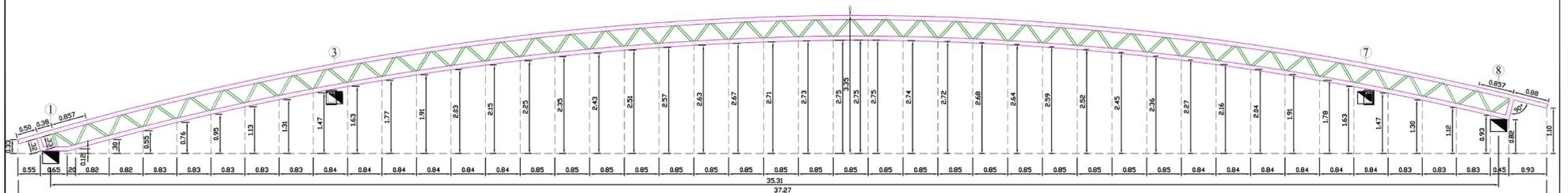




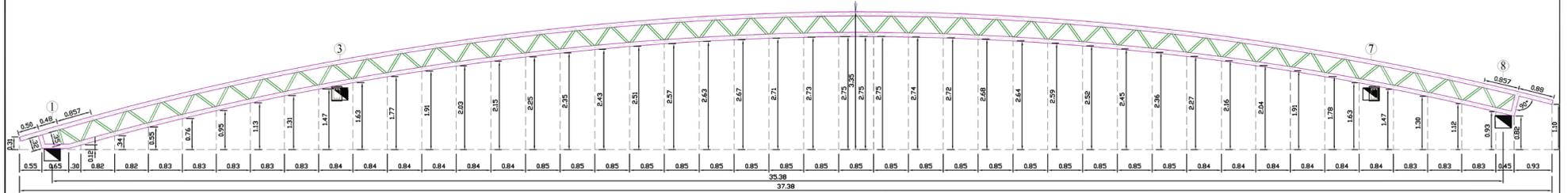
DETALLE DE ARMADO DE ARCO METÁLICO EJE F
ESC. 1/100



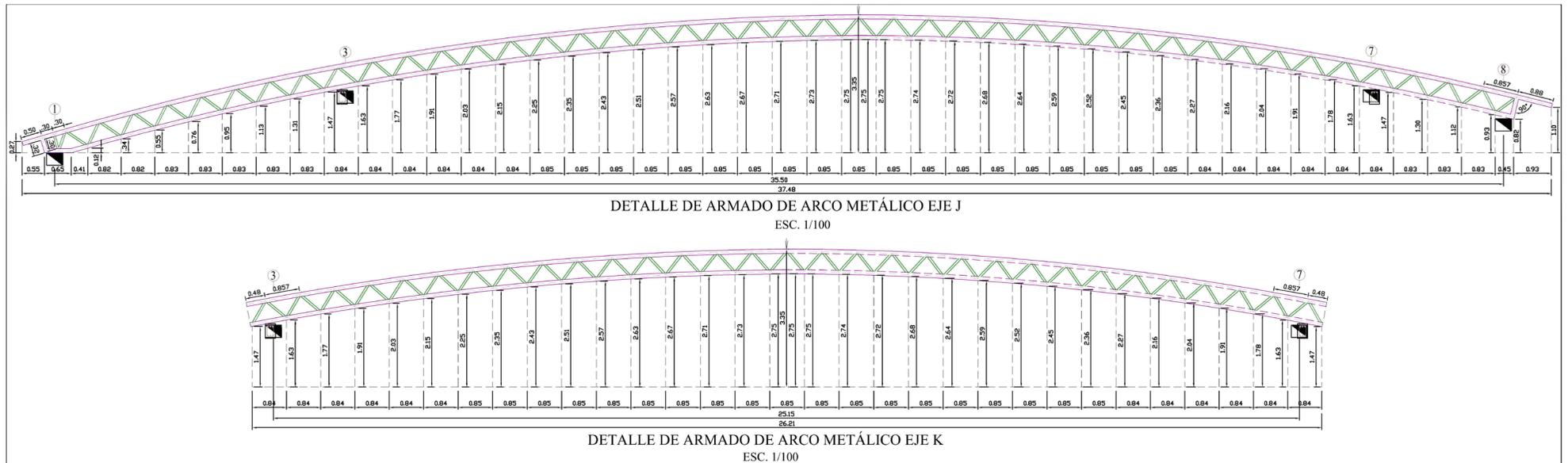
DETALLE DE ARMADO DE ARCO METÁLICO EJE G
ESC. 1/100



DETALLE DE ARMADO DE ARCO METÁLICO EJE H
ESC. 1/100



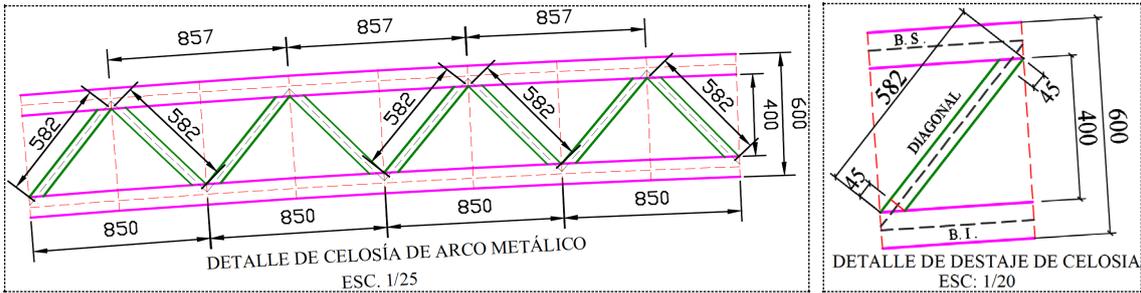
DETALLE DE ARMADO DE ARCO METÁLICO EJE I
ESC. 1/100



Fuente: Plano de taller-Techo Parabólico Metálico del Mini Coliseo de la I.E. San Marcelino Champagnat, 2021

El desarrollo del procedimiento, para llevar a cabo la fabricación de los TIJERALES TIPO I, se ha elaborado de acuerdo a lo investigado durante el proceso de fabricación, obteniendo un diseño geométrico óptimo y aplicable a todo tipo de estructuras con esta misma forma, con el fin de lograr la curvatura deseada de los tijerales, esto de acuerdo a lo indicado en los planos del expediente técnico. En la **Figura 29**, se muestran los detalles del diseño geométrico de los 11 tijerales que conforman el techo parabólico, en donde se puede apreciar cómo va cambiando la longitud en cada uno de sus ejes, sin embargo, se mantiene la curvatura de la estructura, lo cual evidencia que se sigue conservando la forma del sistema estructural, que abarca toda la Edificación.

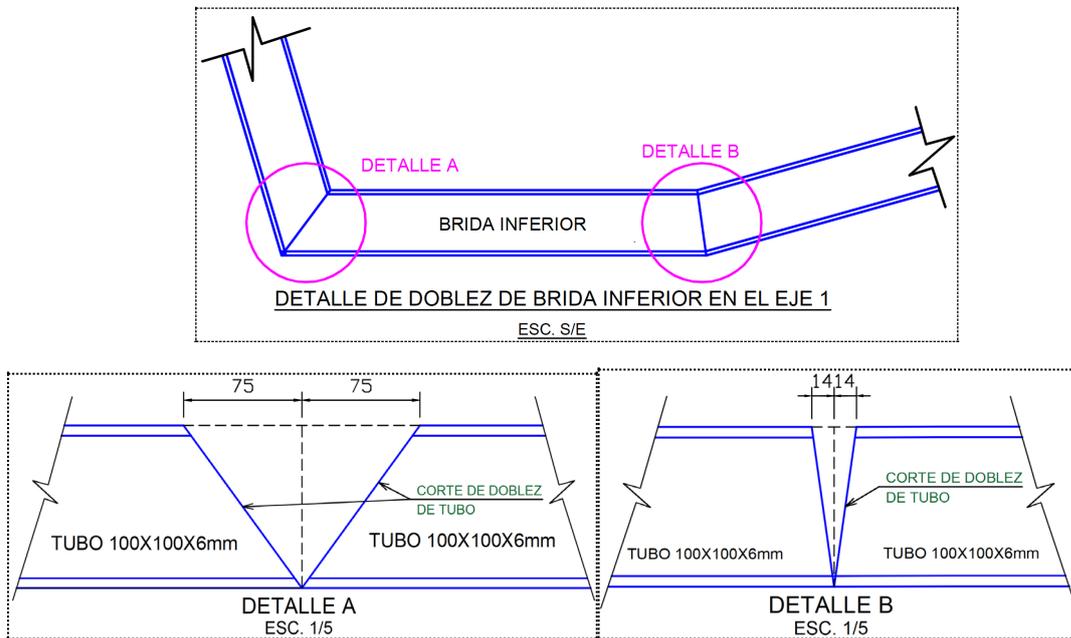
Figura 30. Detalle de armado y destaje de celosía del tijeral metálico



Fuente: Plano de taller-Techo Parabólico Metálico del Mini Coliseo de la I.E. San Marcelino Champagnat, 2021

En la **Figura 30**, se detalla la distribución y armado típico de la celosía del tijeral, teniendo en cuenta que las dimensiones que se indican son entre ejes de elementos; también se presenta un detalle típico del destaje de las esquinas de las diagonales para el acople entre ellas a las bridas inferior y superior, a lo largo de todo el tijeral parabólico.

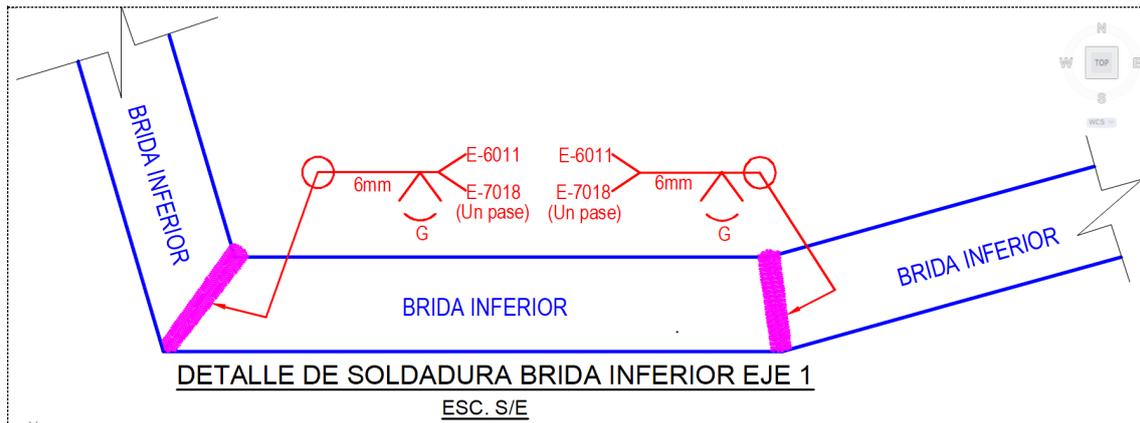
Figura 31. Detalle de armado de brida inferior en el eje 1 de los tijerales



Fuente: Plano de taller-Techo Parabólico Metálico del Mini Coliseo de la I.E. San Marcelino Champagnat, 2021

En la **Figura 31**, se detalla el doblé en la brida inferior, que se debe realizar en el alero, para tener esta forma de codo; además también se detallan las medidas del corte o destaje del tubo o brida inferior, que en el caso del DETALLE A es de 75mm hacia ambos lados del eje de corte y en el caso del DETALLE B es de 14mm, hacia ambos lados del eje de corte.

Figura 32. Detalle de soldadura en brida inferior de tijeral metálico

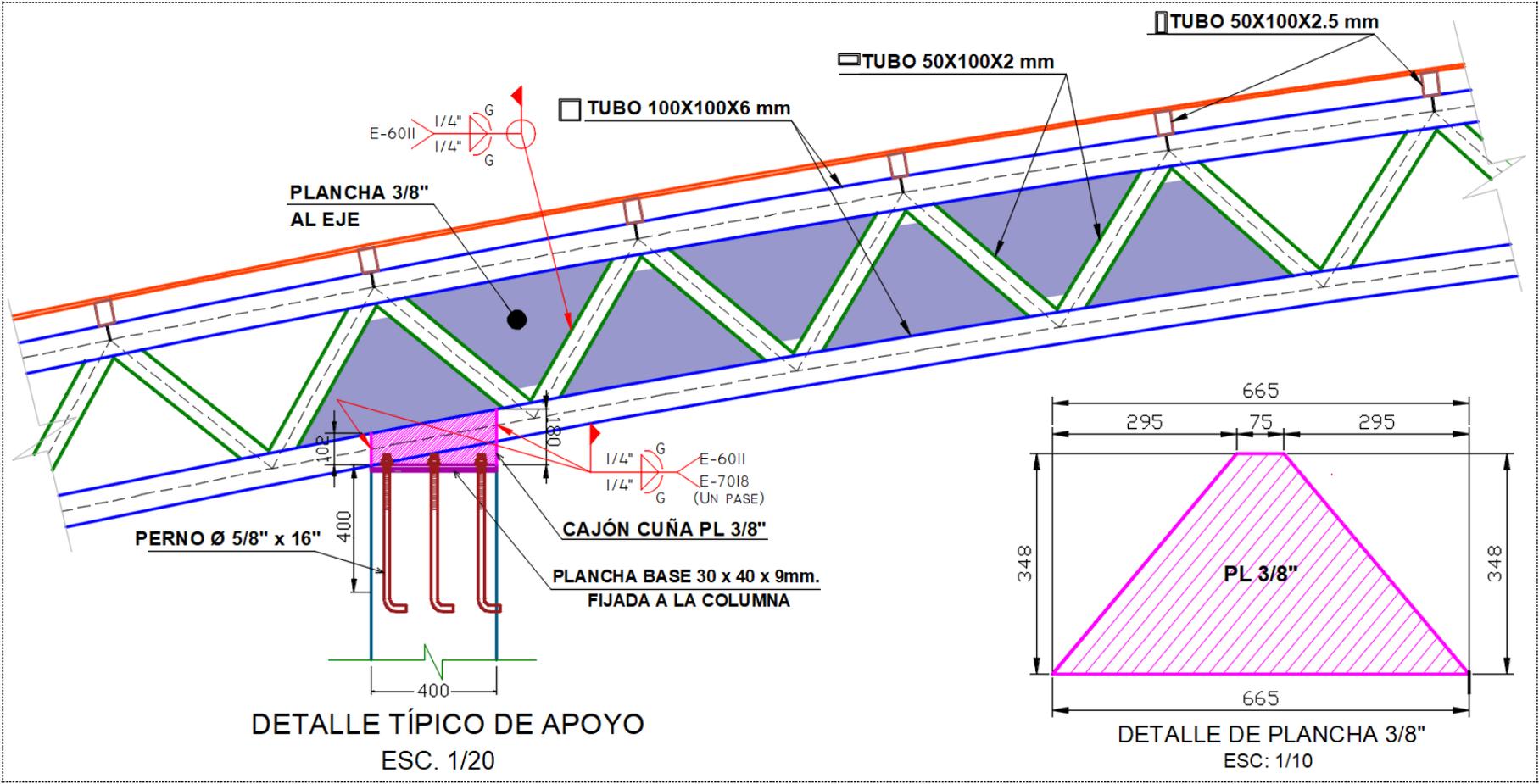


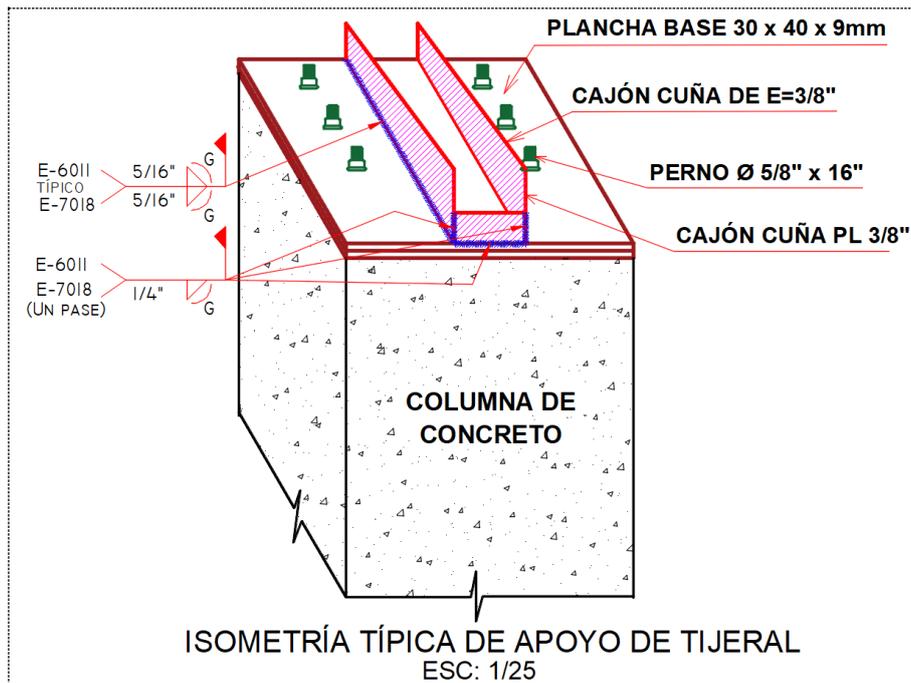
Fuente: Plano de taller-Techo Parabólico Metálico del Mini Coliseo de la I.E. San Marcelino Champagnat, 2021

En la **Figura 32**, se presenta el detalle del procedimiento de la soldadura en el codo que forma el alero en la brida inferior del tijeral; en este caso se trata del sistema de soldadura SMAW (Shielded Metal Arc Welding – Soldadura de Arco con electrodo revestido).

Para la ejecución de este procedimiento típico, se aplica soldadura de bisel a 45° y de filete en el ángulo de la unión o junta del tubo, utilizando electrodo E-6011 como material de aporte y que, según investigaciones, tiene una buena penetración en la junta a soldar y E-7018 para mayor resistencia, y que según la simbología en el detalle se cuenta con un contorno cóncavo y acabado pulido de esmerilado.

Figura 33. Detalle típico del apoyo fijo de los tijerales metálicos.

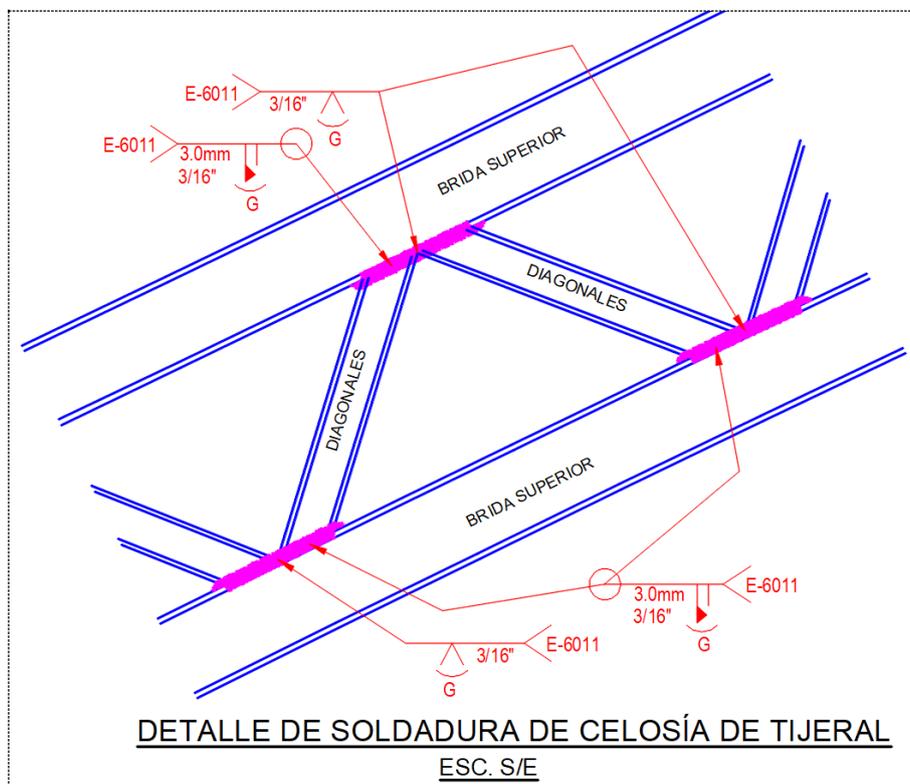
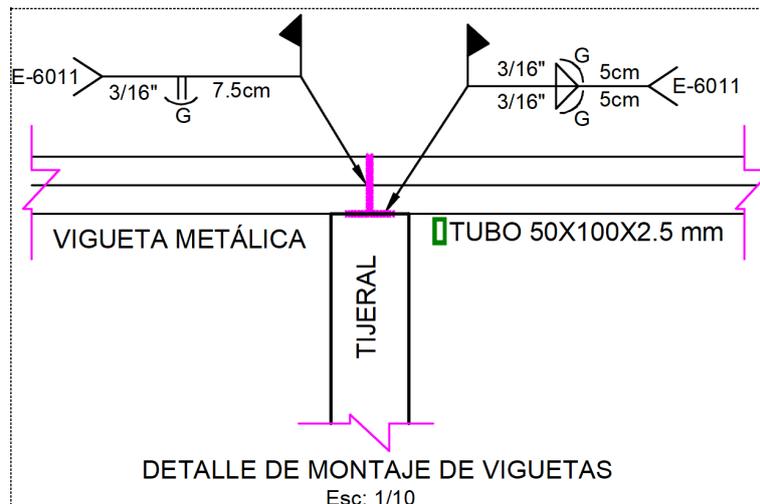




Fuente: Plano de taller-Techo Parabólico Metálico del Mini Coliseo de la I.E.
San Marcelino Champagnat, 2021

En la **Figura 33**, se muestra el detalle típico del apoyo fijo del tijeral metálico, el cual fue modificado, por autorización de la supervisión; Para mejorar el acople del tijeral con la plancha base de apoyo. La plancha o cartela de 3/8", se detalla con sus dimensiones para la habilitación, además, de su ubicación final en el tijeral metálico, y que según se indica será al centro de las diagonales. El proceso de soldadura a seguir en los detalles, considera que será soldadura de filete, con electrodo E-6011 como material de aporte y que, según investigaciones, tiene una buena penetración en la junta y E-7018 para mayor resistencia, y que según la simbología en el detalle se cuenta con un contorno cóncavo y acabado pulido de esmerilado. Como ya se había indicado anteriormente, en el diseño de la estructura metálica, no se contempla un apoyo móvil, por lo que, la estructura se ha construido respetando este parámetro de diseño.

Figura 34. Detalle de soldadura - viguetas y celosía de tijeral parabólico



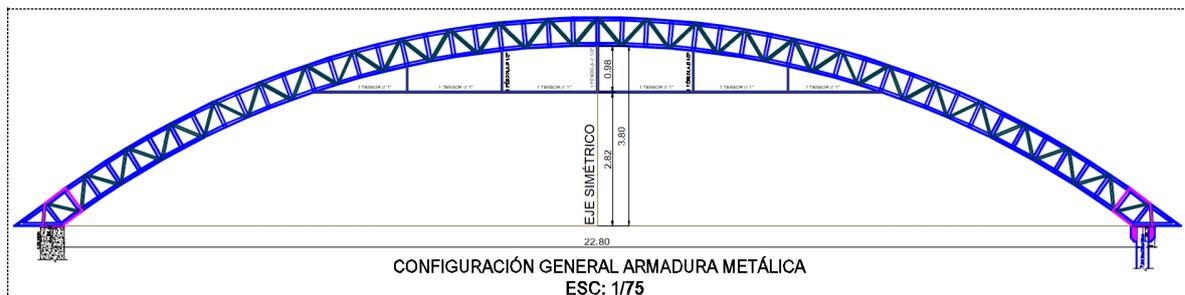
En la **Figura 34**, se detalla la posición final de las viguetas metálicas de Tubo rectangular de 50x100x6mm, así como también, el procedimiento de soldadura plana en el encuentro entre viguetas y soldadura de filete en el montaje sobre el tijeral. Para el proceso de montaje de viguetas, lo más conveniente es unir 4 o 5 tubos de 6m, para facilitar el traslado y soldeo de trabajos en altura.

También se muestra el procedimiento típico de la soldadura en la celosía del tijeral.

PLANOS DE TALLER-TECHO PARABÓLICO, DE LA INFRAESTRUCTURA DEL ALMACÉN-SEMILLERO, DEL SECTOR MICHQUILLAY - ENCAÑADA

La elaboración de los planos de taller de este techo parabólico metálico, tiene su origen en los planos del expediente técnico. La edificación completa de este proyecto cuenta con un techo metálico parabólico, y un cerramiento con cobertura metálica; para el caso de esta tesis, nos enfocaremos solamente en el estudio del techo parabólico, en cumplimiento con los objetivos del tema de la tesis. Los planos de taller para este proyecto, permiten la aplicación de procesos y técnicas de rolado completamente manuales, para la fabricación del tijeral típico AM-01, que formará parte de la estructura, sin la necesidad de máquinas de roldado; también se aplican técnicas geométricas de ubicación para la celosía, y el acople final de toda estructura. En estos planos se presentan los detalles de cada uno de los componentes del techo metálico, con medidas y especificaciones para poder llevar a cabo su fabricación y montaje. Veamos algunos detalles principales de estos planos de taller.

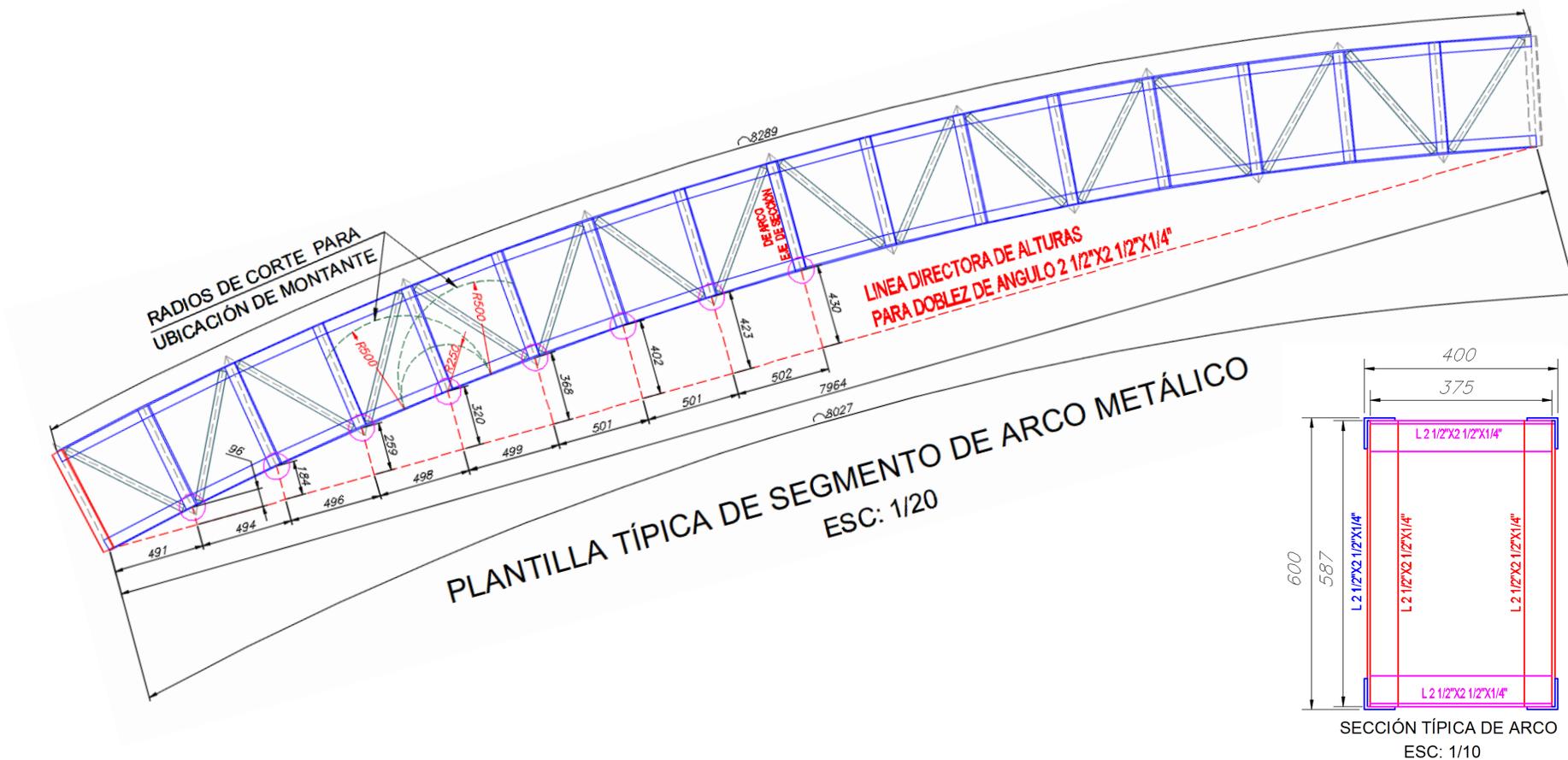
Figura 35. Imagen referencial de tijeral AM-01 y especificaciones técnicas



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
<p>NORMAS Y CODIGOS APLICABLES:</p> <ul style="list-style-type: none"> -MATERIALES : AMERICAN SOCIETY FOR TESTIN AND MATERIAL- ASTM -ACERO : AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION - AISC -PINTURA : STEEL STRUCTURES PAINTING COUNCIL - SSPC -SOLDADURA : AMERICAN WELDING SOCIETY - AWS <p>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA FABRICACION Y MONTAJE DE LA ESTRUCTURA DE ACERO AISC-LFRD 99 ULTIMA EDICION:</p> <ul style="list-style-type: none"> - PLANCHAS Y ANGULOS: ASTM A-36 (fy = 2530 kg/cm2) FIERRO LISO - TUBO ESTRUCTURAL : ASTM A500 GRADO A - PERNOS DE ANCLAJE : ASTM A-325 - SOLDADURA: ELECTRODOS AWS-A 5.1 SERIE E - 6011 : ELECTRODOS AWS-A 5.1 SERIE E - 7018 (PARA ACERO AL CARBONO) EN CORDONES CONTINUOS ALREDEDOR DE LAS UNIONES, SALVO INDICACION. - LA CALIDAD Y TRABAJO DE LA SOLDADURA CONFORMARÁ CON EL CODIGO DE SOLDADURA AWS D1.1 DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE SOLDADURA (AMERICAN WELDING SOCIETY) . - LA SOLDADURA DE LAS UNIONES DEBERÁ DESARROLLAR LA CAPACIDAD EN TRACCIÓN DE CADA ELEMENTO CONCURRENTES Y DEBERÁ USARSE EL DIAMETRO (Ø) DE LA VARILLA DE SOLDADURA QUE SE ESPECIFICA EN LOS PLANOS. 	<ul style="list-style-type: none"> - EL TRABAJO DE LA SOLDADURA DEBERÁ SER EFECTUADO POR ESPECIALISTAS CON EXPERIENCIA, PARA QUE EL CORDÓN DE COSTURA DE SOLDADURA SEA NORMAL Y EVITAR REQUEMADURAS EN LAS PARTES A SOLDAR. EL ESPECIALISTA ANTES DE EFECTUAR EL TRABAJO, DEBERÁ REVISAR TODOS LOS ELEMENTOS CONFORMANTES REPASANDO CON ESCOBILLA DE ALAMBRE DE ACERO, EN LAS ZONAS DE LAS PARTES A SOLDARSE Y DE ESTA MANERA EFECTUAR UNA UNIÓN SOLDADA LIMPIA. - EL FABRICANTE DE LA ESTRUCTURA, DEBERÁ PRESENTAR EN OBRA, TODOS LOS EQUIPOS MECÁNICOS NECESARIOS PARA EFECTUAR EL MONTAJE DE ACUERDO CON LAS NORMAS TÉCNICAS DE MONTAJE, SEGURIDAD Y PREVISIÓN. <p>PROTECCIÓN: LA ESTRUCTURA DE ACERO SE PROTEGERÁ CON PINTURA ANTICORROSIVA, QUE CONSTARÁ DE LAS SIGUIENTES CAPAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> A) PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE: ARENADO O LIMPIEZA MECÁNICA C) ANTICORROSIVO EPÓXICO O ZINCROMATO, 1 CAPA DE 3 MILS DE ESPESOR MÍN. DE PELÍCULA SECA D) ACABADO POLIURETANO 1 CAPA DE ESPESOR MÍN. 2 MILS DE PELÍCULA SECA.

Fuente: Planos de taller-Techo Parabólico Metálico de la Infraestructura para el Almacén-Semillero, Michiquillay, 2022

Figura 36. Plantilla típica de segmento de arco o tijeral, para el trazo y armado del tijeral AM-01

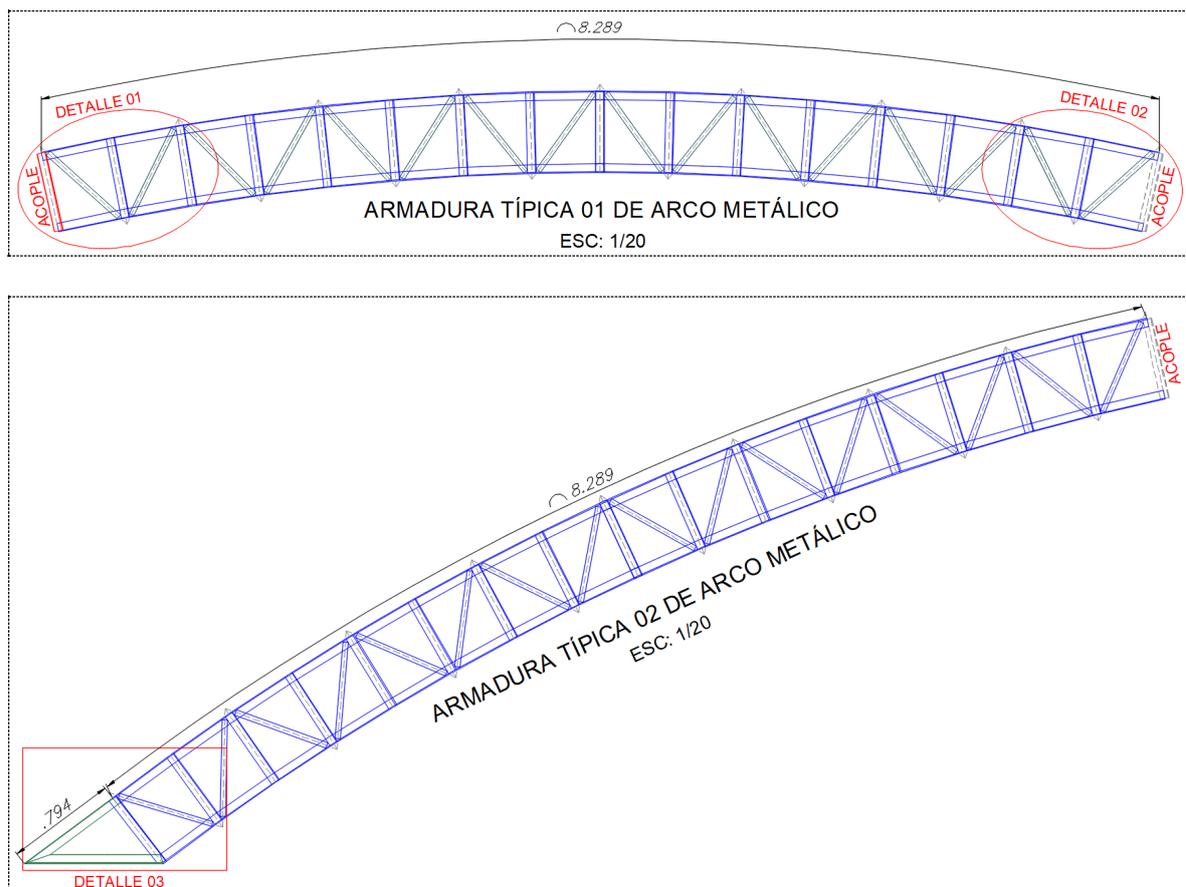


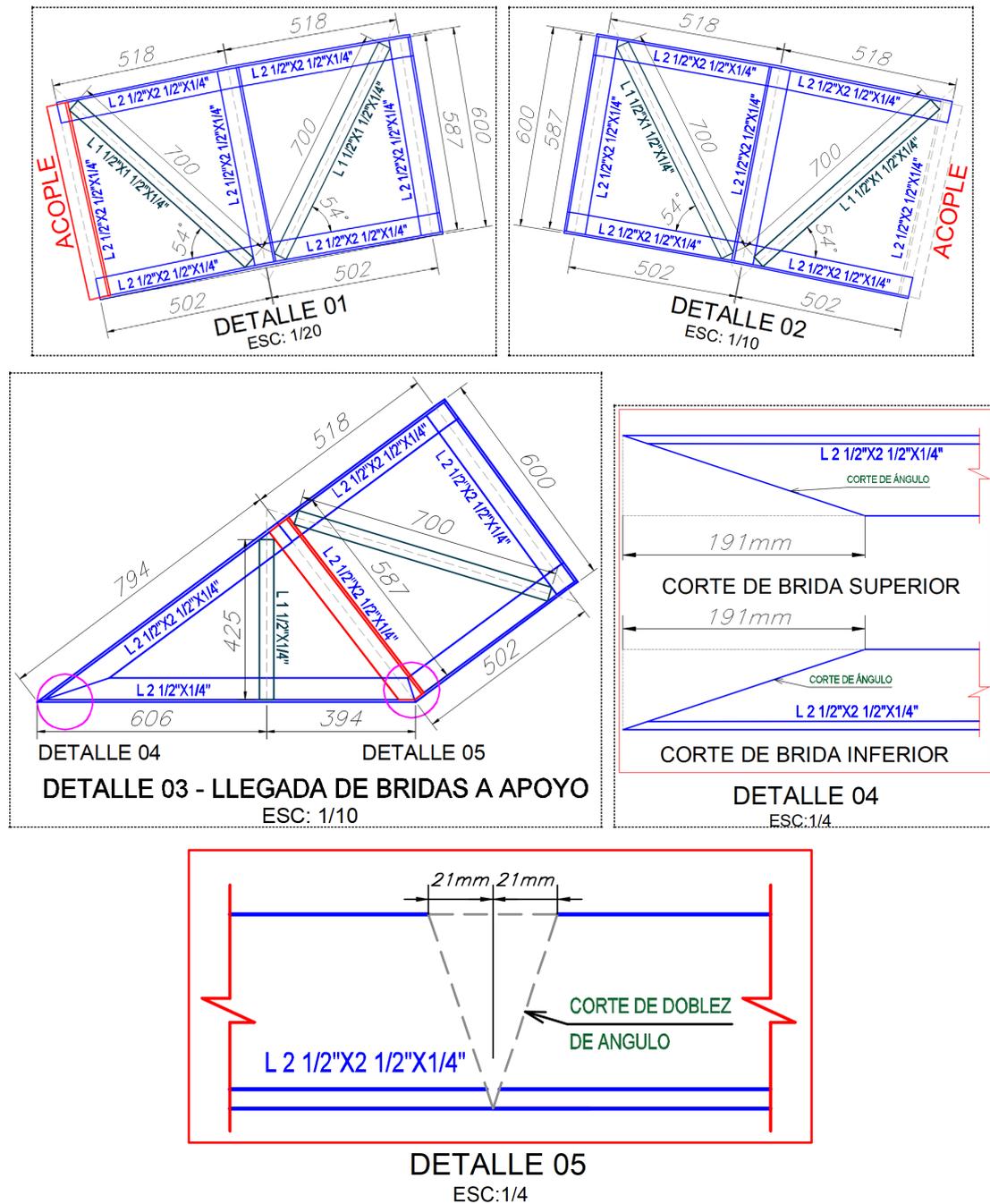
Fuente: Planos de taller-Techo Parabólico Metálico de la Infraestructura para el Almacén–Semillero, Michiquillay, 2022

En la **Figura 36**, de acuerdo a la investigación en el campo de la construcción, con este método de diseño geométrico, nos permite fabricar en lugares donde no se pueda tener una maquina roladora de perfiles metálicos, además de mejorar la precisión durante este proceso; tal y como se puede ver en el detalle de la plantilla con el trazo del rolado de las bridas, para la fabricación del arco o tijeral metálico AM-01, además, se grafican también las líneas o radios de corte facilitando la ubicación de las montantes y posterior colocación de las diagonales, teniendo en cuenta las consideraciones de separación para la soldadura, indicadas en estos planos de taller.

Los segmentos de tijeral metálico son 3, lo cual facilita su transporte y posterior acople en campo, para la conformación del tijeral típico principal AM-01, para una luz entre ejes de columnas de 22.80 metros.

Figura 37. Detalles de segmento de tijeral y alero con cortes en bridas

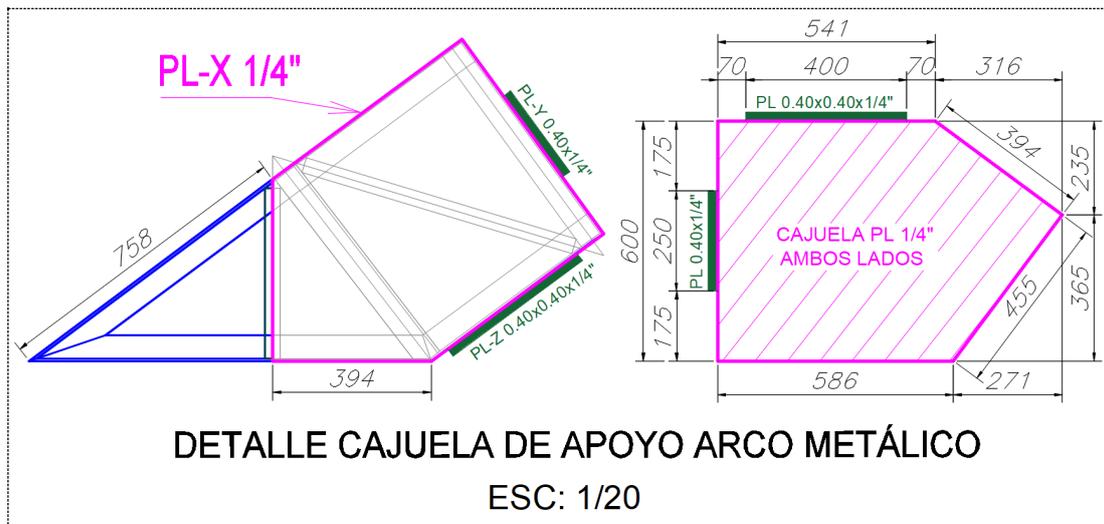




Fuente: Planos de taller-Techo Parabólico Metálico de la Infraestructura para el Almacén-Semillero, Michiquillay, 2022

En la **Figura 37**, se muestran detalles del segmento de tijera metálico que, conforman el tijera principal AM-01, además de las indicaciones del acople ente segmentos, así como también, los detalles 01, 02 y 03, en donde se indica la nomenclatura y dimensiones de los elementos que conforman el segmento de tijera, además los detalles 04 y 05 que, señalan los cortes que se deben efectuar en las bridas para obtener el alero y el talón del apoyo.

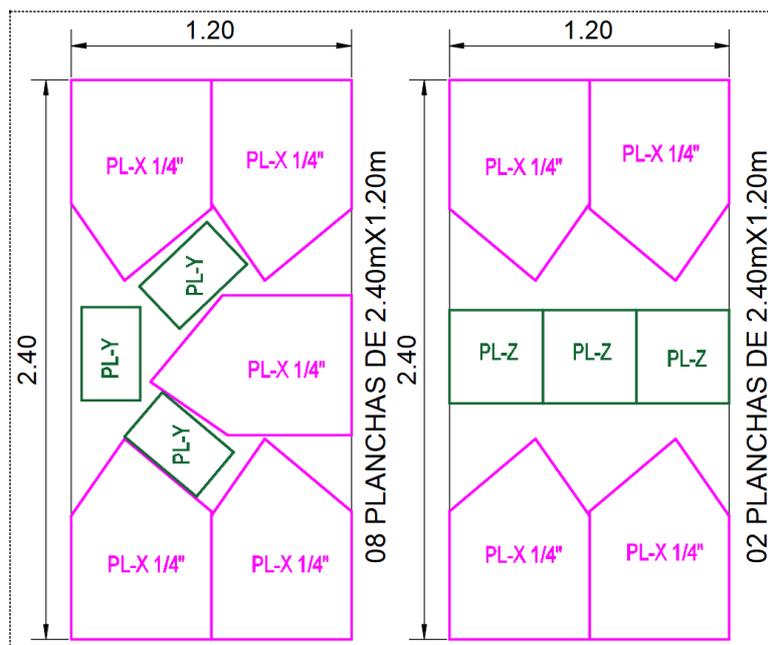
Figura 38. Detalle ubicación de Cajuela de apoyo y plancha PL-Y y PL-Z



Fuente: Planos de taller-Techo Parabólico Metálico de la Infraestructura para el Almacén–Semillero, Michiquillay, 2022

En la **Figura 38**, se muestra la forma y dimensiones del detalle de la cajuela de apoyo, conformada por 02 planchas de 1/4", laterales y 02 transversales, las cuales se ensamblan al tijeral metálico, formando el apoyo del tijeral, el cual será acoplado a las planchas base de apoyo mediante los pernos de anclaje.

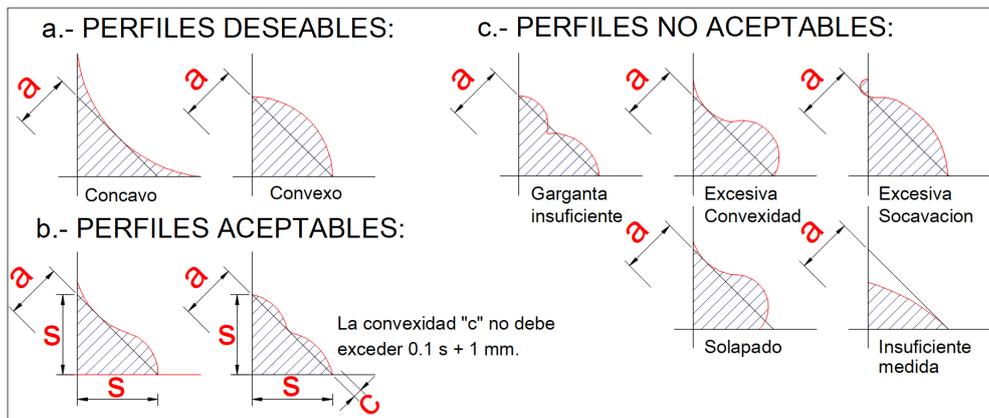
Figura 39. Detalle de despiece de elementos que conforman cajuelas



Fuente: Planos de taller-Techo Parabólico Metálico de la Infraestructura para el Almacén–Semillero, Michiquillay, 2022

En la **Figura 39**, se presenta el detalle de despiece de los elementos que conforman la cajuela de apoyo, además de la cuantía por plancha estándar comercial de 1.20mX2.40m.

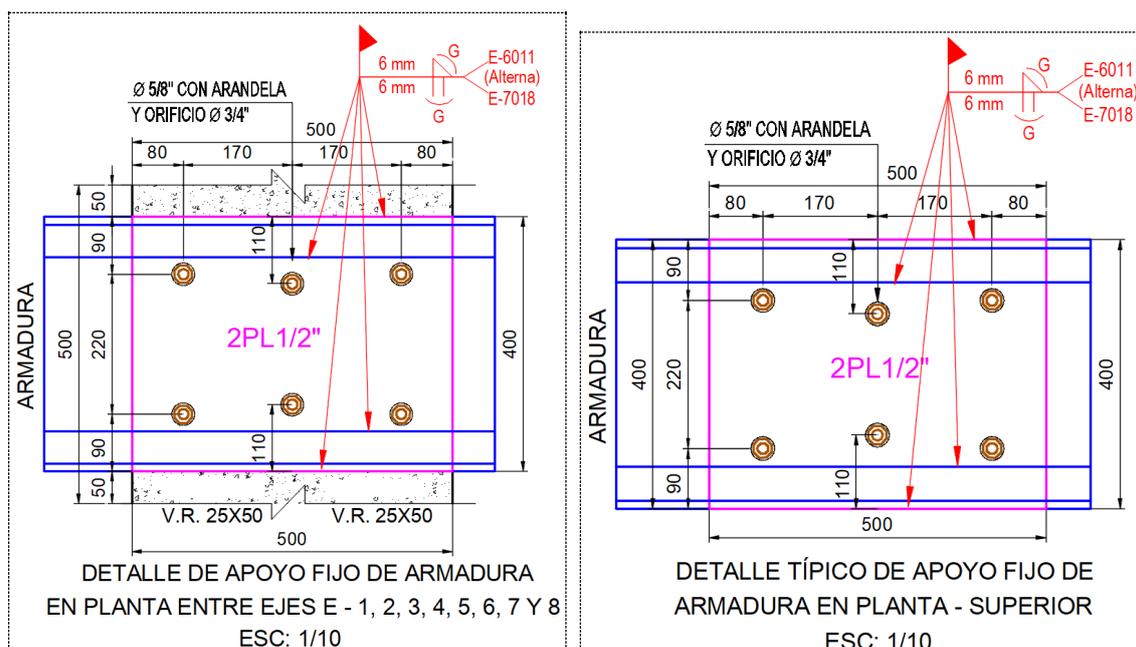
Figura 40. Detalle de perfiles de soldadura deseable y no aceptables

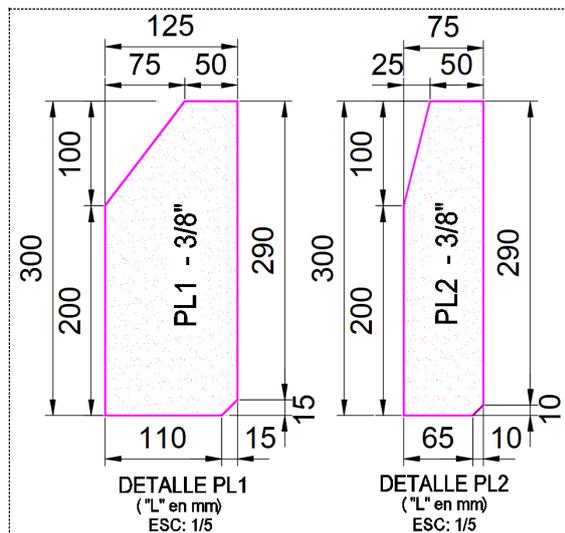
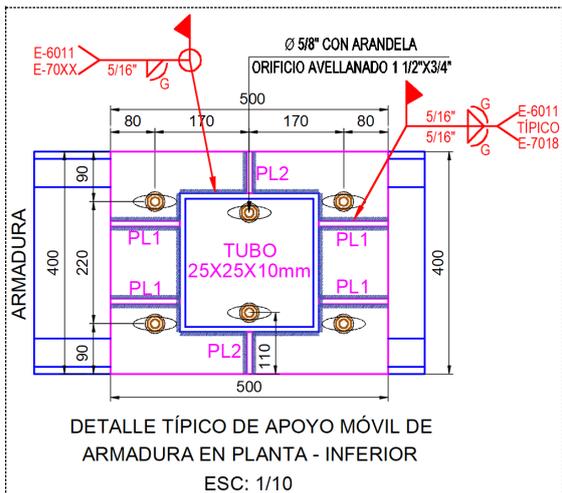
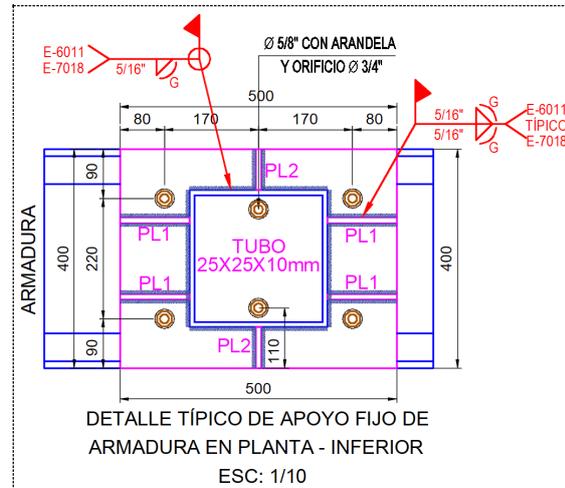
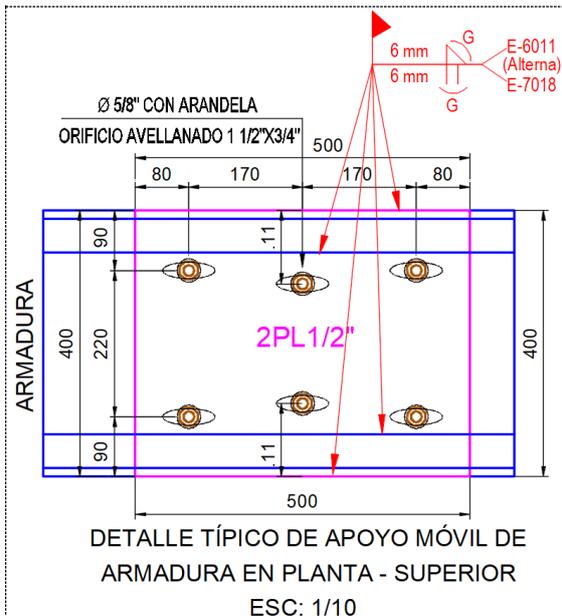


Fuente: Planos de taller-Techo Parabólico Metálico de la Infraestructura para el Almacén–Semillero, Michiquillay, 2022

En la **Figura 40**, se muestra cuáles son los perfiles que serán aceptables durante el proceso de fabricación; teniendo en cuenta la simbología que se presenta en los planos de detalles, llevando a cabo el control técnico correspondiente.

Figura 41. Detalles de soldadura-cajuelas de apoyo y cartelas



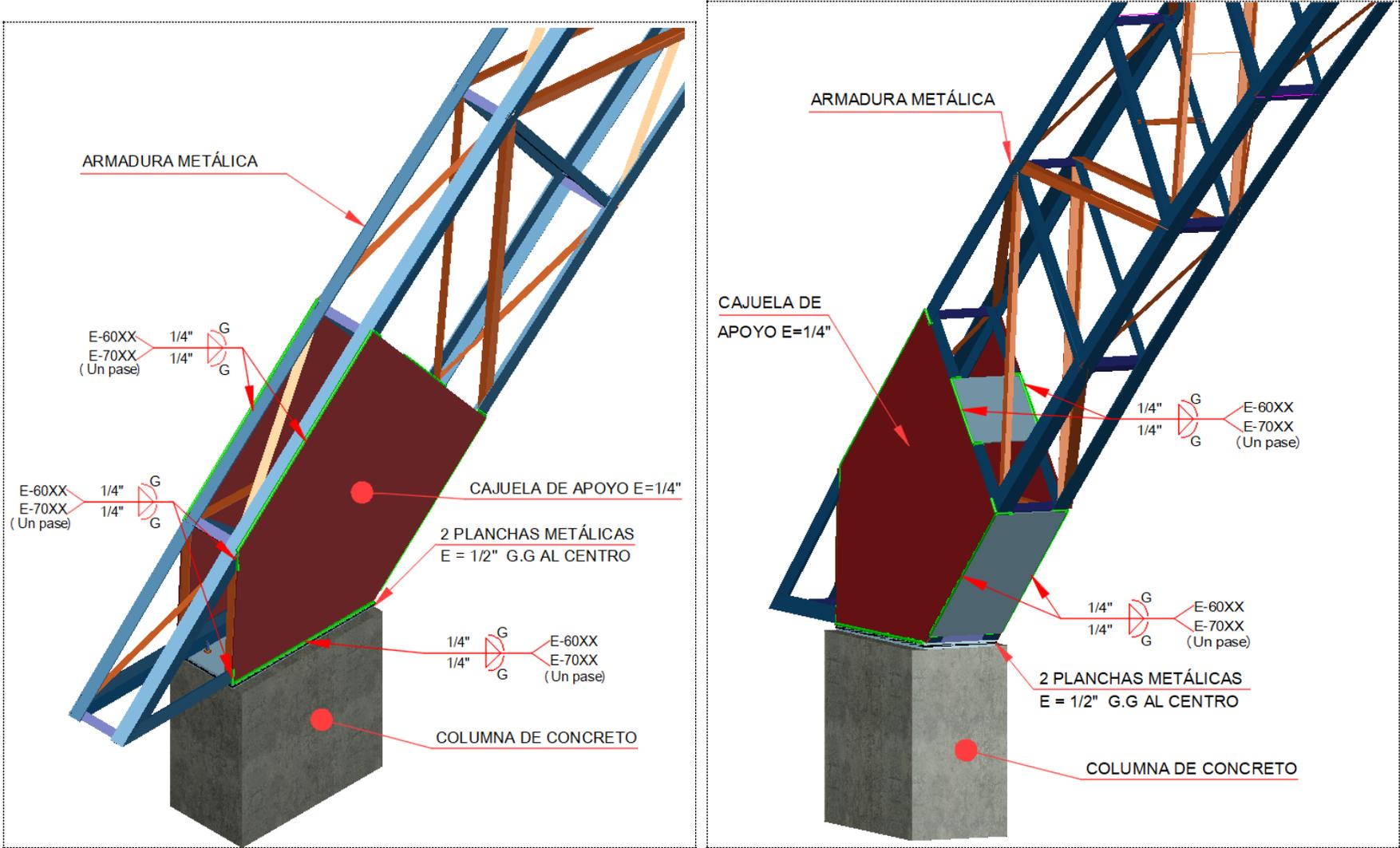


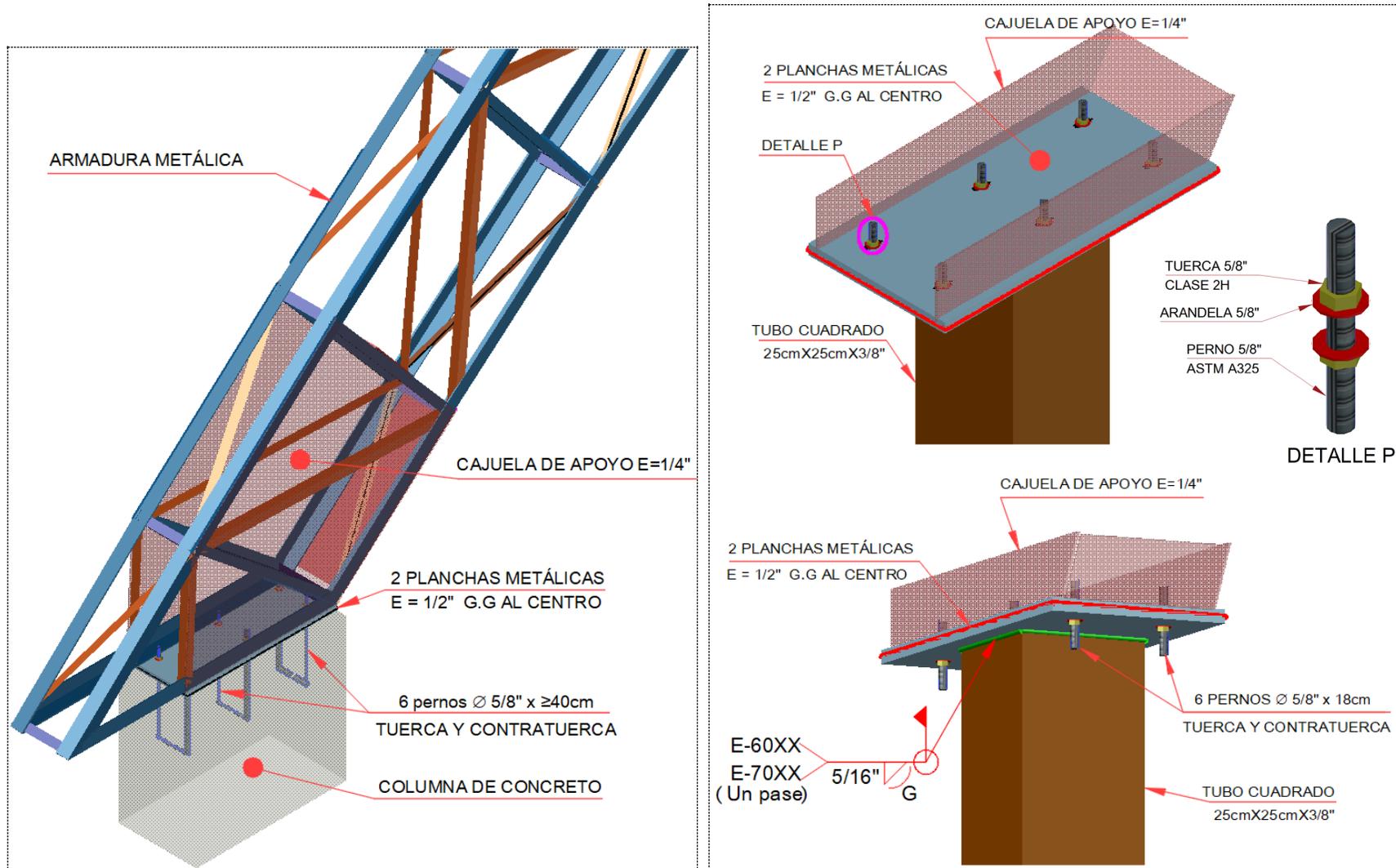
Fuente: Planos de taller-Techo Parabólico Metálico de la Infraestructura para el Almacén-Semillero, Michiquillay, 2022

En la **Figura 41**, los procesos de la soldadura de los apoyos, se indican en los detalles en planta siguiendo como base la norma AWS A2.4, además de tener en cuenta las consideraciones de que se muestran en las cartelas PL1 y PL2, sobre todo los cortes de 15mm y 10mm, esto con el fin de evitar un estado triaxial de tensiones, logrando una junta débil, expuesta a fractura.

Además, se muestra el detallado de los orificios avellanados de los apoyos móviles, con indicaciones sobre las dimensiones y consideraciones que, se deben tener en cuenta para el acople de las planchas base con el tijeral.

Figura 42. Detalles en isometría del armado y soldadura de apoyos de tijerales

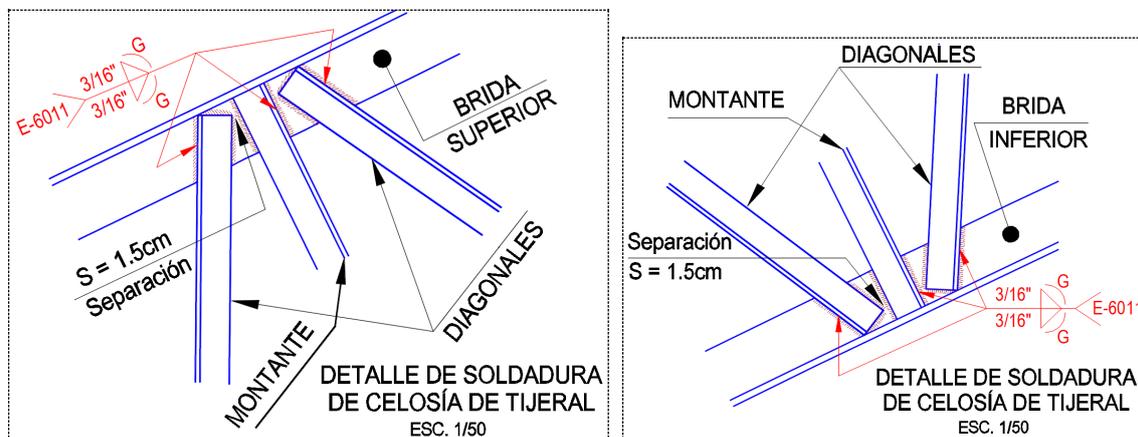




Fuente: Planos de taller-Techo Parabólico Metálico de la Infraestructura para el Almacén–Semillero, Michiquillay, 2022

En la **Figura 42**, y según indagaciones en el campo de los detalles, los detalles isométricos, ofrecen una mejor visión e información, de cómo debe ser fabricada la estructura; información que podrá ser usada de una mejor manera por los maestros encargados de la fabricación. En estos planos se muestran detalles isométricos, de los procedimientos que se tienen que llevar a cabo durante la fabricación y montaje de las estructuras metálicas, además del proceso de soldadura a aplicar, considerando la simbología realizada en los detalles; también se pueden observar los detalles de los acoples de los tijerales con las planchas base, teniendo en cuenta la orientación correcta de la alineación de los apoyos móviles, el cual debe ser el sentido de la luz del tijeral.

Figura 43. Detalles de la soldadura de la celosía de los tijerales

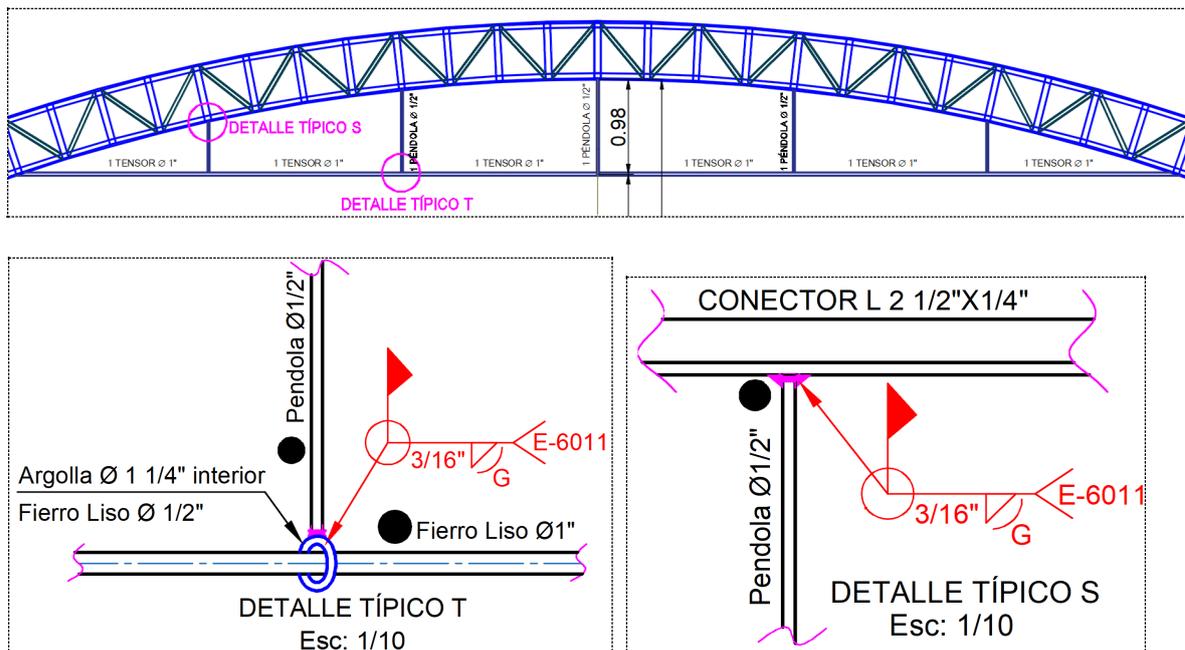


Fuente: Planos de taller-Techo Parabólico Metálico de la Infraestructura para el Almacén–Semillero, Michiquillay, 2022

En la **Figura 43**, se presentan los detalles de la soldadura de la celosía, teniendo que considerar los alcances que se describen, tales como, la separación de 1.5cm, entre montante y diagonales, y que, según lo investigado este tipo de proceso, permite una mejor conexión de estos elementos, ya que se tiene toda la sección de encaje soldada.

Para el proceso de soldadura se utilizará electrodo E-6011, y que, según lo investigado para esta tesis, se conoce de su buena penetración en juntas, ya que su tiempo de enfriamiento es lento, lo cual permite una mejor conexión entre elementos estructurales.

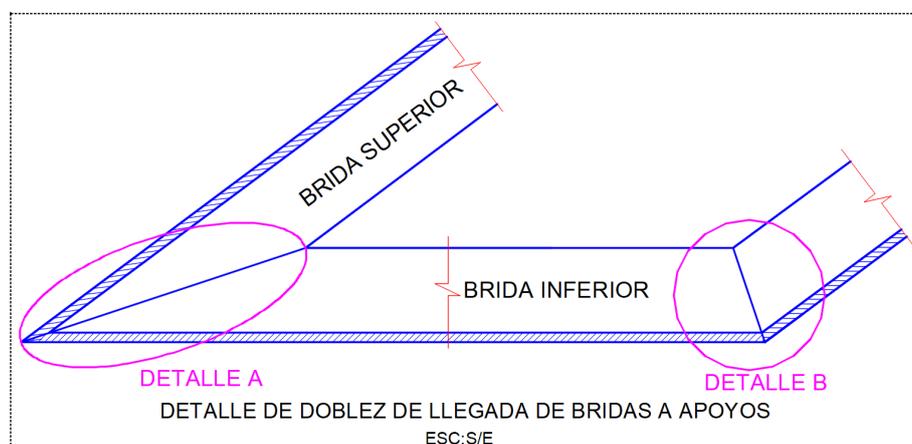
Figura 44. Soldadura de péndolas y tensor central de tijeral

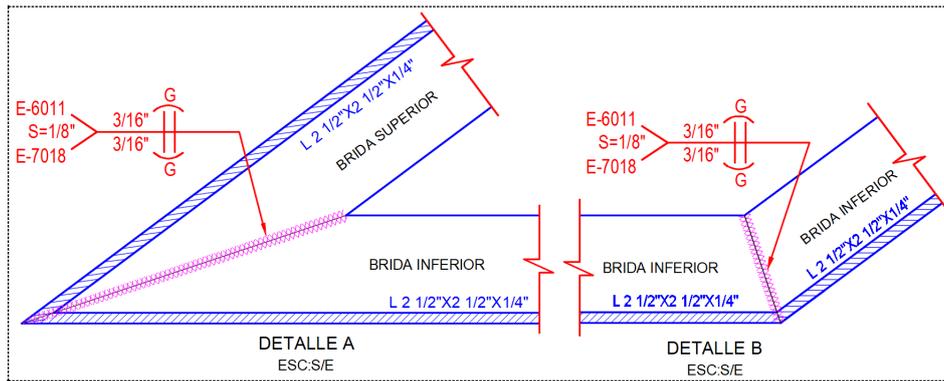


Fuente: Planos de taller-Techo Parabólico Metálico de la Infraestructura para el Almacén–Semillero, Michiquillay, 2022

En la **Figura 44**, se observa el proceso constructivo del tensor y péndolas, cuya ubicación es en la parte media central del tijeral, con un fierro liso de $\varnothing 1''$ para el tensor principal, y $\varnothing 1/2''$ para las péndolas de sujeción, el proceso de conexión de las péndolas al tensor, es mediante argollas de $\varnothing 1/2''$ con un diámetro de abertura interior de $1 1/4''$, las cuales irán soldadas a una punta de las péndolas y la otra al tijeral metálico, tal como se ve en el DETALLE TÍPICO T y DETALLE TÍPICO S.

Figura 45. Soldadura de bridas, según detalle de apoyos y aleros

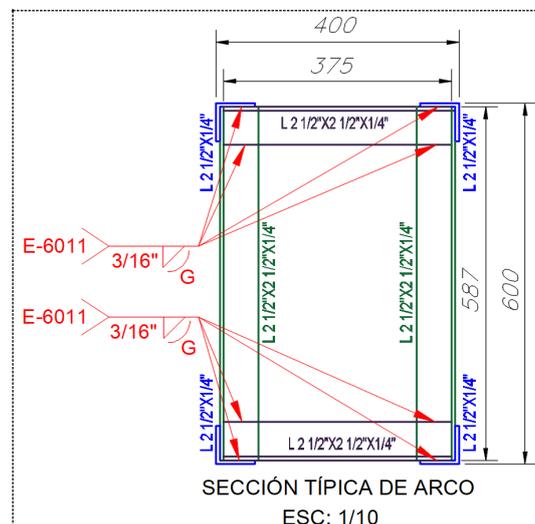




Fuente: Planos de taller-Techo Parabólico Metálico de la Infraestructura para el Almacén–Semillero, Michiquillay, 2022

En la **Figura 45**, en el DETALLE A se indica, el encuentro de la brida superior con la brida inferior, mientras que en el DETALLE B, se muestra el quiebre o doblez de la brida superior en el apoyo del tijeral, además se detalla el proceso de soldadura plana, con contorno convexo y acabado pulido o esmerilado que se llevará a cabo en estas juntas, con una separación $S=1/8''$ de junta soldada. Los electrodos usados para este proceso de soldadura serán E-6011, por su alta penetración en juntas y E-7018, para acabado de mayor resistencia.

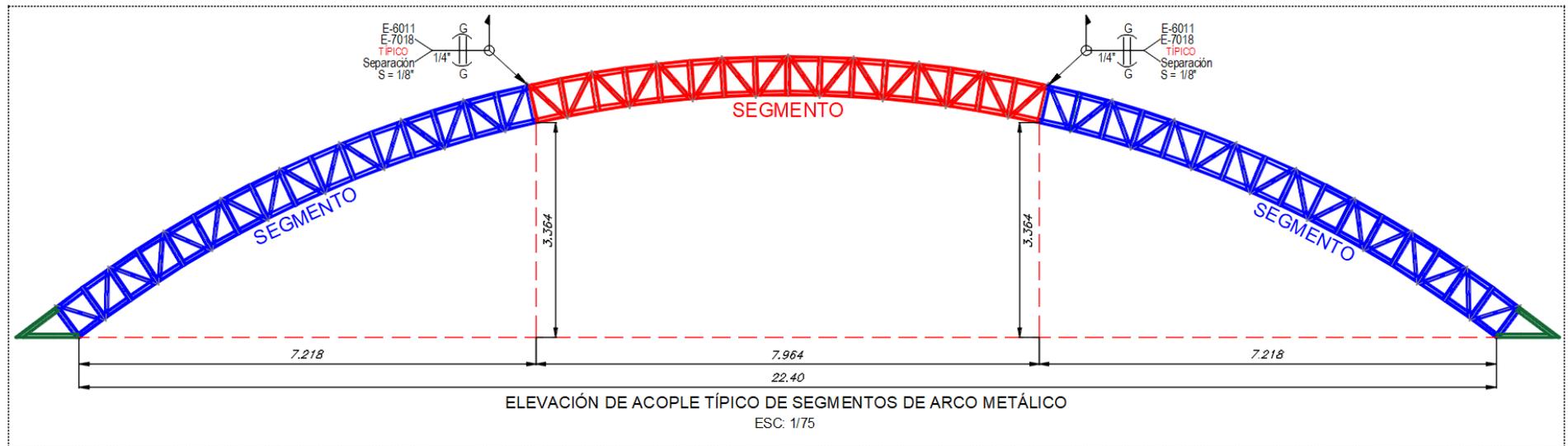
Figura 46. Detalle de soldadura de bridas, montantes y conectores



Fuente: Planos de taller-Techo Parabólico Metálico de la Infraestructura para el Almacén–Semillero, Michiquillay, 2022

En la **Figura 46**, se detalla el armado de los elementos que forman el cajón del segmento del tijeral, además de la conexión soldada con electrodo E-6011 de filete.

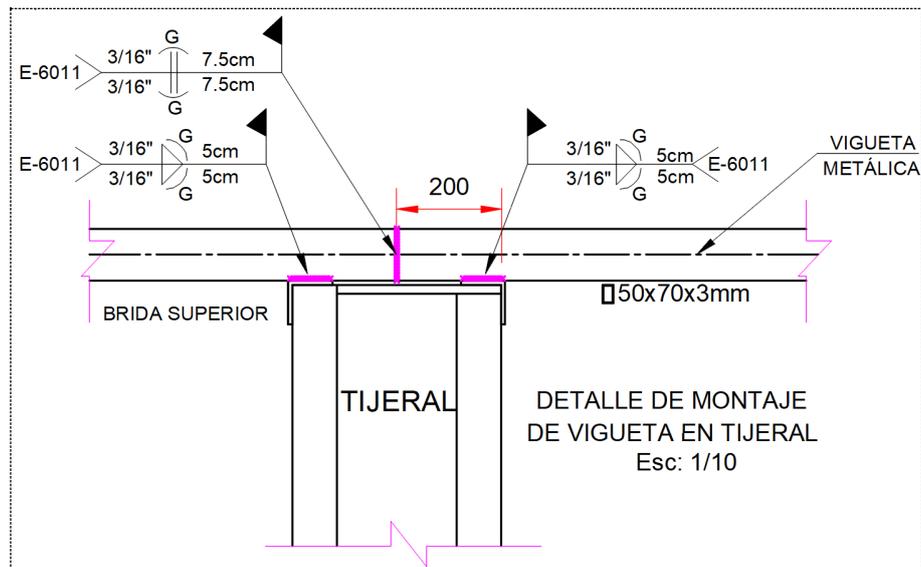
Figura 47. Detalle de acople de segmentos de arco tijeral metálico



Fuente: Planos de taller-Techo Parabólico Metálico de la Infraestructura para el Almacén–Semillero, Michiquillay, 2022

En la **Figura 47**, se presenta el detallamiento del acople de los 03 segmentos de tijeral, que conforman el tijeral completo, en donde según lo investigado en campo, con estos métodos de trazos geométricos básicos sobre una plataforma, se ensamblan las juntas típicas soldadas, con un espaciamento de 1/8", esto de acuerdo al electrodo a usar; en los 4 lados de unión. El sistema de soldadura a usar en este tipo de proceso es el SMAW, y de acuerdo a la simbología indicada en los detalles de estos planos de taller.

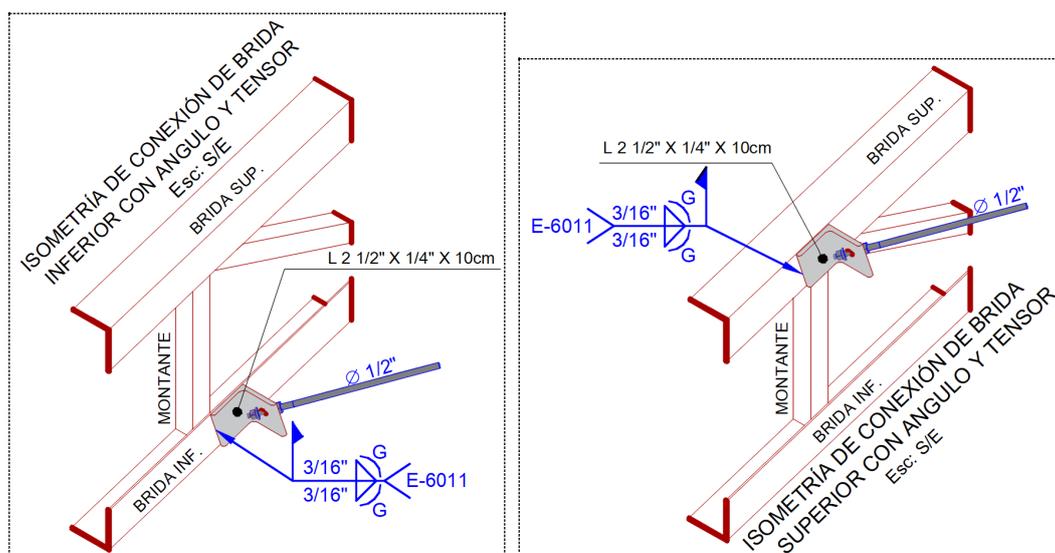
Figura 48. Detalle del proceso de montaje de viguetas y soldadura



Fuente: Planos de taller-Techo Parabólico Metálico de la Infraestructura para el Almacén–Semillero, Michiquillay, 2022

En la **Figura 48**, se detalla la posición final de las viguetas, sobre el tijeral metálico. Para este proceso de montaje y según la podido investigar en el campo de la construcción, se puede reducir tiempos de trabajo, con la habilitación de viguetas largas de máximo 24 metros. El proceso de soldadura de las viguetas es a nivel de piso, siguiendo las indicaciones en los detalles.

Figura 49. Detalle de montaje de tensores entre tijerales



Fuente: Planos de taller-Techo Parabólico Metálico de la Infraestructura para el Almacén–Semillero, Michiquillay, 2022

En la **Figura 49**, se detalla la instalación de los tensores o arriostres entre tijerales, utilizando un ángulo 2 1/2"X1/4"X10cm y un esparrago de Ø 1/2", habilitado con tarraja hasta en 10cm; El ajuste se hace con torquímetro o en su defecto con llave mixta.

3.3.3.7 INGRESO A PROCESO

En esta etapa del proceso de la fabricación de las estructuras metálicas, se revisa la información presentada, por el área técnica y el ingeniero a cargo de la elaboración de los planos de taller. La revisión de los planos de taller estará a cargo la supervisión y el proyectista, con el fin de evaluar si existen algunas observaciones o cambios, para poder lograr la aprobación final de estos documentos e iniciar con el proceso de fabricación.

3.3.3.7.1 PREVENCIONISTA EN TALLER

El personal o profesional encargado de la prevención de accidentes, durante todos los procesos de fabricación de los elementos que conforman la estructura metálica, debe estar atento a que, el personal trabajador siempre tenga colocado el equipo de protección personal, tales como guantes, caretas, casco, lentes, zapatos de seguridad, etc.; además, de la seguridad de las maniobras realizadas en taller.

3.3.3.8 TRAZADO DE PLANTILLAJE Y ARMADO DE PLANTILLA

Luego de la aprobación de los planos de taller de fabricación, el área encargada del control técnico, junto con los trabajadores encargados de la fabricación coordinan el desarrollo del trabajo del trazado de la plantilla de los tijerales, esto de acuerdo a espacio destinado para esta labor, el trabajador encargado de realizar el trazo y armado de la plantilla debe ser un técnico con homologación mínima de 3G en sistema de soldadura SMAW. El trazado de la plantilla, puede desarrollarse en dos tipos de zonas de trabajo, ya sea en un taller particular de fabricación, o en la misma obra; Si es en un taller de fabricación, lo más conveniente es realizar el procedimiento de fragmentación de los tijerales, para facilitar su traslado a obra; Sin embargo, si este se realiza

en obra, lo más conveniente es realizar el trazado de todo el tijeral, gracias al espacio amplio que se tiene, el cual debe ser habilitado previamente.

En el caso de realizarse el trabajo en la misma obra, es obligatorio contar con una plataforma de concreto o en su defecto un campo bien nivelado y una cubierta provisional, para retención por lluvias; Por otro lado, si es en un taller, podría también realizarse sobre una losa de concreto o en su defecto sobre planchas metálicas, unidas con puntos de soldadura, ya que solo se tendrán segmentos cortos de tijeral que fácilmente se pueden trabajar sobre este tipo de plataforma.

El trazado del plantillaje y el armado la plantilla o “machina” principal, servirá como patrón de fabricación en masa; Este es un proceso por etapas, realizado por los maestros armadores, los cuales deben contar con máquinas, materiales y herramientas apropiadas para lograr este objetivo. Algunas de las etapas del trazado de la plantilla son:

- Tener a la mano los planos de taller debidamente aprobados.
- La preparación del área en donde se realizará el trazo.
- Disposición de herramientas e insumos para realizar el trazo, tales como, tiza calderera o marcador de metal, compas de cuerda o metálico, cinta métrica metálica, escuadra de soldador de 60cm, tira línea, prensas, esmeril de 7” y 4”, además de una falsa escuadra si lo fuera necesario.
- Máquina de soldar con un amperaje mínimo de 280, un teclé.
- Aprobación del trazo, por parte del supervisor e ingeniero de control técnico.
- Armado de la plantilla o “machina”

Para efectos del desarrollo de esta tesis y teniendo como objetivo la investigación de nuevas formas y procesos de fabricación, nos agenciaremos de los planos de taller de los proyectos anteriormente mencionados, y también, habiendo participado en cada uno de ellos, veamos algunos casos de este tipo de trabajo realizados en campo y en taller.

1. TRAZO Y ARMADO DE LA PLANTILLA DEL TIJERAL METÁLICO DEL COLISEO DE LA I. E. SAN MARCELINO CHAMPAGNAT

El desarrollo del trabajo para este proyecto, fue realizado por un solo fabricante y a diferencia del proyecto anterior, la fabricación se desarrolló en obra, ya que se contaba con una plataforma de concreto nivelada, en donde se podía hacer el trazado de todo el tijeral, el cual estaba conformado por tubos metálicos, y todo esto de acuerdo con el plano de taller aprobado por el proyectista y supervisión.

Cabe señalar que, estos tijerales parabólicos son de sección plana, con una luz promedio de 35 metros, ya que estos tijerales varían en longitud, por la forma irregular del terreno. Los tijerales que se deben armar son 11.

Figura 50. Trazado de tijeral metálico típico





En la **Figura 50**, se observa que se está realizando el trazo de la línea directora o base, de acuerdo al plano de taller e inmediatamente con la medida de los espaciamientos de las diagonales, ya que este tijeral no cuenta con montantes. También se debe tener en consideración que, para el dobléz o rolado de la brida inferior y superior, se deben unir de 3 a más tubos para ganar flexibilidad por longitud, tal como se puede ver en la figura, por supuesto, teniendo en cuenta los procesos para unir estas juntas, tal como se indica en los detalles de los planos de taller, para el soldeo de bridas inferiores.

Figura 51. Colocación de puntos de anclaje para rolado de brida inferior





Como se puede verificar en la **Figura 51**, teniendo en consideración de que, en cada punto marcado, deben colocarse anclajes incrustados que, vayan dando la forma a la curva del tijeral, es necesario tener en cuenta que, por la investigación realizada para este tipo de procesos en el campo del rolado de tubos metálicos, en este caso, tubos cuadrados de 4"x4"x6mm, se necesitan puntos de empotrado bastante firmes y resistentes. El rolado de la tubería es por detrás de la línea de anclajes, tal como se puede ver en la figura.

Figura 52. Ubicación de celosía de acuerdo al plano de taller



En la **Figura 52**, se observa la colocación de las diagonales, de acuerdo al plano de taller que, indicaba un destaje de 4.5cm en ambas puntas de la celosía, las cuales serán ubicadas a tope teniendo en consideración el proceso de soldadura según detalle del plano, completando el tijeral con la colocación de la brida superior. La plantilla servirá como patrón para el armado de los 10 restantes.

2. TRAZO Y ARMADO DE LA PLANTILLA DEL TIJERAL METÁLICO DEL TECHO PARABÓLICO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL ALMACÉN-SEMILLERO-MICHIQUILLAY

El desarrollo de este proyecto, se realizó en un taller particular y bajo techo, de acuerdo a la investigación en campo y con los buenos resultados que se tienen en obras similares, el trabajo se realizó con el método de rolado en manual sobre planchas unidas por soldadura provisional., para un plantillaje de un segmento de tijeral de 8.29 metros, teniendo en consideración lo indicado en el plano de taller, aprobado por el proyectista y supervisión.

El número de tijerales metálicos que conforman el techo parabólico es de 12, para una luz de 22.80 metros.

Figura 53. Trazado y armado de la plantilla de tijeral metálico



En la **Figura 53**, se tiene que las planchas unidas por soldadura provisional o de apuntalado, la cual servirá como base de apoyo para el trazado del plantillaje; Se está considerando que, el filo inferior de las planchas se tomara como la línea directora del trazo de las perpendiculares para la ubicación de los puntos de rolado, en donde se parte marcando las distancia horizontales dadas en el plano de taller.

Figura 54. Ubicación de los puntos de doblado o rolado de brida inferior



En la **Figura 54**, se puede ver que el maestro armador, está ubicando los puntos de doblado o rolado de la brida inferior, ayudado de una escuadra de soldador metálica y una tiza de calderero, además, del trazo de la línea de montantes con el método de los radios de corte indicados en el plano de taller.

Figura 55. rolado de brida inferior del segmento de tijeral metálico



En la **Figura 55**, se puede ver el rolado de la brida inferior del segmento de tijeral metálico, en el cual se aprecia que el maestro está utilizando un dispositivo hecho en taller, para evitar que el ángulo metálico se vire, al momento del rolado y la fijación a la plancha metálica con la soldadura. Al final se tiene toda la brida inferior fijada a la plancha metálica.

Figura 56. Ubicación de la brida superior



En la **Figura 56**, se puede ver la fijación de la brida superior de la plantilla, tendiendo como referencia el detalle del plano de taller, en donde indica los radios de corte para el trazo de montantes y midiendo el ancho del peralte del tijeral se ubican los puntos de rolado de la brida superior, para luego ayudado de una escuadra metálica, pasar los puntos marcados del roldado de ambas bridas, hacia la parte superior de los ángulos metálicos, que nos servirá como eje para la ubicación de montantes.

Figura 57. Armado de montantes y diagonales



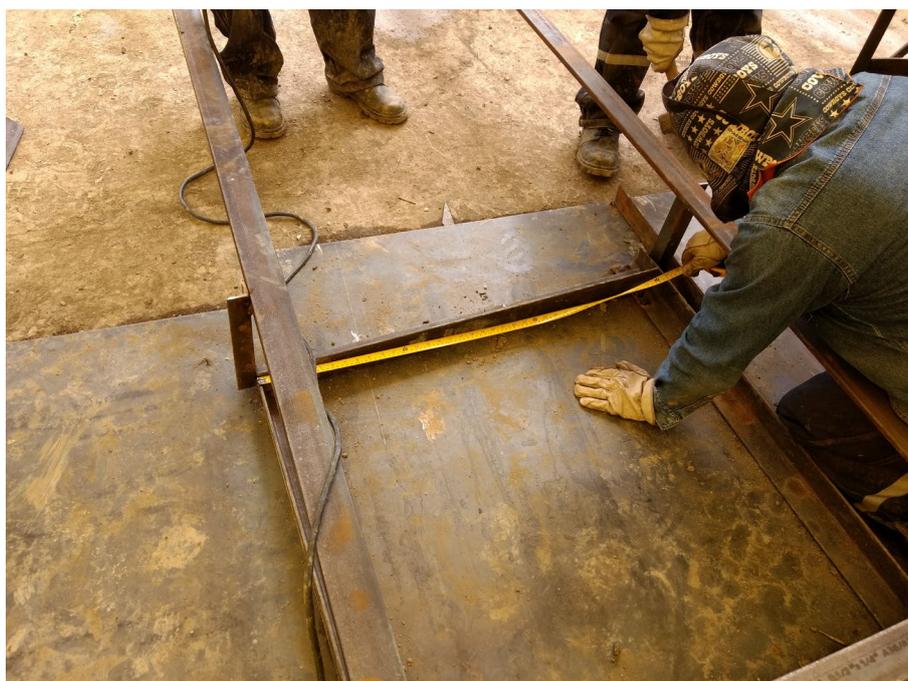
En la **Figura 57**, se muestra el proceso de armado de montantes y diagonales, de acuerdo a las medidas indicadas en plano de taller. Finalizado este paso, se tiene ya la plantilla completa y se puede proceder con el armado en grandes cantidades.

Según la investigación hecha en campo del rendimiento de fabricación con este método, se tiene que, se pueden fabricar hasta 12 caras laterales por grupo de trabajo, para este caso se formaron 02 grupos, teniendo que fabricar 72 caras laterales para completar los 36 segmentos de tijerales.

3.3.3.8.1 CONTROL TÉCNICO

El control técnico, durante el proceso de la fabricación de las plantillas, a cargo del ingeniero de control de calidad, para este tipo de estructuras, realizará la verificación de que el material que se usará sea el especificado en los planos y sus secciones correctas, además, la verificación de las medidas de la plantilla, las cuales deben cumplir con lo indicado en el plano de taller, además, de la firmeza de la plantilla, para no tener alguna deformación durante el proceso de fabricación del resto de las caras laterales.

Figura 58. Verificación de medidas de la plantilla



En la **Figura 58**, se puede ver que, se realizan constantes verificaciones de las medidas, para cumplir con lo que se indica en los detalles y especificaciones técnicas de los planos de taller.

3.3.3.9 CORTES Y HABILITACIÓN

Esta etapa del proceso constructivo, va de la mano o casi en paralelo con la etapa anterior del trazado y armado del plantillaje; Durante este proceso se habilitan todos los perfiles necesarios, tales como bridas, celosía, conectores, cajuelas de apoyo, cartelas, tensores y arriostres, según los detalles de medidas y destajes indicados en los planos de taller.

Para los cortes y habilitado del material, es importante tener en consideración lo señalado en la norma E.090 de estructuras metálicas, en el capítulo 13 – 13.2.7, tolerancias dimensionales, que indica las variaciones admitidas en el la rectitud del material de fabricación, siendo libres de deformaciones y porosidad; además; de una variación de 1.0mm, en corte de elementos con acabado para apoyo de contacto, como es el caso de montantes, diagonales y conectores, sin embargo, también indica una tolerancia dimensional de 2.0mm, en elementos sin extremos acabos para apoyos de contacto, que para este caso son , tensores, arriostres, bridas y viguetas o correas.

3.3.3.9.1 ESMERIL, OXICORTE Y PLASMA

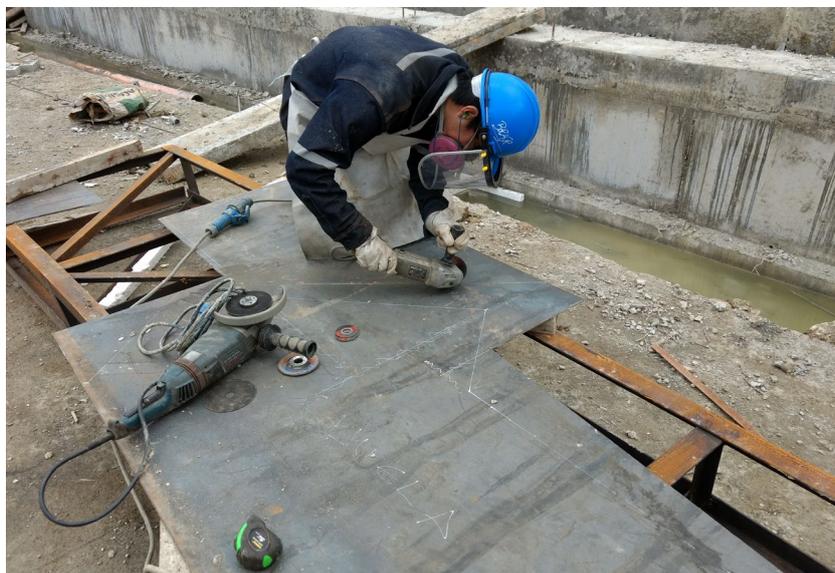
Es muy común, usar esmeriles y tronzadoras para habilitar el material, además, existe el equipo de oxicorte, el cual deja mucha rebaba en el corte, sin embargo, gracias a la tecnología, ya se cuenta con cortadoras de plasma que optimizan el trabajo y se puede habilitar material a gran escala, respetando las tolerancias permitidas en la norma E.090 de estructuras metálicas.

Figura 59. Habilitación de celosía para tijeral



En la **Figura 59**, se observa la habilitación de material con el uso de tronzadora para el corte, de diagonales, montantes y conectores, para los tijerales parabólicos de La infraestructura para el Almacén–Semillero-Michiquillay.

Figura 60. Corte con esmeril de cajuelas de apoyo



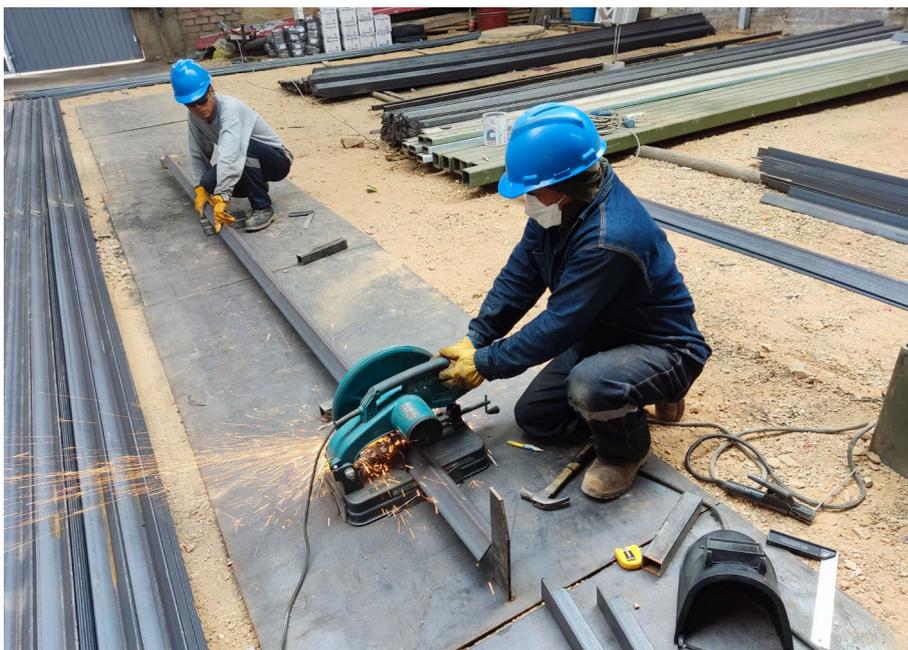
En la **Figura 60**, se observa el corte de planchas metálicas con el uso de esmeril de 7" y 4", para la habilitación de cajuelas de apoyo, para los tijerales parabólicos de La infraestructura para el Almacén–Semillero-Michiquillay.

Figura 61. Habilitación de celosía de tubos metálicos



En la Figura 61, se observa el habilitado de la celosía, para el armado del tijeral metálico del Coliseo de la I. E. San Marcelino Champagnat, con un destaje de cada diagonal de 4.5cm en cada punta.

Figura 62. Corte y habilitado de celosía para tijeral metálico





En la **Figura 62**, se muestran los cortes realizados con la tronzadora, además de la verificación de las medidas indicadas en el plano de taller del techo parabólico de la Infraestructura para el Almacén–Semillero-Michiquillay, asimismo, que el corte realizado, haya quedado a 90 grados, ya que las diagonales tienen que encajar correctamente entre montantes del tijeral.

Figura 63. Corte y Habilitado de planchas metálicas para apoyos superiores y cajuelas



En la **Figura 63**, se observa el corte de planchas metálicas, realizado con cortadora de plasma, en la que se verifica que los cortes tienen un acabado exacto y escaza rebaba, para efectos de la limpieza y la pintura. Además, también se ve, el chequeo del espaciamiento entre los orificios, de las planchas superiores de apoyos de los tijerales. Este trabajo se realiza de acuerdo al plano de taller del techo parabólico de la Infraestructura para el Almacén-Semillero-Michiquillay.

Figura 64. Proceso de soldadura de tensor con perno roscado



En la **Figura 64**, se puede ver el proceso que se tiene que seguir para el soldeo de los tensores, el cual se puede realizar con una tarraja o soldar un perno en las puntas. Se hizo un pequeño biselado a ambos elementos y con una separación de $1/8''$, ósea el espesor del electrodo. Es preciso señalar que el mismo proceso se ha seguido para tensor central del tijeral parabólico. Este trabajo se realiza de acuerdo al plano de taller del techo parabólico de la Infraestructura para el Almacén-Semillero-Michiquillay.

3.3.3.10 ARMADO DE ESTRUCTURAS

En esta etapa del proceso constructivo, se desarrolla todo el armado total de las estructuras, que teniendo como base la plantilla, se procede a armar todas las caras laterales, esto según el método que se use para la conformación de los segmentos de tijerales, pero aún, queda pendiente el soldeo completo. Según la investigación hecha en el campo del taller de fabricación, existen algunos procesos, para el ensamblaje de las piezas de la estructura, tales como montantes, diagonales y conectores, esto partiendo de que ya se tiene un patrón definido por las plantillas, y se puede variar el proceso de armado de los tijerales, ya que solamente, se tiene que calzar las piezas sobre esta plantilla, de igual manera si se trata de viguetas o correas armadas. El desarrollo de este proceso, tiene que estar dentro de lo que señala la norma E.090 de estructuras metálicas, en el capítulo 13 -13.2.7, que indica que los elementos completos deben estar libres de torcimientos, dobleces y juntas abiertas, en cualquiera de los casos, el trabajo de fabricación será rechazado. Veamos algunos procesos y consideraciones durante este proceso de apuntalado y fijación de piezas.

Las herramientas, máquinas y consumibles a usar en este proceso son:

- Tiza calderera o marcador de metal
- Cinta métrica metálica.
- Escuadras de soldador de 60cm.
- Prensas metálicas.
- Grifas metálicas.
- Esmeril de 7" y 4".
- Discos de corte de 7" y 4".
- Comba de 4 y 12 libras
- Falsa escuadra si lo fuera necesario.
- Nivel de mano
- Tecla mecánica.
- Máquina de soldar con un amperaje mínimo de 280.
- Soldadura: electrodos E-6011 y E-7018

1. ARMADO DEL TIJERAL METÁLICO DEL COLISEO DE LA I. E. SAN MARCELINO CHAMPAGNAT.

Figura 65. Armado de tijerales con apuntalado y fijación de piezas



En la **Figura 65**; Para el armado de estos tijerales completos y teniendo como patrón de armado la plantilla, solo se tenía que reproducir sobre esta el resto de los tijerales, teniendo la seguridad de que la curvatura de los tijerales no variaría, a pesar de la forma irregular del terreno.

Figura 66. Producción de tijerales tomando como base la plantilla



En la **Figura 66**, y según lo investigado en campo, se tiene un rendimiento de 1 a 1.5 tijerales armados en una jornada de 8 horas; Esto debido a que la fabricación de los aleros, hecho con los destajes indicados en los planos de taller, retrasaban los trabajos de armado en esta zona, por lo que, se tenía que esperar a que estos se terminen de armar, para colocar las bridas del siguiente tijeral; Es necesario indicar que las bridas superior e inferior del tijeral, tenían una longitud de 36 metros por la unión de 6 tubos de 4"x4"x6mm, para poder llevar a cabo el doblado o roldado.

El colocado de las planchas metálicas PL de 3/8", se realizó solamente a 3 tijerales, esto que según lo observado incurrían en el riesgo de tener mucho peso en las partes laterales del tijeral al momento del montaje, por lo que, se decidió colocarlas luego de este.

2. ARMADO DE LOS SEGMENTOS DE TIJERALES METÁLICOS DEL TECHO PARABÓLICO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL ALMACÉN-SEMILLERO-MICHIQUILLAY.

Figura 67. Armado de caras laterales de segmentos de tijeral





El proceso de fabricación de todas las caras laterales de los segmentos de tijeral, se realizan sobre el lado posterior de esta plantilla, considerando que se tienen que fabricar una cara lateral izquierda y otra derecha, tal como se muestra en la **Figura 67**.

Figura 68. Armado de los aleros de los tijerales según plano de taller



En la **Figura 68**, se ve como se lleva a cabo el proceso de armado de los aleros de los tijerales, esto desde la misma fabricación de las caras laterales de los tijerales, según los destajes indicado en los planos de taller.

Figura 69. Armado de segmentos de tijerales completos



En la **Figura 69**, se puede ver el armado a gran escala de los segmentos de tijerales, el apuntalado y fijación de piezas, según lo investigado en campo, por el método de colocación de conectores - montantes y luego cara lateral, el cual consiste en fijar con soldadura de apuntalado, los conectores que unen las caras laterales completamente armadas de los tijerales y finalmente la fijación de los enlaces superiores e inferiores, resultando un trabajo de buena calidad, por lo minucioso que resulta este método, al ejecutarse con escuadras de tope y nivel de mano.

El control técnico, durante el proceso de armado de estructuras, está dado por la verificación de cumplimiento de lo indicado en la norma E.090 de estructuras metálicas y en los planos de taller.

Durante este proceso de armado, es vital a la intervención del especialista en prevención, ya que se realizan trabajos en caliente, calderería y traslado de estructuras.

Figura 70. Armado de apoyos superior de tijerales metálicos



En la **Figura 70**, se observa el proceso de armado de los apoyos móviles de los tijerales parabólicos. Este armado se realiza utilizando un dispositivo de taller para alinear las cartelas metálicas de 3/8", además se observa también que se está haciendo el alineado de las planchas de 1/2", que serán soldadas al tubo cuadrado de 25cm x 25cm x 10mm.

Figura 71. Armado de cajuelas de apoyo de tijerales



En la **Figura 71**, se observa el armado de las cajuelas de apoyo de los tijerales parabólicos, teniendo en cuenta el plano de taller y las consideraciones, dejar como máximo 1.0cm entre la unión de las planchas laterales de las cajuelas y los ángulos de las bridas

3.3.3.11 LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE JUNTAS

Durante la etapa de limpieza y preparación de las juntas que serán soldadas, según los procesos indicados en los planos de taller, se tiene que tener sumo cuidado con la fijación de las piezas de los segmentos de tijeral, ya que cualquier rotura de los puntos de soldadura de apuntalado, podría terminar con la desconfiguración de la armadura y en el peor de los casos, en un accidente no esperado, por la súbita liberación de esfuerzos al que fue sometida la estructura durante el proceso de rolado, fijación de piezas, mediante grifas metálicas, prensas metálicas y hasta golpes de comba, en fin durante toda la fabricación.

Es por ello que, es de vital importancia la presencia constante de especialista en prevención de accidentes, para que, ante cualquier eventualidad, se tenga el control de los acontecimientos desafortunados durante los procesos de fabricación. Además de la constante revisión y supervisión del buen estado de las instalaciones, herramientas, máquinas y equipos.

3.3.3.12 CONTROL TÉCNICO DE ARMADO DE ESTRUCTURAS

En esta etapa de la fabricación de los tijerales parabólicos metálicos se contemplan varios factores de verificación de la calidad de la conformación de los tijerales o segmentos de tijerales. Para estos proyectos en mención, no se requería la presentación de un dossier de calidad, sin embargo, se consideraron, algunos criterios de aceptación generales para el armado de las estructuras, basándose en el control de dimensional y verificación visual de la conformación de estas. Algunos de los criterios considerados durante el proceso del control de armado de las estructuras metálicas, ya sea por segmentos de tijeral o tijerales completos, se han realizado de acuerdo a lo indicado en la norma E.090 de estructuras metálicas, capítulo 13 – 13.2.7 tolerancias dimensionales. Se consideraron algunos de los siguientes criterios:

- Se verifico que los perfiles metálicos, usados en la fabricación, no presenten deformaciones, porosidad excesiva y corrosión, o que cumplan con las tolerancias indicadas en la norma E.090.
- Los segmentos de tijerales o tijerales completos, deben estar libres de torcimientos, dobleces y juntas abiertas, en todo caso serian rechazados, según lo indicado en la Norma E.090, capítulo 13.
- Las dimensiones de los segmentos de tijerales o tijerales completos, deben cumplir estrictamente con lo especificado en los detalles de los planos de taller o indicaciones del control técnico, para mejoras del proceso.

1. CONTROL EN EL ARMADO DE LOS TIJERALES PARABÓLICOS DEL COLISEO DE LA I. E. SAN MARCELINO CHAMPAGNAT.

Figura 72. Control de dimensiones de peralte y espaciamento de celosía.



En la **Figura 72**, se está llevando a cabo el control de las dimensiones en el peralte del tijeral, así como también, el control del espaciamento de la celosía, tal como lo indican los detalles en los planos de taller y teniendo en cuenta lo que señala la norma E.090 de estructuras metálicas, en la que se rechazarán estructuras con errores de conformación durante la fabricación.

2. CONTROL EN EL ARMADO DE TIJERALES PARABÓLICOS DE LA INFRAESTRUCTURA PARA ALMACÉN-SEMILLERO-MICHIQUILLAY

Figura 73. Control de conformación de los segmentos de tijerales



En la **Figura 73**, se observa el proceso de control de la dimensión correcta del peralte de los segmentos de tijerales, además, principalmente, se lleva a cabo el control de la conformación de los segmentos, para verificación del escuadrado correcto de las esquinas de ambos extremos de estos, en la zona del acople; Esto se hace usando escuadras de soldador de 60cm, así como también el control en el sentido de los ángulos de la celosía, los cuales deben ser hacia una misma dirección.

El control del armado de apoyos y cajuelas se desarrolló de acuerdo a las medias del plano de taller.

Estas verificaciones fueron realizadas de acuerdo al plano de taller y teniendo en consideración la norma E.090 de estructuras metálicas, en el capítulo 13.

Es necesario mencionar que, estas estructuras no fueron sometidas a pruebas de carga antes del proceso de montaje.

Durante el periodo de verificaciones, ha sido necesario la presencia del prevencionista, ya que se realiza durante el proceso de fabricación de las estructuras.

3.3.3.13 PROCESO DE SOLDADURA DE ESTRUCTURAS

En esta etapa de proceso de fabricación, se ha procedido con el soldeo total de los segmentos de tijera o tijerales completos, siguiendo los procedimientos y especificaciones técnicas indicadas en los planos de taller, además teniendo en consideración lo señalado en la norma E.090 de estructuras metálicas, capítulo 10, tabla 10.2.6, metal de soldadura compatible con metal de base.

Tabla 6. METAL DE SOLDADURA COMPATIBLE CON METAL BASE

Grupo	Metal base			Niveles compatibles de metal de soldadura	
	Especificación de acero	F_y , MPa	F_u , MPa	Especificación de electrodo	
I	ASTM A36		250	400-550	SMAW - AWS A5.1: E60XX, E70XX SMAW - AWS A5.5: E70XX-X
	ASTM A53	Grado B	240	415 min	
	ASTM A500	Grado A	228	310 min	SAW - AWS A5.17: F6XX-EXXX F7XX-EXXX SAW - AWS A5.3: F7XX-EXX-XX
		Grado B	290	400 min	
	ASTM A501		250	400 min	GMAW - AWS A5.8: ER70S-X
	ASTM A529		290	415-585	
	ASTM A570	Grado 40	275	380 min	FCAW - AWS A5.0: E6XT-X, E7XT-X FCAW - AWS A5.9: E7XTX-XX
		Grado 45	310	415 min	
Grado 50		345	450 min		
Grado 50		345	450 min		
ASTM A709	Grado 36	250	400-550		
II	ASTM A572	Grado 42	290	415 min	SMAW - AWS A5.1: E7015, E7016, E7018, E7028 SMAW - AWS A5.5: E7015-X, E7016-X, E7018-X
		Grado 50	345	450 min	
	ASTM A606		310-340	450 min	SAW - AWS A5.17: F7XX-EXXX SAW - AWS A5.23: F7XX-EXX-XX
	ASTM A607	Grado 45	310	410 min	GMAW - AWS A5.18: ER70S-X
		Grado 50	345	450 min	
		Grado 55	380	480 min	
	ASTM A618	Grado Ib, II, III	315-345	450 min	FCAW - AWS A5.20: E7XT-X FCAW - AWS A5.29: E7XTX-X
	ASTM A709	Grado 50	345	450 min	
Grado 50W		345	485 min		
III	ASTM A572	Grado 60	415	515 min	SMAW - AWS A5.5: E8015-X, E8016-X, E8018-X SAW - AWS A5.23: F8XX-EXX-XX
		Grado 65	450	550 min	

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.090 estructuras metálicas, Capítulo 10, sección 10.2.6, tabla 10.2.6, 2020.

Tal como se puede verificar en la **tabla 10.2.6**, el sistema de soldadura SMAW (Shielded Metal Arc Welding – Soldadura de Arco con electrodo revestido) y los electrodos indicados en los planos de taller, los cuales son E-6011 ($F_y= 3520$ kg/cm² y $F_u=4350$ kg/cm²) y E-7018 ($F_y= 4000$ kg/cm² y $F_u=4920$ kg/cm²), cumplen satisfactoriamente con los requisitos para metal de soldadura compatible, ya que se ha usado material con especificación técnica ASTM A36 ($F_y= 2530$ kg/cm² y $F_u=4080$ kg/cm²), para los ángulos estructurales, fierro liso y planchas metálicas; y material con especificación ASTM A500 ($F_y= 2754$ kg/cm² y $F_u=3162$ kg/cm²), para tubos estructurales cuadrados, rectangulares y redondos; asegurando una penetración adecuada, la fusión completa y la ausencia de grietas, por supuesto teniendo mano de obra calificada como lo son, soldadores homologados, que para estos proyectos fueron 3G, 4G y 6G.

1. PROCESO DE SOLDADURA DE LOS TIJERALES PARABÓLICOS DEL COLISEO DE LA I. E. SAN MARCELINO CHAMPAGNAT

Figura 74. Soldadura de bridas de tijerales metálicos



En la **Figura 74**, se puede ver el procedimiento realizado para la soldadura de bridas, en la tubería de 4" x 4" x 6mm. Se ha procedido con el biselado unilateral a tope o en V a 45°, de la tubería en la junta; Esto de acuerdo al plano de taller que indica soldadura en V, todo alrededor, con electrodo de 1/8" E-6011, como material de aporte para tener mayor penetración en el material base.

Luego de haber limpiado la escoria de la soldadura con disco de desbaste, se dio un terminado del perímetro con electrodo de 1/8" E-7018, para mayor resistencia, por tratarse de una junta importante, evitando la distorsión de soldadura. El contorno es convexo y acabado G: pulido o esmerilado.

Figura 75. Soldadura en celosía del tijeral parabólico metálico



En la **Figura 75**, se puede verificar la soldadura de la celosía, de acuerdo a los planos de taller, que indica soldadura plana con electrodo de 1/8" E-6011, como material de aporte para tener mayor penetración en el material base, que según la norma E.090 Estructuras Metálicas, en la sección 10.2.1, Soldaduras Acanaladas, 10.2.1a, Área Efectiva, la garganta debe ser del espesor del material más delgado a unir, que para este caso el tubo es 2.5mm, por lo que se está considerando la penetración de 3.0mm. Además, se está considerando soldadura de filete de en las esquinas de las diagonales con electrodo de 1/8" E-6011 con un cateto de 3/16", así como también, soldadura en V en el encuentro de las diagonales con una garganta efectiva de 3/16".

También se puede observar la soldadura en las planchas triangulares PL 3/8", aproximadamente 9.5mm, que según lo que indica el plano será, soldadura de filete con electrodo de 1/8" E-6011, como material de aporte para tener mayor penetración en el material base con un cateto 1/4", esto de acuerdo a la norma E.090 Estructuras Metálicas, tabla 10.2.4, para tamaño mínimo de soldadura de filete, espesor de la parte unida más gruesa (en mm), sobre 6 a 13mm; Que para este caso es 9.5mm, por lo que 1/4" = 6.35 mm de cateto de filete, es más que suficiente.

2. PROCESO DE SOLDADURA DE TIJERALES PARABÓLICOS DE LA INFRAESTRUCTURA PARA ALMACÉN-SEMILLERO-MICHIQUILLAY

Figura 76. Soldadura en celosía de segmentos de tijerales



En la **Figura 76**, se llevó a cabo el procedimiento de soldadura en la celosía de los segmentos de tijeral que, de acuerdo al plano de taller indica que, tiene que ser soldadura de filete con electrodo de 1/8" E-6011 para mayor penetración en el material base, con un cateto de 3/16", evitando la distorsión de soldadura; Con una separación de diagonales con montante de 1.5cm, El contorno es convexo y acabado G: pulido o esmerilado.

Figura 77. Soldadura de juntas en bridas y aleros





En la Figura 77, se muestra el soldado en bridas y aleros de los tijerales, esto de acuerdo a los planos de taller el cual indica que, tiene que ser soldadura plana con una separación de junta $S=1/8''$, con electrodo de $1/8''$ E-6011 como material de aporte, para rellenar la junta $3/16''$ y tener mayor penetración en el material base, esto en un ángulo estructural de $1/4''$, por lo que fue soldado por ambos lados.

Luego de haber limpiado la escoria de la soldadura con disco de desbaste, se dio un terminado del perímetro con electrodo de $1/8''$ E-7018, para mayor resistencia por tratarse de una junta importante; evitando la distorsión de la soldadura; El contorno es convexo y acabado G: pulido o esmerilado.

Figura 78. Soldadura de cartelas y planchas de apoyo de tijerales.



En la **Figura 78**, se desarrolla el procedimiento de la soldadura para las planchas de apoyo con la columna de tubo metálico de 25cm x 25cm x 10mm, así como también, la soldadura de las cartela a las planchas de apoyo, tal como está indicado en el plano de taller, considerando también, lo señalado en la norma E.090 Estructuras Metálicas, tabla 10.2.4, para tamaño mínimo de soldadura de filete, espesor de la parte unida más gruesa (en mm), sobre 6 a 13mm, el tamaño mínimo de filete sería de 5mm; Que para este caso es la plancha de apoyo de 1/2" o 12.7mm, además, no excede el cateto máximo, indicado en la sección 10.2.2b, que es 12.7mm-2mm, lo que resulta 10.7mm, por lo que, 5/16" = 7.93mm de cateto de filete, es más que suficiente.

Figura 79. Soldadura de las cajuelas de apoyos de los tijerales.



En la **Figura 79**, Para el ensamble de las planchas metálicas de las cajuelas, con el tijeral, el procedimiento del plano de taller, indica que, se tiene que aplicar soldadura de filete con electrodo de 1/8" E-6011 para mayor penetración en el material base.

Luego de limpiar la escoria de la soldadura con disco de desbaste, se dio un terminado con electrodo de 1/8" E-7018, para mayor resistencia por tratarse de una junta importante, para un cateto de 1/4" en total, evitando la distorsión de la soldadura; El contorno es convexo y acabado G: pulido o esmerilado.

Durante el periodo del proceso de soldadura, ha sido necesaria la presencia del prevencionista, ya que se han realizado trabajos en caliente, por lo que se han hechos los controles del EPP, necesario para esta actividad, tales como guantes de soldador, careta de soldador, mameluco de jean para soldador, filtros de aire para los gases emanados por la soldadura, zapatos de seguridad; Además, la revisión constante de máquinas, cables, tenazas porta electrodo, tenazas puesta a tierra, en caso de tener mala condición, se realizaba el cambio inmediato.

3.3.3.13.1 CONTROL TÉCNICO

Como criterio de aceptación, el control de técnico de la soldadura fue del tipo de ensayos no destructivos, como son los TINTES PENETRANTES, presentando un protocolo para este proceso, bajo la norma ASTM E-165, con lo que se verificó que la soldadura esté libre de porosidad y/o agrietamientos. De haberse presentado alguna deficiencia en el proceso de soldadura, se reparó. También se consideró la verificación visual, examinando que, no exista discontinuidad en los cordones de soldadura, socavación o quemaduras en las juntas, además de la siempre recurrente cristalización que, según la investigación en campo, esto es debido a la reparación por esmerilado del cordón soldadura, por más 2 veces, por la aplicación de excesivo calor en una misma zona, originando una junta propensa a la rotura.

Herramientas, equipos, materiales, EPP y consumibles utilizados:

- Pieza metálica con junta soldada
- Kit de ensayo no destructivo tintas penetrantes (Limpiador, penetrante, revelador).
- Guantes de látex y tapabocas.
- Trapo industrial.
- Escobilla circular.

PROCEDIMIENTO

Para realizar este ensayo no destructivo, se ha seguido el siguiente procedimiento:

a) APLICACIÓN DE AEROSOL REMOVEDOR O LIMPIADOR

Se ha procedido a limpiar la superficie del cordón de soldadura, con escobilla circular para metal, de forma que quede libre de escoria, agua, aceite o cualquier otro agente contaminante, utilizando el aerosol removedor o limpiador y trapo industrial; se deja reposar por 5 minutos, según lo indica en el protocolo presentado a supervisión.

b) APLICACIÓN DEL TINTE PENETRANTE

Se procedió a cubrir totalmente la unión soldada a inspeccionar con el tinte penetrante. Después de la aplicación se observó que el tinte penetrante cubra de forma homogéneamente la zona a inspeccionar, para evitar la formación de charcos que se pueden formar al echar el tinte penetrante.

Finalmente, se dejó secar la pieza a temperatura ambiente por 10 minutos aproximadamente, según lo indica el protocolo presentado a supervisión.

c) REMOCIÓN DEL TINTE PENETRANTE

Inicialmente se hizo con un trapo industrial con el cual se intentó absorber lo más posible. Después de transcurrido el tiempo de penetración requerido y absorber con el trapo industrial, se procedió a rosear con el aerosol limpiador, para mejor remoción del exceso de tinte penetrante, luego se dejó secar la pieza a temperatura ambiente por 5 minutos aproximadamente.

d) APLICACIÓN DEL REVELADOR

El líquido revelador con gran capacidad de absorción, se aplicó por aspersion a una distancia aproximada de 30cm; procurando que forme una capa fina y uniforme. El tiempo que el revelador permaneció en la pieza antes de ser inspeccionada, fue de 10 minutos aproximadamente, de este modo, se realizó la inspección visual del cordón de soldadura en busca de imperfecciones.

1. CONTROL TÉCNICO DE SOLDADURA DE TIJERALES PARABÓLICOS DEL COLISEO DE LA I. E. SAN MARCELINO CHAMPAGNAT

Figura 80. Kit Tintes penetrantes para control de calidad en soldadura.



Figura 81. Aplicación de REMOVEDOR O LIMPIADOR en bridas.

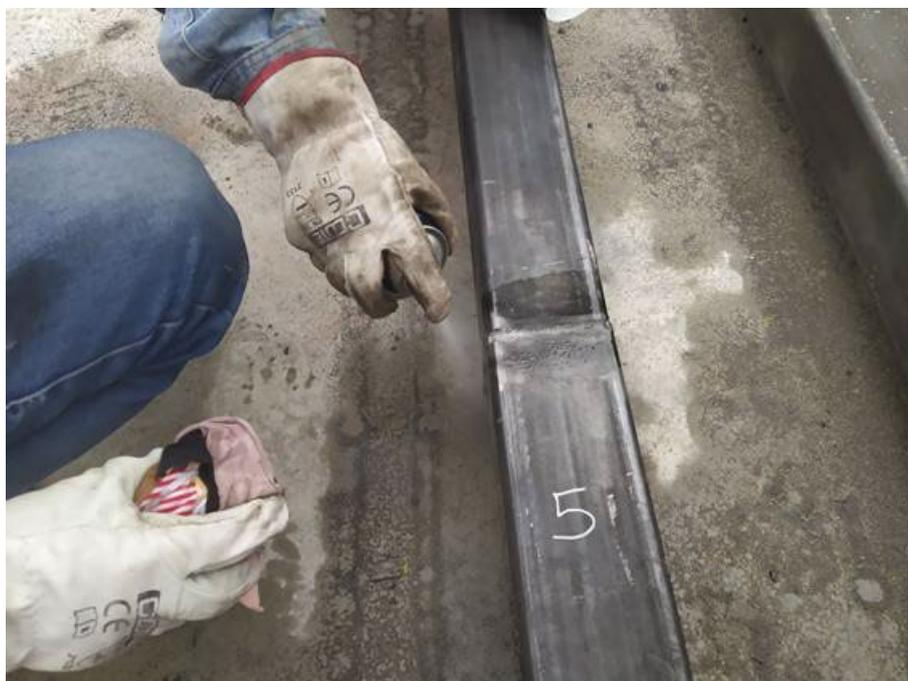


Figura 82. Aplicación del TINTE PENETRANTE en bridas.



Figura 83. Aplicación del aerosol REVELADOR y resultado.





Se puede ver en las **Figuras 80, 81, 82 y 83**, el procedimiento de tintes penetrantes y se presenta un protocolo en ANEXOS, que como se puede verificar para esta obra, cumplieron satisfactoriamente los requerimientos de calidad.

2. CONTROL TÉCNICO DE SOLDADURA DE TIJERALES DE LA INFRAESTRUCTURA PARA ALMACÉN-SEMILLERO-MICHIQUILLAY

Figura 84. Kit de tintes penetrantes para control de calidad de soldadura.



Figura 85. Aplicación de REMOVEDOR en apoyo superior de tijeral



Figura 86. Aplicación de TINTE PENETRANTE - apoyo superior de tijeral



Figura 87. Aplicación de aerosol REVELADOR y resultado



Se puede ver en las **Figuras 84, 85, 86 y 87**, el procedimiento de tintes penetrantes y se presenta un protocolo ANEXOS, que como se puede verificar para esta obra, cumplieron satisfactoriamente los requerimientos de calidad.

3.3.3.14 LIMPIEZA DE ESTRUCTURAS

La limpieza de las estructuras se llevó a cabo de manera mecánica, según lo indicado por los planos de taller, el cual considera que, debe ser arenado o limpieza mecánica; Se ha utilizado escobillas de alambre circulares, para la soldadura y lugares de difícil acceso, además de escobillas de mano para metal, lijas, y químicos como removedor de oxido, en lugares de difícil acceso.

Según la norma E0.90, las superficies deben quedar libres de escorias, oxido, grasa y otros agentes contaminantes. Durante el proceso de la limpieza mecánica, se ha investigado algunos otros métodos de limpieza rápida, como, por ejemplo, el uso de arena seca, para limpiar la grasa de los tubos metálicos, o el óxido de ángulos estructurales y planchas metálicas, obteniendo resultados excelentes sobre el terminado de las superficies.

El REMOVEDOR DE ÓXIDO, según lo que se ha podido investigar acerca de su procedencia, se conoce que, es un líquido transparente que, según su hoja técnica, es a base de ácidos y tensoactivos que, remueven fácilmente el óxido de los perfiles metálicos, por supuesto, estos no deben estar en grado de corrosión. La aplicación es sencilla, ya que se prepara una parte del líquido con 4 partes de agua, y se aplica con brocha sobre la zona oxidada; Se deja que actúe por 10 minutos, para luego limpiar con una lija o trapo humedecido con agua, inmediatamente después de haber removido el óxido, se procede a aplicar la base zincromato para no permitir que la pieza vuelva a oxidarse.

Figura 88. Líquido removedor de oxido para perfiles metálicos.



Figura 89. Limpieza de soldadura y estructura con escobilla circular



Figura 90. Limpieza de la grasa de tuberías con arena



Figura 91. Limpieza con removedor de óxido



3.3.3.14.1 CONTROL TÉCNICO

El control técnico se ha dado de una manera visual, esto es, por el grado de limpieza que se obtiene de los perfiles aplicando las técnicas arriba mencionadas.

Figura 92. Segmento de tijeral limpios y en proceso de pintura



3.3.3.15 PINTURA DE ESTRUCTURAS

Los procedimientos de la aplicación de la pintura para estos proyectos, se llevaron a cabo siguiendo lo indicado en las especificaciones técnicas de los planos de taller, y además, tomando en cuenta las recomendaciones de la norma E.090 estructuras metálicas, capítulo 13, sección 13.3, PINTADO EN TALLER. Para estos proyectos no se contaba con el equipo de medición de capa de pintura, esto por falta de apoyo de la empresa contratista, por lo que, se sugirió aplicar las capas de pintura en la medida que se pueda con rodillos, para piezas largas, tales como, bridas y hasta 3 capas de pintura con pistola de pintar para celosía y demás perfiles.

Figura 93. Pintura de protección Zincromato y esmalte sintético



En la **Figura 93**, se muestra la base zincromato, el cual es una pintura de protección de secado rápido para las estructuras metálicas, además, se muestra el esmalte sintético, que es la pintura de acabado que se aplica cuando la pintura zincromato esté completamente seca.

Figura 94. Aplicación de capa de zincromato base en bridas



Figura 95. Aplicación de pintura de acabado - esmalte sintético



3.3.3.15.1 CONTROL TÉCNICO

El control técnico de la aplicación de pintura en las estructuras metálicas de los techos parabólicos, indicados en los planos de taller y descritos en esta tesis, se ha regido estrictamente al método visual, además, del control de la aplicación con rodillo y pistola de pintar; ya que como se indicó anteriormente, no se contaba con el equipo necesario para la medición del espesor de las capas de pintura.

Cabe señalar que, la aplicación de la pintura final de algunos elementos estructurales, se realizó en obra o después del montaje de los tijerales, debido al tiempo de secado del esmalte sintético o al deterioro de la pintura durante el traslado a obra, además también, para realizar algunos retoques en los puntos de soldadura, propios del proceso de montaje de tensores, viguetas arriostres y los tijerales.

Parte del control técnico, se trata de verificar la codificación de las estructuras, esto con el fin de realizar el correcto acople de los segmentos de tijeral en obra.

3.3.3.16 TRASLADO DE ESTRUCTURAS A OBRA

Si la estructura fue fabricada en taller, el ingeniero a cargo del control técnico, agrupa y almacena en un área del taller los segmentos de tijeral, además, de verificar que, la grúa que se ocupará del cargado de la estructura al vehículo que realizará el transporte, este en buenas condiciones, inclusive no estaría demás pedir un check list de pre uso de grúa/camión grúa, que es una lista de verificación para levantamiento con grúas, incluyendo la operatividad de la máquina, la capacidad de carga, sistema hidráulico, etc. Se ha considerado que, la estructura no sufra daños durante el cargado, ya sea por golpes o malas maniobras por parte del operador de la grúa.

Durante el traslado a obra, fue necesario ir ploteando al vehículo de transporte de la estructura, para asegurar que no haya ningún contratiempo. Este vehículo de transporte debe ser de plataforma libre o desmontable.

En el caso de que la estructura fue fabricada en obra, las verificaciones se realizaron in situ.

Figura 96. Cargado y traslado de estructura en vehículo de plataforma



3.3.3.17 CONTROL DE RECEPCIÓN EN OBRA

3.3.3.17.1 SUPERVISIÓN

En esta etapa de la construcción, en los casos en que se llevó a cabo la fabricación de la estructura metálica en taller particular, el supervisor de obra junto con el ingeniero a cargo del control técnico, realizaron la verificación de que la estructura, no haya sufrido daños durante el cargado y traslado.

Para el descargado de la estructura, en uno de los casos, se realizó con la ayuda de maquinaria, y en el otro con un sistema de rampa formado por tubo metálicos.

Figura 97. Descargado de estructuras, con método de rampa y retenida



En la **Figura 97**, se puede observar el descargado de las estructuras, que para el caso del techo parabólico de Michiquillay, se utilizó el método de rampa formado por tubo metálicos y retenida con sogas tipo cuerdas como retenida, sin ningún tipo de contratiempo.

La presencia del especialista en prevención, ha sido de vital importancia para el desarrollo de estos trabajos, verificando que los trabajadores cuenten con el EPP correcto y sigan las indicaciones del personal a cargo de la obra.

3.3.3.18 VERIFICACIÓN DE ESTRUCTURAS Y APOYOS

Durante esta etapa del proceso constructivo, a cargo de supervisión y el ingeniero a cargo del control técnico, se verificó que las estructuras que han sido descargadas o en el caso de haberse fabricado en obra, cumplan con las especificaciones técnicas del plano de taller, dándola por aceptada o rechazada.

Por otro lado, según el seguimiento de la investigación para el tema de esta tesis, y el cumplimiento de los objetivos de esta misma, ha sido conveniente considerar algunos procedimientos que optimicen el desarrollo de los trabajos evocado al proceso constructivo, tales como reorganizar los frentes de trabajo, para continuar con la fabricación, que en este caso sería, el acople de los segmentos de los tijerales parabólicos metálicos, así como también, la inspección y habilitación de los apoyos para toda la estructura.

Si la estructura en donde se ubican los apoyos de los tijerales, son columnas de concreto armado, según la norma E. 090, capítulo 13, sección 13.4.5, la instalación de los pernos de anclaje es responsabilidad del contratista de la obra civil y entregar al fabricante del techo parabólico metálico, las planchas de apoyo junto con los pernos de anclaje ya instalados; Sin embargo, si la estructura de apoyo, es una columna metálica, es responsabilidad del ejecutor de la estructura metálica, dejar habilitados estos apoyos para el montaje.

Figura 98. Nivelación de planchas de apoyo y pernos de anclaje, sobre columnas de concretos armado y aplicación grasa grafitada.



En la última imagen de la **Figura 98**, corresponden a los apoyos de los tijerales del techo parabólico de la I. E. San Marcelino Champagnat, en donde la empresa contrista, entregó las planchas de apoyo y pernos de anclaje de 5/8" instalados y según lo que se observa, habían cortado los pernos de anclaje a ras de las tuercas, lo cual no es correcto, puesto que, la norma E.090, cap.13, sección 13.4.5.1c, indica que la tolerancia de montaje para estos elementos es de $\pm 13\text{mm}$, es debe ser correcto arriba de la tuerca. Sabiendo que un hecho de demolición estaba fuera del alcance, se sugirió cambiar las tuercas, por tuercas auto frenadas o utilizar un punto de soldadura arriba de la tuerca, siendo la primera opción la mejor.

Figura 99. Nivelación de planchas de apoyo, sobre columnas de concreto y columnas metálicas-aplicación de grasa grafitada.



En la **Figura 99**, se observa la instalación de las planchas de apoyo con grasa grafitada entre ellas, sobre un dado de concreto armado, encimado en una columna de concreto de una edificación antigua evaluada previamente para resistir estas cargas adicionales. Por otro lado, también se observa la línea de columnas en donde serán instaladas las planchas de apoyo móvil superiores con el orificio avellanado, todo esto de cuerdo al plano de taller.

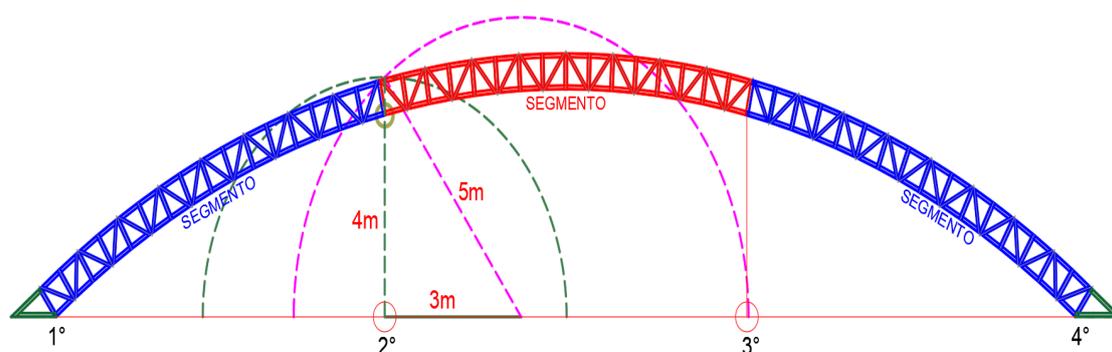
En esta actividad la presencia del prevencionista ha sido de vital importancia, por desarrollarse trabajos en altura, controlando que todo el personal trabajador lleve el EPP correctamente puesto y completo.

3.3.3.19 TRAZO DE ACOPLE DE SEGMENTOS DE TIJERALES

En el caso del techo del Michiquillay, los tijerales fueron fabricados por segmentos en un taller particular y han sido trasladados a obra; En esta etapa de la ejecución, se llevó a cabo el acoplamiento de los segmentos de tijerales de acuerdo a los planos de taller y la investigación hecha para su elaboración.

El trazo se realizó en el espacio destinado para esta actividad dentro de la obra, usando wincha de 50 metros, tira línea y yeso para marcar. Luego de trazar la línea base o directora horizontal, se miden los espaciamientos horizontales de ubicación de las perpendiculares, para el acople de cada segmento de tijeral, y que según la investigación hecha para este trazo en campo, se ha realizado utilizando procesos geométricos básicos, tales como desde el primer punto de la distancia horizontal, se realiza el trazo de un triángulo rectángulo de 53° y 37° , con catetos de 3m y 4m e hipotenusa de 5m. Teniendo como base el lado de 3m, desde el segundo punto de la medida horizontal, según plano de taller, se trazan radios de 4m y 5 m desde ambos extremos de la línea de 3m, en donde se corten estos radios, será el otro punto del trazo de la perpendicular, la que se proyectará hasta la medida que se indica en el plano, ubicando el segundo segmento de tijeral; Bajo el mismo método se realizan los subsiguientes, obteniendo la posición final de todos los segmentos; Con los puntos de este trazo se tiene la plena seguridad de la forma curva del tijeral, por si se hayan cometido errores en la fabricación, de los extremos de acople de los segmentos de tijerales. El control técnico esta dado por la verificación de las dimensiones al momento de los trazos.

Figura 100. Ubicación de acople de segmentos de tijerales parabólicos





3.3.3.20 ARMADO Y VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES

Al finalizar el trazo, se ubicaron los segmentos de tijerales, en secuencia y según su codificación, luego, se realizó el armado por métodos mecánicos, con el uso de grifas para ayudar en los encajes de los ángulos estructurales, o también, tecles, para que, al momento de unir los segmentos, los movimientos sean lentos y pausados, asegurando que las conexiones sean seguras y estables, y que no haya holguras o desalineaciones, obteniendo una mejor precisión en el acople. Una vez realizado el correcto acople, La soldadura en la junta, tiene el procedimiento indicado en los planos de taller.

El resto de tijerales se armaron, tomando como plantilla el primero que se conformó con el método indicado líneas arriba, e ir almacenando para el posterior proceso de limpieza y pintura final en las juntas.

Figura 101. Acople de juntas de segmentos de tijeral, método mecánico





Figura 102. Soldadura en juntas de acoples de acuerdo al plano de taller





3.3.3.20.1 CONTROL TÉCNICO

El control técnico en esta etapa de proceso constructivo, se ha dado por verificar la nivelación de los tijerales al momento de unir los acoples, antes de llevar a cabo la soldadura de juntas, además del acabado de la pintura.

Figura 103. Control de nivelación y terminado de la pintura





3.3.3.21 REVISIÓN DE PLAN DE MONTAJE DE ESTRUCTURAS

La norma E.090, no exige un plan de montaje para este tipo de estructuras, fiándose de una buena práctica de montaje realizada por los fabricantes. Para efectos de esta tesis, como parte de la investigación de la aceptación de este documento, considero que, es muy importante tener un procedimiento para esta actividad. A continuación, se presenta un plan de montaje básico como ejemplo, con el fin tener en cuenta, algunas consideraciones que podrían resultar importantes, durante este proceso.

3.3.3.21.1 CONTROL TÉCNICO

Dentro del control técnico del plan de montaje, verificó que, todos los procesos estén bien descritos y detallados, desde la preparación de las maquinas, herramientas y personal montajista, hasta la liberación de la carga cuando se encuentre estable.

3.3.3.21.2 PROCEDIMIENTO PARA MONTAJE DE TIJERALES METÁLICOS PARABÓLICOS

A. EQUIPOS, HERRAMIENTAS, ELEMENTOS DE SEGURIDAD Y ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS.

Durante el proceso de montaje se consideró utilizar lo siguiente:

MAQUINARIA Y EQUIPOS

- Grúa con la capacidad de carga necesaria y altura (30 TON y 21 m de pluma aproximadamente.)
- 02 estrobos.
- 03 eslingas (4"x6m).
- 02 grilletes.
- Ganchos giratorios.
- 03 cuerdas para control de vientos de Ø 1/2" de 25.00 metros mínimo cada una. Cuerdas para línea de vida mínimo, Ø 5/8"
- Escalera y andamios de acceso a apoyos.

HERRAMIENTAS

- Una correa con dos bolsas para las tuercas del apoyo.
- Un porta herramientas.
- 02 llaves abierta de punta y corona, para ajuste de pernos.
- Tuercas Ø 5/8" (160 unidades).
- Electrodo y porta electrodo (soldadura SMAW 7018, para apuntalar).
- Comba 4.0 lb.
- Equipo de corte (01 esmeril de 4 1/2" con disco de corte).
- 01 picota.
- 01 wincha metálica.
- Una barreta de hierro.
- Palos redondos de madera para hacer palanca.

ELEMENTOS DE SEGURIDAD

- 04 arneses de cuerpo entero.
- 04 mamelucos de Soldador.
- 04 pares Guantes.
- 04 lentes de seguridad.

- 04 pares de Botas con punta de acero.
- 04 cascos de seguridad.
- 02 caretas con filtros adecuados.
- 04 máscaras para gases tóxicos de soldadura.

ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

- Andamios y escaleras telescópicas.
- Fierro liso o tubos para tensores temporales de tijerales Parabólicos.
- Viguetas para estabilizar los Arcos Metálicos ya izados.

B. CHARLA SE SEGURIDAD ANTES DEL PROCESO DE MONTAJE

Se hace necesaria una charla dirigida para todo el personal participante del Proceso de Montaje de los Tijerales Metálicos, para reducir el riesgo de accidentes durante el Trabajo.

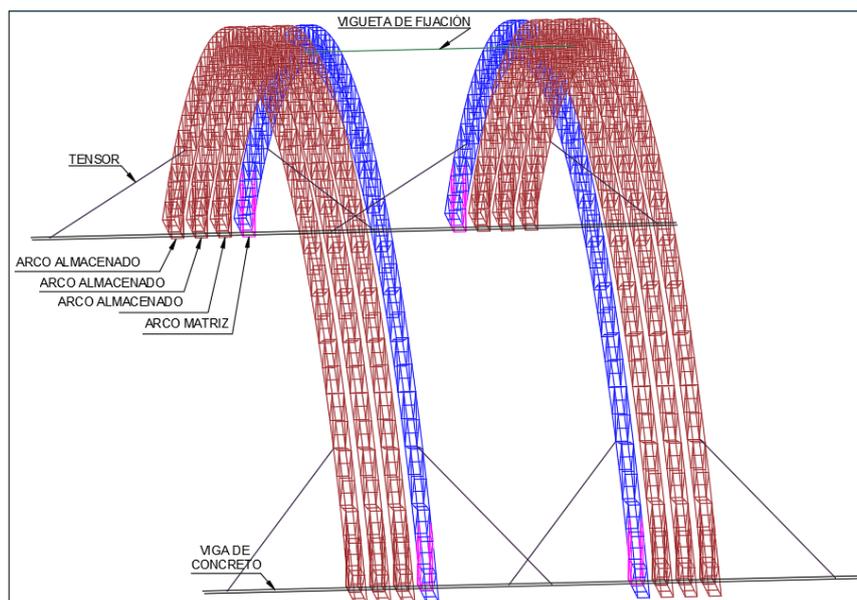
C. PROCEDIMIENTO DEL PROCESO MONTAJE

El Proceso de Montaje seguirá el siguiente Procedimiento:

1. Cada grupo de Montaje, deben contar con 02 Soldadores con Homologación 3G, como mínimo.
2. La Grúa será ubicada en una posición estratégica y según la prueba de altura realizará en campo, se contemplará la habilitación de un terraplén para ganar más altura, esto, en coordinación con el Operador de la grúa, de tal manera que el brazo hidráulico, de alcance para la posición final del tijeral, de esta manera se optimizará en tiempo y disminuir el riesgo que representa este proceso de Montaje.
3. Los Operarios Montajistas, subirán por los andamios o escaleras telescópicas, en un número de 02 por apoyo, como mínimo, se ubicarán en cada apoyo con todos sus implementos de seguridad, equipos y materiales a la espera del izaje del tijeral Metálico.
4. Teniendo los Tijerales Metálicos ubicados estratégicamente, en coordinación con el operador de la grúa, se procede a seleccionar el primer tijeral que será izado, marcando el eje central del tijeral para la colocación de las eslingas, las cuales irán aproximadamente a 2 o 3 metros de este eje central del tijeral. Este procedimiento puede variar de acuerdo a las recomendaciones del Operador de la grúa.

5. Se amarran las cuerdas de control de vientos en cada extremo del tijeral, las cuales serán controladas por dos operarios, que estarán orientados por el rigger de la Grúa.
6. Se procede a izar un tijeral en el eje seleccionado y otro en el eje contiguo, esto para poder colocar los 4 tensores, 2 a 2 en cada extremo del tijeral, y si es posible y si las condiciones lo son favorables y seguras, proceder con el almacenaje de los tijerales Metálicos. (Ver imagen referencial)
7. Una vez ubicados los tijerales matrices en cada apoyo, los operarios Montajistas procederán a alinear las cajuelas de apoyo utilizando elementos para ejercer palanca, colocando el nivel de mano, para verificar la verticalidad y proceder a soldar las cajuelas en las planchas de apoyo de la columna de concreto o metálica; Seguidamente se procederá a soldar los tensores en cada extremo de los Arcos y a las planchas de las columnas de concreto o metálica cercanas, posterior a esto se coloca una vigueta central entre los tijerales metálicos, esto para dar más estabilidad, y proceder con el almacenamiento ya antes mencionado, si es que es posible, a continuación se comenzará con la distribución de estos por etapas. En el caso de que no se pueda permitir el almacenamiento, se procede con el montaje uno a uno, teniendo la misma condición de fijación de los tijerales con los tenores provisionales.

Figura 104. Imagen referencial del proceso de almacenamiento.



3.3.3.22 POSICIONAMIENTO DE LA GRÚA

En esta etapa del proceso constructivo del techo parabólico metálico, y en coordinación con el operador de la grúa, se definió el posicionamiento más adecuado y poder comenzar el proceso de montaje de los tijerales; Este posicionamiento según lo investigado en obra, fue cambiando conforme se iba avanzando con el montaje; sobre todo, cuando se tengan varios ya izados, ya que el espacio en el techo va cerrándose y cada vez es más difícil las maniobras de la grúa en vacío.

Figura 105. Grúa telescópica para proceso de montaje.



3.3.3.23 MONTAJE DE TIJERALES

Para esta etapa del proceso constructivo del techo metálico, es importante que el personal calificado y encargado de la grúa, rigger y operador, tomen el control de esta actividad; orientando a los operarios montajistas, los cuales ya en su posición final, asegurando la línea de vida, quedan sujetos a las instrucciones, según sean las maniobras del operador de la grúa.

Los operarios montajista en un número de 4 por apoyo, deben ser personal calificado para estos trabajos en altura, teniendo destreza y habilidad para el manejo de situaciones imprevistas al momento del montaje; su homologación de soldador debe ser como mínimo 3G.

Los ayudantes encargados de manejar las cuerdas de los vientos deben estar atentos a las instrucciones del rigger, ya que él está encargado de las maniobras en vacío de la grúa, indicando hacia donde se deben mover los vientos para equilibrar y estabilizar el tijeral en vacío.

Una vez en su posición final todo el personal, se da comienzo al proceso constructivo del montaje de tijerales; con la autorización del supervisor de obra y especialista en seguridad.

El rigger, junto a los ayudantes en piso, es el encargado de colocar las eslingas apropiadas en los tijerales, ubicando el centro de estos y espaciando convenientemente las eslingas hacia los extremos del tijeral

Figura 106. Colocación de eslingas según indicaciones del rigger



En la **Figura 106**, según lo investigado en obra, la manera correcta de colocar las eslingas a un tijeral de sección plana es mediante un elemento rígido, como un tubo metálico, y desde sus extremos colocar las eslingas hacia el tijeral.

Proceso de acumulación de tijerales, al costado del segundo fijo con la vigueta provisional, para cambio de posición de la grúa y redistribución a otros apoyos.

Figura 107. Montaje de tijerales - I. E. San Marcelino Champagnat





Figura 108. Montaje de tijerales – Almacén Semillero - Michiquillay





En las **Figuras 107 y 108**, se observa, el proceso de montaje de los tijerales de los techos parabólicos metálicos del colegio I. E. San Marcelino de Champagnat - Cajamarca y de la infraestructura del semillero Michiquillay - La Encañada, siguiendo todas las etapas del PLAN DE MONTAJE DE ESTRUCTURAS y los planos de taller para los procedimientos de soldadura de las cajuelas de apoyo con las planchas base, desde el posicionamiento de la Grúa telescópica, hasta el inicio del montaje, teniendo en cuenta la investigación, sobre este proceso plasmado en el plan y sus consideraciones, en cuanto a la acumulación de tijerales al costado del segundo tijeral, ya estable; Esto para el cambio de posición de la grúa, y luego redistribuirlos en sus apoyos. También se puede ver, la manera en que se manejan los vientos, por indicaciones del rigger, además, de la colocación de los tensores y viguetas provisionales, con el fin de estabilizar los tijerales, para comenzar con la alineación vertical, lo cual es fundamental para garantizar la estabilidad y funcionamiento adecuado de toda la estructura.

3.3.3.23.1 VERIFICACIÓN DE AJUSTE DE PERNOS

Para el ajuste de los pernos con las tuercas y arandelas, las cuales fueron ajustadas en el momento de la colocación de las planchas de apoyo, la norma E.090 estructuras metálicas, señala que debería realizarse con una llave de torque calibrada, esto siendo el 50% de la tracción mínima del perno; sin embargo, el capítulo 10, sección 10.3 pernos y piezas resacadas, indica que, los pernos que no son sometidos a cargas de tracción, por deslizamientos, como en un apoyo inclinado, o en donde puedan aflojarse debido a vibraciones o fluctuaciones de carga, lo cual no fue considerado en el diseño, sólo se necesitó ajustar sin requintar, que es la condición de ajuste alcanzado por el esfuerzo de un operario con una llave ordinaria, que ponga las planchas de apoyos en contacto firme. Para el apoyo móvil, fue la misma condición, menos dos vueltas de la llave para permitir el desplazamiento. Las llaves usadas para estas obras han sido llaves de pico abierto y llaves corona.

3.3.3.24 FIJACIÓN Y ESTABILIDAD DE TIJERALES

Según lo podido investigar en campo, sobre este proceso, la fijación del tijeral al momento de asentar sobre la base de apoyo, no estuvo dado por mecanismos manuales, ya sean palancas de fierro y sogas atadas al tijeral y esto a alguna base de soporte, ya que, esto no permitía el libre control de la grúa sobre las estructuras, el único proceso de fijación total del tijeral ha sido dado por la soldadura aplicada en el acople entre la cajuela de apoyo y las planchas base logrando su estabilidad. Es preciso mencionar que, la estabilidad del tijeral no se dio por la sujeción con alguna parte del cuerpo del montajista, resultando muy peligroso, ya que una desestabilización de la grúa al momento del montaje, pudo ser fatal.

3.3.3.24.1 NIVELACIÓN HORIZONTAL Y CONTROL TÉCNICO

Según la norma E.090 de estructuras metálicas, capítulo 13, sección 13.4.4, señala que, la nivelación horizontal depende de la precisa ubicación de los ejes y puntos de nivel de referencia de los apoyos. El control técnico se ha llevado a cabo con un cordel o nivel laser de alto alcance, ya que como se mencionó anteriormente, la ubicación de los apoyos condiciona la posición final del tijeral.

3.3.3.25 MONTAJE DE VIGUETAS O CORREAS

Para el proceso de montaje de las viguetas o correas, para estos proyectos, se ha considerado un método, que formando parte de la investigación para mejorar la producción y optimizar del tiempo de montaje, ha resultado adecuado y mucho más preciso para el alineamiento de estas viguetas, ya que se trabaja con la unión de hasta 5 o más tubos de 6 metros, llegando a tener hasta 40 metros de una sola pieza, el cual no deriva en un gran peso y no resulta complicado su maniobrabilidad. Este elemento no resultó complicado de transportar y colocarlo en su posición final, además, se pudo recurrir al método de almacenar hasta 3 sobre los tijerales, para su posterior distribución empleando un escantillón o wincha con la medida indicada en los planos de taller o del expediente técnico. Este método, no es válido para viguetas armadas, las cuales se instalarán, por medio de poleas y sogas, una a una.

El proceso de soldadura para la unión e instalación de estos elementos, estuvieron indicados en los planos de taller, de cada proyecto.

Figura 109. Montaje de viguetas por el método de unión y almacenaje





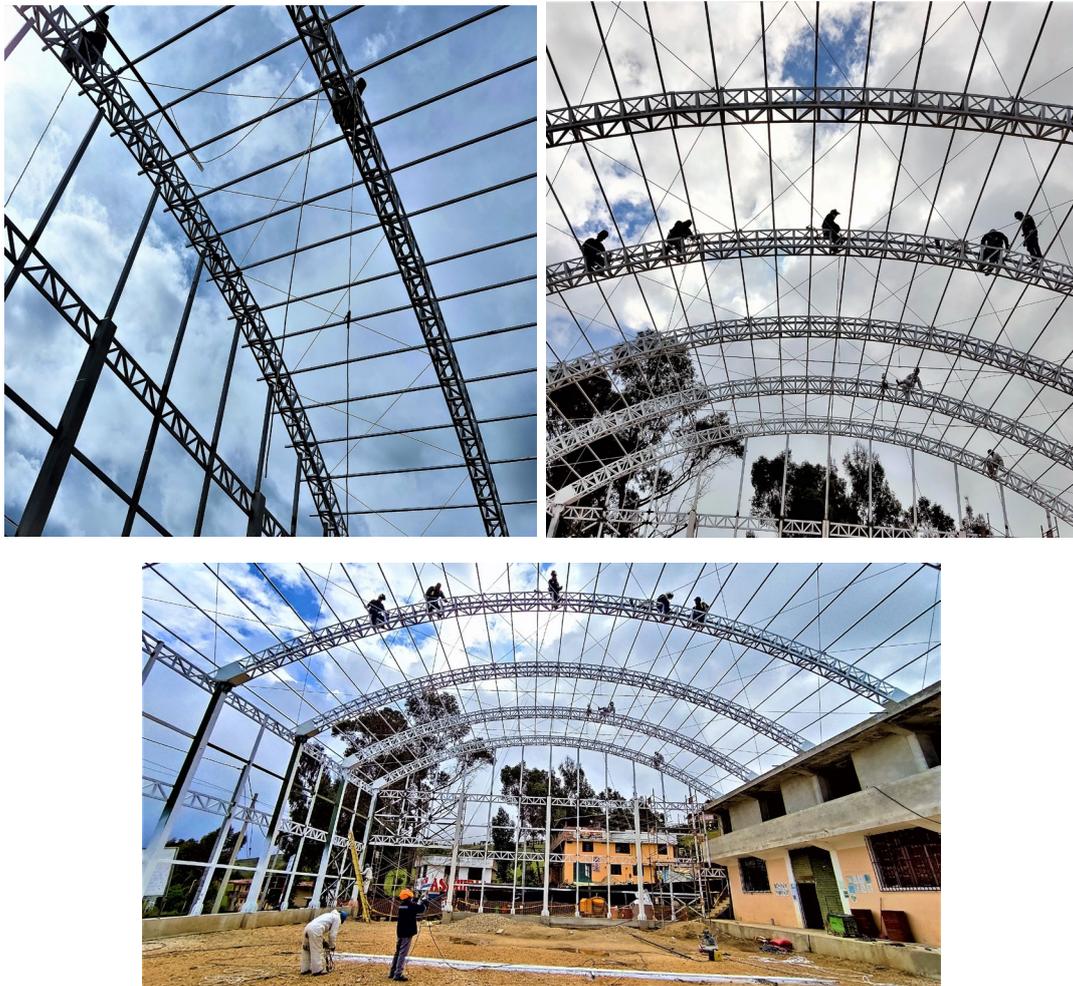
3.3.3.25.1 NIVELACIÓN VERTICAL Y CONTROL TÉCNICO

Este trabajo, ha estado dado por el control de la verticalidad del tijeral, usando un nivel de mano para las cajuelas de apoyo y para todos los tijerales el método de nivelación con ayuda de las viguetas, de acuerdo a su espaciamiento en planta. El control técnico, pudo realizarse con un topógrafo especialista en estructuras metálicas, resultando muy caro, ya que estos procesos toman mucho tiempo y los expedientes técnicos no contemplan un presupuesto para esta actividad, por lo que, el control técnico fue de forma visual, verificando que no existan tijerales inclinados y viguetas desalineadas.

3.3.3.26 MONTAJE DE TENSORES Y ARRIOSTRES

El montaje de estos elementos, es de acuerdo a los detalles del plano de taller, teniendo en cuenta las mismas consideraciones que para las viguetas, además también, el control técnico es verificando la linealidad de estos elementos.

Figura 110. Montaje de tensores y arriostres



3.3.3.27 MONTAJE DE COBERTURA

El montaje de la cobertura depende del material de esta, además, en la norma E.090 estructuras metálicas, no existen referencias o un procedimiento para esta actividad; por lo que, se tomó en consideración el manual y planos entregados por el fabricante del material. Para estos proyectos se utilizó, cobertura metálica y traslucida tipo TR-4.

Para uso de línea de vida, se usó una soga de $\varnothing 5/8$ ", con nudos cada 1 metro amarrada a centro del techo parabólico y se extiende hacia el costado. El personal montajista en un mínimo de 3, siempre llevó puestos guantes, además, de tener cuidado en el transporte y maniobras de la calamina, ya que es altamente filosa. Antes del inicio al proceso de montaje de la cobertura, se consideró que, la pintura final del techo metálico, debió haber finalizado.

La alineación para el montaje de la cobertura, se inició desde la parte más baja del techo metálico, verificado que la primera línea de calaminas colocadas queden completamente perpendiculares a las viguetas y paralelas a los tijerales, esta línea de calaminas sirvió como patrón para el montaje del resto. Otra manera fue colocando una calamina al inicio del techo y otra al final, alineándolas con un cordel hacía por su borde más bajo; y siguiendo la línea del cordel se fue colocando las calaminas una tras otra; para este segundo método, según lo observado y siguiendo la línea de la investigación de estos métodos, se tuvo que tener cuidado con el cordel, porque se desajusta y forma una catena, lo cual genera erros en la linealidad; Por lo que para ambos métodos, se verificó la linealidad desde la parte baja del techo metálico.

Figura 111. Montaje de cobertura metálica y traslucida, tipo TR-4







3.3.3.27.1 PREVENCIÓN EN CAMPO

El personal o profesional encargado de la prevención en campo, estuvo pendiente de todo el proceso y realizó verificaciones de retiro de material excedente, producto del proceso de montaje, para dar paso, al proceso de verificación final de montaje, finalizando su participación en prevención y seguridad durante el montaje de estructuras metálicas.

3.3.3.28 VERIFICACIÓN FINAL DE MONTAJE

En esta etapa final de la fabricación y montaje de un techo parabólico metálico, se verifican, los acabados de la estructura metálica y de la cobertura, se ha exigido que, el cumplimiento de todo el proceso constructivo, este de acuerdo a los planos del expediente técnico y planos de taller, asimismo teniendo en consideración la norma E.090 estructuras metálicas y demás normas vigentes dentro del contexto del control de calidad.

CAPITULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- **Composición estructural de los techos parabólicos metálicos.**
 - ✓ El análisis y recopilación de datos, de la composición estructural de los 02 techos metálicos parabólicos, del colegio San Marcelino Champagnat-Cajamarca y de la Infraestructura del semillero-almacén de la Encañada ,a través de la documentación técnica, ha permitido proponer un planteamiento para llevar a cabo los trabajos de fabricación y montaje, planteando procesos adecuados usados en taller y obra, teniendo también en consideración, el control técnico para la elaboración de planos de taller, basándose en el expediente técnico y normas vigentes; lo que ha servido como un manual durante los procesos de fabricación y montaje, obteniendo mejores resultados durante la producción y logrando la calidad requerida.
- **Control técnico durante la fabricación de techos parabólicos metálicos.**
 - ✓ El control técnico, ha sido importante durante el desarrollo del proceso constructivo de la estructura metálica; considerando que, el profesional a cargo del control técnico, fue responsable de realizar el detallamiento de los procesos en los planos de taller, para la fabricación de la estructura metálica; además, de hacer cumplir las especificaciones técnicas del expediente técnico, en donde se ha buscado procesos constructivos que favorezcan el avance de la obra y que minimicen los riesgos al ejecutarlos, además, tal como lo indica la norma E.090 estructuras metálicas, que el fabricante junto con el profesional tendrán la misión de llevar a cabo estos procesos economizando al máximo la ejecución.
- **Integración de procesos adecuados para la fabricación y montaje.**
 - ✓ Mediante el estudio, investigación y recopilación de datos, de los procesos constructivos realizados en la construcción los techos metálicos parabólicos, se han planteado algunos criterios, para obtener mejores procesos que resulten más adecuados (aplicación de métodos geométricos para el rolado en campo, uso de plantillaje para mejorar la precisión en el armado de tijerales, fabricación de segmentos de tijerales

para facilitar su transporte a lugares de difícil acceso, etc), esto con el fin de optimizar los tiempos y mejorar la calidad de la fabricación de estas estructuras.

- **Desarrollar la evaluación de información errada en los planos del Expediente Técnico.**

- ✓ Antes llevar a cabo la elaboración de documentos técnicos (planos de taller y plan de fabricación y montaje), para la fabricación de la estructura metálica, el profesional a cargo del control técnico, debe estudiar exhaustivamente la información del expediente técnico, con el fin de realizar un buen control técnico de los procedimientos, para los procesos de fabricación y montaje, además, de advertir las consecuencias de que se trabaje con información mal elaborada.

- **De la elaboración de los planos de taller, para fabricación de la estructura metálica.**

- ✓ El detallamiento que se ha presentado en los documentos de carácter técnico, ha formado parte del buen desarrollo del proceso constructivo, de los 02 techos metálicos parabólicos, estudiados en esta tesis. Teniendo como base la información de los expedientes técnicos que, en algunos casos ha resultado insuficiente, se ha podido mejorar durante la elaboración de los planos de taller, para poder llevar a cabo los procedimientos correctos del proceso fabricación.
- ✓ En esta tesis, se recomienda la incorporación de métodos matemáticos, tales como, la geometría básica, para el planteamiento de un buen desarrollo del detallado de los planos de taller, significando esto que, pueda ser entendido de forma sencilla por los operarios encargados del proceso del plantillaje y armado de estructuras.

- **De las diferentes etapas del proceso de fabricación y montaje**

- ✓ El control técnico, desde el ingreso del material al taller o a la obra, cualquiera sea el caso; durante los procesos de armado, soldeo, pintado y montaje de todos los elementos que conformaron los techos metálicos parabólicos, se ha seguido investigando in situ, la mejor forma o manera

de realizar renovaciones en los procesos constructivos de estas estructuras. El estudio constante de nuevas formas de fabricación, alimentan el criterio para mejorar los procesos.

- ✓ Es importante considerar que, independientemente del procedimiento que se utilice, para los procesos de fabricación y montaje de techos parabólicos metálicos, y teniendo en consideración la documentación de carácter técnico, esto no implica que, el funcionamiento de estas estructuras, cambie a lo propuesto en el expediente técnico, desde el cual fue concebido en su diseño.
- **Del control de prevención de accidentes en la fabricación y montaje**
 - ✓ Ha resultado de vital importancia, tener el control de prevención de accidentes, a cargo de un profesional capacitado, para manejar algún evento grave pudiera haber sucedido en obra, ya que, en este tipo de procesos constructivos, se corre altos riesgos de sufrir accidentes o hasta llegar a pedir la vida. Para estos 02 proyectos en mención, no se tuvieron eventos que lamentar gracias al buen control de prevención que se tenía en obra.

CAPITULO V, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN

5.1 CONCLUSIONES

Se finalizó la investigación de los procesos y consideraciones, para la fabricación y montaje de los 02 techos parabólicos metálicos, concluyendo que:

- Los procesos y consideraciones, en la fabricación y montaje de techos metálicos parabólicos, de los métodos usados, han resultados adecuados y seguros.
- El análisis de la composición estructural de los 02 techos metálicos, ha permitido, proponer una adecuada planificación de los procesos de fabricación (procesos de habilitación y corte, armado, soldadura en estructuras, pintura, control de calidad, etc), teniendo en consideración los documentos de carácter técnico (expediente técnico y planos de taller).
- El plan de trabajo para el proceso del montaje, contempló todos elementos necesarios para llevar a cabo este trabajo (maquinaria y equipos, herramientas, elementos de seguridad, elementos complementarios, etc), de tal manera que, se logró aumentar la capacidad de producción, mejorando la calidad y seguridad en la obra.
- La incorporación de criterios (métodos geométricos para el trazado de plantillaje, uso de plantillaje para mejorar la precisión en el armado de tijerales, fabricación de segmentos de tijerales para facilitar su transporte a lugares de difícil acceso, etc), en la investigación de los procesos constructivos, es cada vez más constante y mejorada, gracias a el avance de la tecnología, que permite que la información este más a la mano.
- El control técnico, para la elaboración de los planos de taller a detalle, y la inspección de la ejecución correcta y adecuada de los procesos de fabricación y montaje, han cumplido con la calidad y seguridad requerida.
- En la fabricación y montaje, de las estructuras metálicas, los procesos de armado, soldadura, pintado de estructuras, nivelación horizontal y vertical de tijerales, etc., se han logrado satisfactoriamente; prueba de ello son, los resultados de las pruebas de tintes penetrantes, realizadas a la soldadura en los 02 proyectos, garantizando el correcto desarrollo.

5.2 RECOMENDACIONES

Se finalizó el desarrollo de investigación, de los procesos y consideraciones, para la fabricación y montaje de techos parabólicos metálicos, por lo que se puede recomendar que:

- La elaboración de un plan monitor de los procesos de fabricación y montaje de estructuras metálicas parabólicas, debe elaborarse en base a documentación de carácter técnico, y ser parte esencial durante toda la ejecución de la obra
- Se debe investigar nuevos procesos constructivos, para el desarrollo de la fabricación y montaje de estructuras metálicas parabólicas, considerando y enmarcándose dentro de las normas vigentes de construcción.
- Considerar el control técnico, durante el proceso constructivo de techos metálicos parabólicos, para la orientación adecuada de cada proceso, y el control documental para el cumplimiento de los expedientes técnicos y las normas vigentes, con el fin de obtener mejores resultados en cada una de las fases del proceso constructivo.
- Considerar la elaboración de los planos de taller o de fabricación, ya que en estos documentos contienen información detallada de cada proceso, tales como, detalles del trazo de plantillas, detalles de corte y habilitación de materiales, procesos de soldadura, procesos de armado de estructuras, procesos de pintado de estructuras, etc.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alehli Navarro, (2021), "Problemas más comunes para el montaje de una estructura metálica", Monterrey, México.
- Ana Carolina Gavidia González, Ana Maricela Subía Sánchez, (2015), "Elaboración de los procedimientos de fabricación y montaje de una estructura de acero para un edificio tipo", Quito, Ecuador.
- ANSI/AISC 360-10, (2010), "Especificaciones para construcciones de acero- Versión en español", Santiago, Chile.
- Christian Neil Bravo Pariona, (2019), "Elaboración de procedimientos de fabricación y montaje de estructuras metálicas para la obra agrícola Cerro Prieto - Etapa III", Huancayo, Perú.
- Círculo de Universidades Alfonso III, (2021), "¿Qué es la calderería?", España.
- David Junior Morales Yovera, (2019), "Optimización del proceso de montaje de estructuras en una refinería", Piura, Perú
- Gerdau Corsa, (2019), "Procedimiento de fabricación de estructuras de acero para el aseguramiento de la calidad", Distrito Federal, México.
- Jorge Agustín Navarro Ortiz, (2023), "Montaje de Estructura Metálica: Todo lo que Necesitas Saber", Zapopan, México.
- José Andrés Enríquez Moya, (2016), "Los equipos de protección personal y su incidencia en los riesgos laborales de los trabajadores del gobierno autónomo descentralizado del Cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi", Ambato, Ecuador.
- José David Pinos Labanda, (2021), "Propuesta de implementación de un modelo de gestión para la fabricación y montaje de estructuras metálicas", Cuenca, Ecuador.
- Juan Carlos Arias Rosales, (2017), "Aplicación del control de calidad en las estructuras metálicas de la unidad minera Santander", Huancayo, Perú.

Julieta Lidia Capistran Fabela, Alejandro Arrieta medina, (2010), "Control de calidad y problemas de fabricación y montaje en la construcción de estructuras metálicas", Distrito Federal, México.

Norma técnica E.090, (2020), Estructuras Metálicas. Reglamento Nacional de Edificaciones, Lima, Perú.

Normas AWS, (2016), "Código de soldadura estructural-acero – versión en español", La Florida, EE. UU.

Normas internacionales de ASTM, (2023), "American Society for Testing and Materials", EE.UU.

Normas SSPC, (2015) "Steel Structures Painting Council - preparación de superficies – versión en español", Santa Fé, Argentina.

O. I. Peshkovski y V. B. Yakubovski, (1978), "Producción de Estructuras Metálicas", Rusia.

Osear Gerardo Villaseñor Ruiz, (1990), "Fabricación y Montaje de una Estructura Metálica", Distrito Federal, México.

Prosoldes, (2022), "Arenado de metales", Lima, Perú.

Rolando Sarabia, (2020), "¿Qué es un certificado de calidad?", Yucatán, México.

Rosesan S.A., (2023), "Grúas telescópicas", Málaga, España.

Salvador Chapula Cruz, (2014), "Procedimiento Constructivo con Estructuras Metálicas", Distrito Federal, México.

Sandra Fabiola Silva Esteban, (2005), "Tecnología de nueva generación para la edificación con estructuras metálicas", Distrito Federal, México.

TÜV SÜD, (2023), "Control de calidad en estructuras metálicas", Alicante, España.

Walter Gamonal Ruiz, (2016), "Uso de las Normas ASTM en Corporación aceros Arequipa S.A.". Arequipa, Perú.

ANEXOS

FICHA TÉCNICA DE COBERTURA ALUZINC

Acero Aluminizado ASTM A792/AZ-200/AZ-150

CALAMINON se fabrica con acero laminado en frío, recubierto con acero aluminizado ASTM A792 (55% AL, 43.4% ZN Y 1.6% SI), brinda mayor recubrimiento y vida útil.

El Aluminio protege las planchas gracias a la formación de una lámina insoluble de óxido de aluminio. El Zinc proporciona protección catódica evitando la oxidación en zonas expuestas por cortes, perforaciones o ralladuras. Pruebas de duración a nivel mundial han demostrado que las planchas recubiertas en Aluzinc tienen una mayor vida útil que la que brinda el galvanizado convencional(*).

*Condiciones de la prueba a una humedad relativa de 100% por 60 °C.

PRE-PINTADO

El color otorga un valor agregado y un excelente acabado estético de acuerdo a cada necesidad. La pintura proporciona una protección adicional a la que ofrece el Aluzinc Natural.

Se utiliza pintura PVDF para ambientes donde se requiere mayor protección a la corrosión y resistencia al calor.

PINTURA	ESPESOR	PROCESO PINTURA
Líquida	Exterior : 5 micras de Primer Epóxico + 20 micras de poliéster. Interior : 10 micras de Primer Epóxico ó 5 micras de Primer Epóxico + 5 micras de Poliéster	Al Horno
Polvo	Exterior : 60 micras de Poliéster Interior : 60 micras de Epoxi Poliéster ó 50 micras de Poliéster	Al Horno
Antibacterial	Exterior : 5 micras de Primer Epóxico + 20 micras de Poliéster Interior : 10 micras de Primer Epóxico	Al Horno
PVDF	Exterior : 5 micras de Primer Epóxico + 20 micras de PDVF Interior : 10 micras de Primer Epóxico ó 5 micras de Primer Epóxico + 20 micras de Poliéster ó 5 micras de Primer Epóxico + 20 micras de PVDF	Al Horno

Fuente: Ficha técnica CALAMINÓN, 2020

FICHA TÉCNICA DE COBERTURA DE RESINA SINTÉTICA

Coberterm®

TECNOLOGIA EN TEJADOS TERMOACÚSTICOS

Datos para Especificación	
NOMBRE TÉCNICO: Coberterm Teja Roma Style Roof Sheet 6 Waves 140 40-52 1080	
NOMBRE COMERCIAL: Coberterm Teja Roma Style 40 1080	
LONGITUD DE TEJA PRINCIPAL ROMA STYLE DE 17 MODULOS	5576 mm 5.57 mts
LONGITUD TEJA SECUNDARIA O COMPLEMENTARIA ROMA STYLE DE 4 MODULOS	1312 mm 1.31 mts
ANCHO TOTAL CON 6 WAVES, ONDAS o CRESTAS	1080 mm 1.08 MTS
ESPESOR DE LÁMINA DE TEJA	2.5 mm
COLOR DE TEJA CARA SUPERIOR INFERIOR	Rojo Terracota + puntos negros
COLOR DE TEJA CARA INFERIOR	Color Tierra
ANCHO ÚTIL	940 mm – 94.00 cms
ALTURA DE ONDA	40 mm a 52 mm
DISTANCIA ENTRE ONDAS	188 mm
DIMENSIÓN DE MODULO LONGITUDINAL DE TEJA	328 mm – 32.80 cm
PESO ESPECÍFICO POR M2	4.94 kg/m ²
TRASLAPO TRANSVERSAL	1 cresta: 140 mm – 14.00 cm
TRASLAPO LONGITUDINAL	1 módulo: 328 mm - 32.80 cm
PESO TOTAL TEJA ROMA STYLE DE: 17 MÓDULOS	30.78 Kg
PESO TOTAL TEJA ROMA STYLE DE: 4 MÓDULOS	7.24 Kg
MATERIAL DE FABRICACIÓN RESINA SINTÉTICA	Policloruro de Vinilo Rígido
PROTECCIÓN UV	PMMA - Polimetil Metracrilato
PENDIENTE MÍNIMA	15%
COEFICIENTE DE AISLANTE TÉRMICO (w/M ² k)	0.0643
AISLAMIENTO ACÚSTICO EN DECIBELES (Db)	10 a 12
VARIACIÓN DIMENSIONAL POR DILATACIÓN (%)	0.18

Fuente: Ficha técnica COBERTERM, 2022

FICHA TÉCNICA DE COBERTURAS DE POLICARBONATO

COBERTURAS TRASLÚCIDAS POLICARBONATO



CAPACIDADES DE CARGA (KG/m ²)		
Carga (KG/m ²)	ESPESOR 1.0 mm	
	Medio	Extremos
50	1400	1050
70	1300	975
100	1200	900
125	1100	825
150	1000	750

Criterio para deflexión permitida = L/20. Pendiente mínima recomendada = 10%.

FIJACIÓN

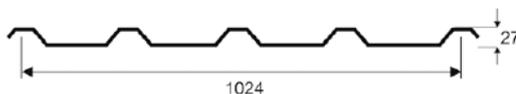


- Colocar tira metálica fijando en los valles a ambos lados de cada onda.
- Coloque la cinta selladora sobre los traslapes de las ondas.
- Coloque la cinta selladora a lo largo de la parte inferior y la parte superior de los extremos de los traslapes (si existen), a lo largo de los tornillos de la línea central o dos cintas a ambos lados del eje del tornillo.
- Pre-pe rfore agujeros de 10 mm donde estarán ubicados los tornillos.
- Comience a fijar los tornillos desde el primer traslape lateral (izquierda) a través de los agujeros pre-pe rforados.
- Fijación Techo: Comience a atornillar en la viga del borde inferior (traslape externo) en cada cresta de onda.
- Ajuste los tornillos en las correas internas, en cada cresta de onda, empezando en el mismo lado.
- Fijación Pared: Comience a atornillar en la viga del borde inferior (traslape externo), en los valles de ambos lados de cada ondulación.
- En los traslapes laterales fije las ondas.
- ¡No apriete en exceso! Ajuste los tornillos cada 300 a 400 mm a través de las planchas entre las vigas.

Espesor (mm)	Largo (mm)	Ancho Total (mm)	Ancho Útil (mm)	Traslape (%)
1.0	11.8	1074.5	1024	5.0

LONGITUD DE PLANCHA

- Longitud máxima recomendada = 7.0 mm.
- Traslape recomendado = 200 mm por encima de apoyos.
- **Curvado del techo:** Radio mínimo de curvatura = 10m.

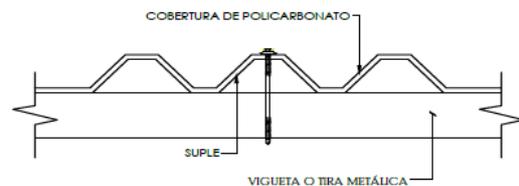
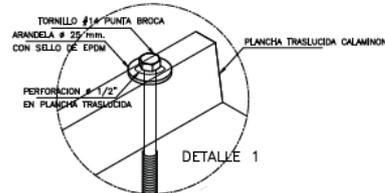


VENTAJAS

- Resistentes al impacto: Virtualmente irrompibles.
- Blanco Difusor: 85% de transmisión de luz.
- Livianas.
- Resistentes al Clima y a los Rayos UV: mantienen sus propiedades mecánicas.
- Resistentes a productos químicos.
- Fáciles de instalar.

INSTALACIÓN

- Asegúrese que el lado con Protección UV se encuentre hacia fuera.
- El traslape lateral de las planchas debe instalarse contra la dirección principal de la lluvia.
- Las planchas deben instalarse sin ningún tipo de tensión y/o fuerza.
- No jale, estire o fuerce las hojas cuando los perfiles no estén perfectamente sincronizados
- Coloque el polycarbonato entre planchas metálicas.
- **Recomendación:** No pise directamente la plancha.



Fuente: Ficha técnica CALAMINÓN, 2020

COTIZACIÓN DE COBERTURA METÁLICA TIPO TR4



Viernes, 1 Junio 2,018

Nro. SAP: 36,009

Señores
CLIENTE VARIOS(MARTHA PINEDO)

Contacto: William Bastidas

Proyecto:

Presente.-

De nuestra consideración:

De acuerdo a su solicitud, nos es grato hacerles llegar nuestra oferta por el suministro de coberturas metálicas marca CALAMINON, la cual detallamos a continuación:

ESPECIFICACIONES	
Producto : CALAMINON T, 0.5 MM ALUZINC POL RMP-PRI_ AZ200 BLANCO BHP/BLANCO	
Ancho Total	: 1050 mm
Ancho Útil	: 960 mm
Peralte	: 40 mm
Material	: Acero Aluminizado Pre Pintad
Color Exterior	: Blanco
Color Interior	: Blanco
Espesor Exterior	: 0.500 mm

Total (ML): 2,178.875000 Precio por (ML): 10.090000

DESCRIPCION	UBIC.	% PERC	CANT.	LONG	MED	AREA	P/MED US\$	P.UNIT US\$	PARCIAL US\$
COLORES DISPONIBLES: BLANCO BHP – GRIS – AZUL MARINO – VERDE FOLLAJE Y ROJO TERRACOTA									
CALAMINON T, 0.5 MM ALUZINC POL RMP-PRI_ AZ200 BLANCO BHP/BLANCO					M2	2,091.720		21,984.85	21,984.85
								SUB TOTAL	21,984.85
								IGV 18%	3,957.27
								TOTAL GENERAL(US\$)	25,942.12

CONDICIONES DE VENTA						
<p>1. El cliente deberá confirmar con su asesor el plazo de entrega al emitir la Orden de Compra por disponibilidad de planta.</p> <p>2. Aprobado el presupuesto, se deberá emitir una Orden de Compra o llenar los datos completos del formato de Aceptación de Cotización, enviarlo firmado y sellado por un representante de la empresa.</p> <p>3. Adicionalmente se abonará el costo del material en cualquiera de nuestras Cuentas Corrientes Dólares en los siguientes bancos a nombre de Estructuras Industriales EGA S.A. con RUC 20100369509</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">Banco de Crédito N° \$ 193 1630733 1 59</td> <td style="width: 33%;">Banco Continental N° \$ 0378 0100025961</td> </tr> <tr> <td>Banco Interbank N° \$ 041 003000338574 14</td> <td>Banco Scotiabank N° \$ 009-097000003055607-70</td> </tr> <tr> <td>Banco Ban BIF N° \$ 7000368640</td> <td></td> </tr> </table>	Banco de Crédito N° \$ 193 1630733 1 59	Banco Continental N° \$ 0378 0100025961	Banco Interbank N° \$ 041 003000338574 14	Banco Scotiabank N° \$ 009-097000003055607-70	Banco Ban BIF N° \$ 7000368640	
Banco de Crédito N° \$ 193 1630733 1 59	Banco Continental N° \$ 0378 0100025961					
Banco Interbank N° \$ 041 003000338574 14	Banco Scotiabank N° \$ 009-097000003055607-70					
Banco Ban BIF N° \$ 7000368640						

CONDICIONES DE PAGO Y DESPACHO
<p>De acuerdo al Numeral 1.1 del Artículo 18 y al Numeral 5 del Artículo 17 del Reglamento de Comprobantes de Pago, la obligación de emisión de Guías de Remisión la tiene el Propietario de los Bienes al inicio del traslado.</p> <p>Caso 1 DESPACHO POR CUENTA DEL CLIENTE -Entrega de Material en Planta Calaminon Lurín Para el Despacho, el Cliente deberá emitir la Guía de Remisión (Remitente), la misma que deberá presentar en la Zona de Despacho antes de retirar el material de Planta.</p> <p>CALAMINON sólo emitirá "Notas de Salida" para efectos de control administrativo.</p> <p>Caso 2 DESPACHO POR CUENTA DE CALAMINON -Entrega de Material en los Almacenes del Cliente Para el Despacho, Calaminon deberá emitir la Guía de Remisión (Remitente), la misma que sustentará el traslado del material hasta el punto de destino en el cual se entreguen los bienes.</p>

Fuente: Cotización CALAMINÓN, 2018

COTIZACIÓN DE MATERIALES PARA TECHO METÁLICO

FIERRO
TRADIS.A.

Central: 712-2222 / 618-7234
Prolong. Huamanga # 1500
La Victoria
RUC: 20100087198

Página Web: www.tradisa.com.pe
Email: mbautista@tradisaventas.com.pe

COTIZACIÓN Nº 00002306-A

Sres. : PODER JUDICIAL
Dirección : REF SUMINISTRO DE PERFILES PLANCHAS Y TUBOS
Atte. : ING. WILLIAM BASTIDAS

Ruc :
Fax : Tlf.:
Fecha : mar. 29 Mayo de 2018 10:47 am

#	Código	Descripción	Unidad	Cant.	Peso Unid.	Subt KG.	Prec.Unidad	U\$	SubTotal
1	02.115	ANGULO 3/16" x 2" x 6 mt.	PZ	2	21.51	43.02	17.67000		35.34000
2	03.047	ANGULO A-36 3.0mm x 20mm x 6 mt.	PZ	2	4.88	9.76	4.16000		8.32000
3	03.022	ANGULO A-36 2.0mm x 25mm x 6 mt.	PZ	1	4.50	4.50	3.84000		3.84000
4	03.021	ANGULO A-36 2.0mm x 20mm x 6 mt.	PZ	1	3.77	3.77	3.21000		3.21000
5	01.031	PLATINA 3/16" x 1/2" x 6 mt.	PZ	47	2.73	128.31	3.75000		176.25000
6	01.023	PLATINA 1/8" x 2" x 6 mt.	PZ	3	7.41	22.23	6.49000		19.47000
7	01.041	PLATINA 3/16" x 1.1/2" x 6 mt.	PZ	1	8.21	8.21	6.96000		6.96000
8	01.063	PLATINA 1/4" x 2" x 6 mt.	PZ	5	14.58	72.90	12.98000		64.90000
9	01.097	PLATINA 3/8" x 2" x 6 mt.	PZ	1	22.00	22	19.58000		19.58000
10	01.017	PLATINA 1/8" x 1" x 6 mt.	PZ	12	3.65	43.80	3.08000		36.96000
11	01.021	PLATINA 1/8" x 1.1/2" x 6 mt.	PZ	1	5.62	5.62	4.75000		4.75000
12	01.045	PLATINA 3/16" x 2.1/2" x 6 mt.	PZ	4	13.59	54.36	13.30000		53.20000
13	33.159I	TUBO REDONDO LAC 1" x 1.8 x 6.0mt I	PZ	1	8.40	8.40	7.33000		7.33000
14	34.977D	T RECT. LAC 50x100x2.5x6.0 I	PZ	20	34.40	688	29.42000		588.40000
15	05.7023	CANAL U 4" x 7.25 Lb x 6 mt	PZ	2	64.90	129.80	73.00000		146.00000
16	81.0035	PL.estruc. A-36 4.50 x 1200 x 2400	PZ	4	101.74	406.94	71.15000		284.60000
17	81.0019	PL.estruc. A-36 3.00 x 1200 x 2400	PZ	5	67.82	339.12	47.43000		237.15000
18	38.0552	PLANCHA GALV. 2.00 x 1200 x 2400	PZ	2	46.12	92.24	40.05000		80.10000
19	81.0105	PL.estruc. A-36 6.00 x 1200 x 2400	PZ	3	135.65	406.94	94.86000		284.58000
20	81.023	PL.estruc. A-36 12.00 x 1200 x 2400	PZ	3	271.30	813.89	189.74000		569.22000
21	81.000b	PL.estruc. A-36 1.50 x 1200 x 2400	PZ	9	33.91	305.21	25.95000		233.55000
22	81.000D	PL.estruc. A-36 2.50 x 1200 x 2400	PZ	3	56.52	169.56	41.03000		123.09000
23	34.977F	T RECT. LAC 50x100x3.0x6.0 I	PZ	3	41.06	123.18	35.14000		105.42000
24	34.971L	T RECT. LAC 50x25x2.0x6.0 I	PZ	30	13.80	414	11.81000		354.30000
25	34.9742	T RECT. LAC 50x70x2.0x6.0 I	PZ	2	22.02	44.04	18.82000		37.64000
26	34.243I	T CUAD LAC 38x2.5x6.0 (1 1/2") I	PZ	15	17.04	255.66	14.58000		218.70000
27	34.953I	T CUAD LAC 100x3.0x6.0 (4") I	PZ	7	56.10	392.70	47.99000		335.93000
28	34.752I	T CUAD LAC 50x2.5x6.0 (2") I	PZ	20	22.98	459.60	19.66000		393.20000

Agente de Retención
Cta. de Detracción: Bco de la Nación Nro. 000-335134
FOTRA-SIG-VEN-010



Representante de Ventas: MOISES BAUTISTA MANTILLA
Email: mbautista@tradisaventas.com.pe

Telfn: 6187234 998315591 951207580
29/05/2018 11:58:11

Page 1 of 2
Version: 3.0.394

**FIERRO
TRADISA S.A.**
Central: 712-2222 / 618-7234
Prolong. Huamanga # 1500
La Victoria
RUC: 20100087198

Página Web: www.tradisa.com.pe
Email: mbautista@tradisaventas.com.pe

0013

COTIZACIÓN N° 00002306-A

Sres. : PODER JUDICIAL Ruc :
Dirección : REF SUMINISTRO DE PERFILES PLANCHAS Y TUBOS Fax : Tfn.:
Atte. : ING. WILLIAM BASTIDAS Fecha : mar. 29 Mayo de 2018 10:47 am

#	Código	Descripción	Unidad	Cant.	Peso Unid.	Subt KG.	Prec.Unidad	U\$	SubTotal
29	34.7531	T CUAD LAC 50x3.0x6.0 (2") I	PZ	1	27.36	27.36	23.41000		23.41000
30	34.9744	T RECT. LAC 50x70x3.0x6.0 I	PZ	1	32.58	32.58	27.88000		27.88000
31	34.975G	T RECT. LAC 40x80x3.0x6.0 I	PZ	4	32.58	130.32	27.88000		111.52000
32	34.9795	T RECT. LAC 150x100x4.0x6.0 I	PZ	1	91.83	91.83	79.34000		79.34000
33	34.975E	T RECT. LAC 40x80x2.5x6.0 I	PZ	7	27.34	191.38	23.39000		163.73000
34	34.244I	T CUAD LAC 38x3.0x6.0 (1 1/2") I	PZ	3	20.22	60.66	17.30000		51.90000
35	34.6941	T CUAD LAC 150x4.0x6.0 (6") I	PZ	1	110.70	110.70	95.65000		95.65000
36	34.892I	T CUAD LAC 75x2.5x6.0 (3") I	PZ	1	34.98	34.98	29.94000		29.94000
37	08.012	RED.LISO A-36 3/4" x 6 mt.	PZ	18	13.30	239.40	11.50000		207.00000
38	08.008	RED.LISO A-36 1/2" x 6 mt.	PZ	6	5.84	35.04	5.06000		30.36000
Totales				252	6,422.01		U\$	5,252.72	

Son: CINCO MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y DOS CON 72/100 DOLARES AMERICANOS

Detalles de Cotización

Los Precios NO Incluyen I.G.V.

Forma de Pago : Contado

Válido hasta : 30-May.-2018 al Tipo de Cambio del día de Facturación

LOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IGV
FORMA DE PAGO CONTADO A TRATAR
MATERIAL PARA ENTREGA INMEDIATA Y PUESTO EN SU ALMACEN
CONFIRMAR SU PEDIDO CON ORDEN DE COMPRA FIRMADA Y SELLADA
ENTREGAMOS CERTIFICADOS DE CALIDAD
PRECIOS VIGENTES A LA FECHA DEL DESPACHO

Agente de Retención
Cta. de Detracción: Bco de la Nación Nro. 000-335134
FOTRA-SIG-VEN-010



Representante de Ventas: MOISES BAUTISTA MANTILLA
Email: mbautista@tradisaventas.com.pe

Teléfono: 6187234 998315591 951207580
29/05/2018 11:58:11

Page 2 of 2
Version: 3.0.394

Fuente: Cotización TRADISA, 2018

CERTIFICADO DE CALIDAD DE PERFILES H ESTRUCTURALES



CARRETERA PANAMERICANA SUR N° 241, ICA, Pisco, Paracas. Teléfonos: (+51) 54232430, 54215341 Fax: 54219796.

CERTIFICADO DE CALIDAD

N° G-0FE94-0008574-5171699418-90016-1_1

N° Factura: 0FE94-0008574

CLIENTE : D&MECC SERVICIOS GENERALES EIRL

FECHA : 01/10/2022

Con el presente documento certificamos que comercializamos Perfil W (h) de acero que cumple con la norma:

ASTM A36/A36M/A572 GR.50

en las dimensiones: 8"X21LB/PIE X 30', 10"X33LB/PIE X 30'

Garantizamos las propiedades mecánicas establecidas en la Norma ASTM A36/A36M/A572 GR.50:

Límite de Fluencia (fy), mínimo = 345 MPa
Resistencia a la Tracción (R) = 450-550 MPa
Alargamiento en 8" (200mm) mínimo = 18%
2" (50mm) mínimo = 21%

Soldabilidad : Buena

Composición Química:

C = 0.23% máximo S = 0.050% máximo
Mn = 1.35(*)% máximo P = 0.040% máximo

(*) Para contenidos de % carbono menores a 0.23%, el %Mn puede llegar hasta 1.60% máx.

El producto cumple con las características dimensionales y de forma establecidas.
Se garantiza el producto para su uso estándar.

Atentamente,


CORPORACIÓN ACEROS AREQUIPA S.A.
Ing. Ricardo Gutiérrez Lara. CIP 57087
SUPERINTENDENTE DE METALURGIA

Página 1 de 1

CÓDIGO: QCQA02-E001 - VERSIÓN: 02 - APROBADO: Y.A.I. - FECHA: 06/2016

Fuente: ACEROS AREQUIPA, 2022

CERTIFICADO DE CALIDAD DE ÁNGULOS ESTRUCTURALES



**ACEROS
AREQUIPA**

CERTIFICADO DE CALIDAD

CORPORACIÓN ACEROS AREQUIPA S.A.
 AV. ANTONIO MIRO GUESADA 425
 PISO 17, MAGDALENA DEL MAR
 LIMA 17, PERÚ.

PRODUCTO : ANGULO
 PROCEDENCIA : Central Argentina
 CLIENTE : D&MECC SERVICIOS GENERALES EIRL

N° E-0FE92-0037212-5171692080-900005-1_1
 NORMAS TÉCNICAS : ASTM A 36/A 36M - A 572/A 572M G50
 NORMA DE ENSAYO : ASTM A 370/E 81E 415
 FACTURA N° : 0FE92-0037212

DIMENSIÓN NOMINAL	N° DE COLADA	COMPOSICIÓN QUÍMICA(*)														LÍMITE DE FLUENCIA MPa	RESIST TRACCIÓN MPa	ALARGAM. EN 200 mm %		
		C (%)	Mn (%)	Si (%)	P (%)	S (%)	Cr (%)	Ni (%)	Mo (%)	Cu (%)	Sn (%)	Al (%)	V (%)	Ti (%)	Mo (%)				B (ppm)	N (ppm)
3" X 3" x 1/4" x 8M	800003855	0.17	0.79	0.20	0.012	0.019	0.12	0.09	0.40	0.022	0.004	0.012	0.001	0.001	0.001	2	92	377.0	517.0	32.7
3" X 3" x 1/4" x 8M	800006303	0.18	0.78	0.24	0.013	0.023	0.14	0.11	0.34	0.021	0.002	0.013	0.001	0.002	2	141	380.0	522.0	32.3	

(*) Análisis en la Cuchara.

DIMENSIÓN NOMINAL	N° DE COLADA	PESOMÉTRICO	
		kg/m	%
3" X 3" x 1/4" x 8M	800003855	7.372	
3" X 3" x 1/4" x 8M	800006303	7.416	

/ GUJA: 08-0T092-0037951
DESPECHO N°

LIMA, 22/09/2022



CORPORACIÓN ACEROS AREQUIPA S.A.
 Ing. Ricardo González Lara. CIP 57087
 SUPERINTENDENTE DE METALURGIA

CÓDIGO: GCOM02-EM 1 - VERSION: 02

Página 1 de 1

Fuente: ACEROS AREQUIPA, 2022

CERTIFICADO DE CALIDAD DE SOLDADURA



INDURA S.A.
Chile Casa Matriz.
Las Américas 585 Cerrillos Santiago Casilla 13850 – Correo 21 Código Postal 9230117 Chile
Teléfonos: 600 600 3030 / 56-02 3000
Fax: 56-02 530 3333

Certificado de Conformidad

Datos del Producto

Nº Certificado	: 2017083104
Nombre	: INDURA E 6011-P
Diámetro	: 3.2 mm (1/8")
Lote (Hecho en Corea)	: 17B0173
AWS A5.1M:2012 / ASME IIC SFA 5.1	: E 6011

Análisis Químico

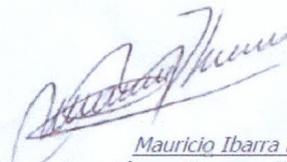
Elemento	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo	V
AWS A5.1M:2012 / ASME IIC SFA 5.1	0.2	1.2	1	N/S	N/S	0.3	0.2	0.3	0.08
INDURA E 6011-P	0.12	0.73	0.41	0.015	0.006	0.007	0.015	0.001	0.008

(*) Valores únicos indicados en la especificación son máximos.
(**) Valores en % en peso.

Propiedades Mecánicas

Nivel de Ensayo	F	Ensayo Filete	OK
Resistencia a la Tracción (MPa).	485.9	Ensayo Soldabilidad	OK
Límite de Fluencia (MPa).	397.2	Ensayo de Doblado Ensayo Soldabilidad	Cara OK
Elongación (%).	32.4		Raíz OK
Reducción de Área (%)	---	Ensayo Radiográfico	OK
Ensayo Impacto (-30°C) J	47.3	Humedad (%)	---

NOTA: Las características del producto indicadas en el presente certificado corresponden a los informados por el proveedor.


 Mauricio Ibarra E.
 Gerente Investigación y Desarrollo

Fuente: INDURA, 2018

CERTIFICADO DE CALIDAD DE CALAMINA TRASLUCIDA TIPO TR4



ARQUITECTURA TRANSPARENTE S.A
CALLE 5 MZ. D LOTE SUB LOTE 4-LAS
VERTIENTES DE TABLADA DE LURIN
VILLA EL SALVADOR
LIMA
RUC NUM 20416442909
PERU

14 de Febrero de 2019

the above

CERTIFICADO DE CALIDAD

Invoice No.	Profile Code	Product description
SI-022809	P1925LSA10	Calaminon curvo 1.00 x 1075 policarbonato soft difusser = 11.80
SI-022809	P1926LSA10	Calaminon GL 1.00 x 1040 policarbonato soft difusser = 11.80

Esto es para certificar que la lámina corrugada de policarbonato Marlon CS anterior se fabrica en Brett Martin Limited, Mallusk Northern Ireland según las especificaciones detalladas en la literatura de Brett Martin y donde sea aplicable a las normas ISO, BSI y DIN relevantes.

Estos productos se fabrican bajo un Sistema de Calidad que cumple con los requisitos de BSEN ISO9001: 2008

El sistema de calidad e inspección de Brett Martin Limited está totalmente certificado para esta norma. (certificado No. Q09125) y sujeto a una evaluación continua por parte de la British Standards Institution para garantizar que se mantiene el estándar.

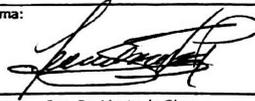
Colin Green
Gerente de Calidad

24 Roughfort Road
Mallusk, Co Antrim
BT36 4RB
United Kingdom
Tel: +44 (0) 28 9084 9999
Fax: +44 (0) 28 9083 6666
Email: mail@brettmartin.com
www.brettmartin.com
Registered No: NI 8627

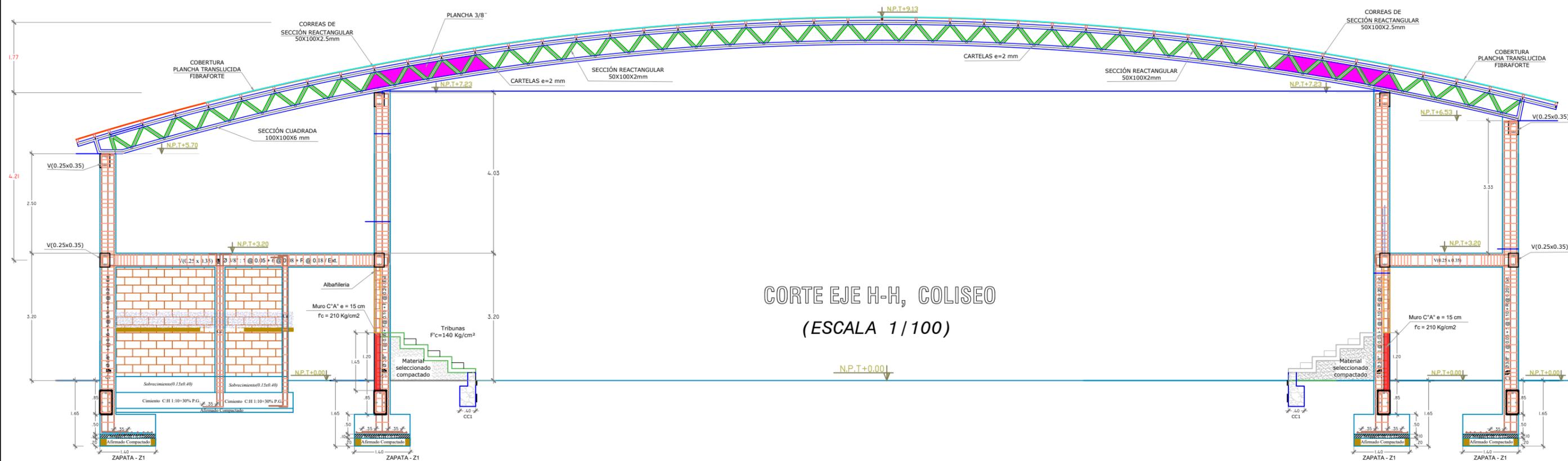
Fuente: ARQUITECTURA TRANSPARENTE S.A., 2019

PRUEBAS DE TINTES PENETRANTES

 REGISTRO CONTROL DE CALIDAD		Revisión:	5
JUVASA E.I.R.L. PRUEBA DE TINTA PENETRANTE		Fecha:	15/10/21
		Página:	5 de 5
NOMBRE DEL PROYECTO: "CONSTRUCCION DE ESPACIO DEPORTIVO CERRADO, EN EL (LA) I.E. SAN MARCELINO CHAMPAGN CAJAMARCA, DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA CAJAMARCA, DEPARTAMENTO CAJAMARCA "		N° CORRELATIVO: 05	
PLANO REF.: ES.2-A1, ES.3-A1, ES.4-A1, ES.TE-A1 Y ES.DT-A1		FECHA: 15/10/2021	
DATOS DE PIEZA			
DESCRIPCION DE LA PIEZA		BRIDA INFERIOR Y SUPERIOR	
DIMENSIONES	TUBO 10cm X 10cm X 6.0mm	CODIGO DE PARTE	ARCO METÁLICO
TIPO DE MATERIAL	PERFILES DE ACERO ASTM A500		
ACABADO SUPERFICIAL			
ZONA INSPECCIONADA	PLATAFORMA MINICOLISEO COLEGIO CHAMPAGNAT		
INFORMACION SOBRE LA INSPECCION			
PROCEDIMIENTO	INSPECCION POR TINTA PENETRANTE	REVISION	2021
		NORMA	ASTM E-165
METODO DE INSPECCION			
DISTANCIA MAX. AL SITIO	10 - 30 cm.	ANGULO APROX. DE LA SUPERFICIE	30° - 60°
PARAMETROS DE INSPECCION			
	TIEMPO	LIMPIEZA	PENETRACION
	(min.)	5	10
		LIMPIEZA REMOVEDOR	REVELADO
		5	10
		LIMPIEZA FINAL	5
EQUIPO UTILIZADO			
FUENTE DE ILUMINACION	<input checked="" type="checkbox"/>	TIPO	LUZ SOLAR
HERRAMIENTAS DE MEDICION			
LINEAL	<input checked="" type="checkbox"/>	TIPO	REGLA METALICA
CALIBRADORES	<input type="checkbox"/>	TIPO	
EQUIPO FOTOGRAFICO	<input checked="" type="checkbox"/>	MARCA	XIAOMI
MATERIALES			
REMOVEDOR	NONDESTRUCTIVE TESTING MATERIAL	MARCA	SIUCONI COMMERCIAL D
PENETRANT	PENETRANTE	MARCA	SIUCONI COMMERCIAL D
REVELADOR	DEVELADOR	MARCA	SIUCONI COMMERCIAL D
SOLVENTE	THINNER	MARCA	
OTROS	Trapo industria y escobilla para metal		
OBSERVACIONES			
		CRITERIO DE ACEPTACIÓN	
ACEPTADO	RECHAZADO	El procedimiento de prueba de tintes penetrantes ha pasado correctamente	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
ELABORADO POR:		REVISADO POR:	
Cargo: Ing. Control de Calidad		Cargo: Ing. Residente de Obra	
Nombre: ING. RONNY JEFFER CARLOS SÁENZ		Nombre: ING. CARLOS ALBERTO SALAS DIAZ	
Fecha: 15/10/2021		Fecha: 15/10/2021	
APROBADO POR:			
Cargo: Supervisor de Obra			
Nombre: ING. ALAN JOHN MEDRANO VALLE			
Fecha: 15/10/2021			

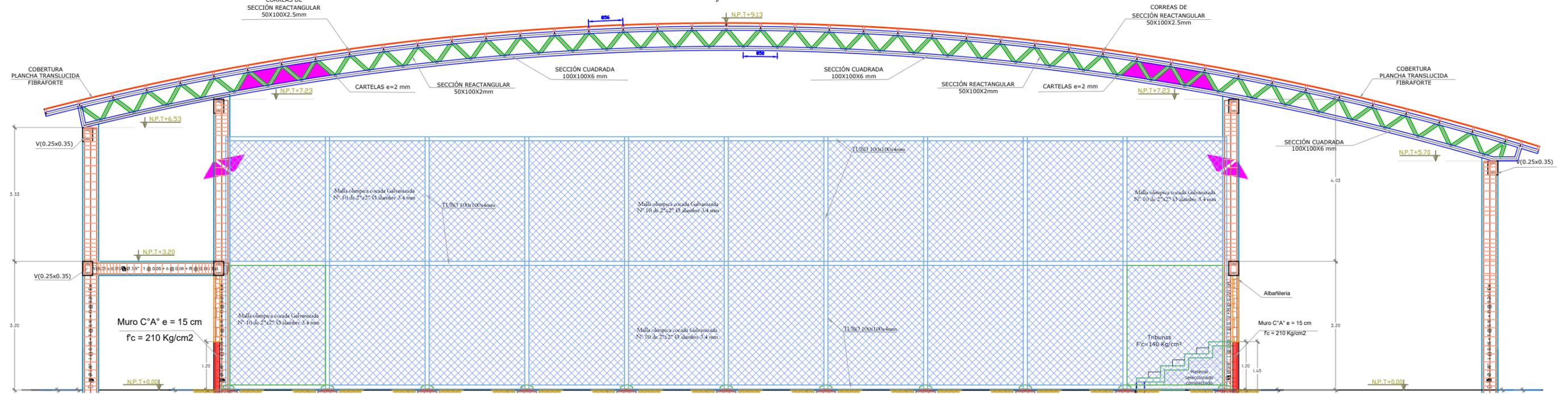
REGISTRO CONTROL DE CALIDAD		Revisión: 8
PRUEBA DE TINTA PENETRANTE		Fecha: 20/09/21
		Página: 8 de 8
NOMBRE DEL PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE CULTIVO DE PAPA EN EL SECTOR MICHICUILLAY, DE LA COMUNIDAD CAMPESINA MICHICUILLAY, DISTRITO DE LA ENCAÑADA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"		N° CORRELATIVO: 08
PLANO REF.: E-03, E-04, E-05 y E-06		FECHA: 14/09/2021
DATOS DE PIEZA		
DESCRIPCION DE LA PIEZA	PLANCHA DE APOYO Y CARTELAS	
DIMENSIONES	PLANCHA DE APOYO E=1/2" - CARTELAS E=3/8"	CODIGO DE PARTE TIJERALES
TIPO DE MATERIAL	PLANCHA DE ACERO ASTM A36	
ACABADO SUPERFICIAL		
ZONA INSPECCIONADA	TALLER CONSORCIO PRODUCTIVO TIERRA MADRE	
INFORMACION SOBRE LA INSPECCION		
PROCEDIMIENTO	INSPECCION POR TINTA PENETRANTE	REVISION 2021 NORMA ASTM E-165
METODO DE INSPECCION		
DISTANCIA MAX. AL SITIO	10 - 20 cm.	ANGULO APROX. DE LA SUPERFICIE 30° - 60°
PARAMETROS DE INSPECCION		
TIEMPO (min.)	LIMPIEZA 5	PENETRACION 10
	LIMPIEZA REMOVEDOR 5	REVELADO 10
		LIMPIEZA FINAL 5
EQUIPO UTILIZADO		
FUENTE DE ILUMINACION	<input checked="" type="checkbox"/>	TIPO LUZ SOLAR
HERRAMIENTAS DE MEDICION		
LINEAL	<input checked="" type="checkbox"/>	TIPO REGLA METALICA
CALIBRADORES	<input type="checkbox"/>	TIPO
EQUIPO FOTOGRAFICO	<input checked="" type="checkbox"/>	MARCA XIAOMI
MATERIALES		
PENETRANTE	PENETRANT (P101S-A)	MARCA CANTESCO (CANTESCO)
REMOVEDOR	NONDESTRUCTIVE TESTING MATERIAL (C101-A)	MARCA CANTESCO (CANTESCO)
REVELADOR	DEVELADOR (D101-A)	MARCA CANTESCO (CANTESCO)
SOLVENTE	THINNER	MARCA
OTROS		
OBSERVACIONES		
ACEPTADO <input checked="" type="checkbox"/> RECHAZADO <input type="checkbox"/>		CRITERIO DE ACEPTACIÓN
ELABORADO POR:		
Firma:	Firma:	Firma:
		
Cargo: Ing. Control de Calidad	Cargo: Ing. Residente de Obra	Cargo: Supervisor de Obra
Nombre: Christian Mendoza Trigoso	Nombre: Leoncio Sánchez Pérez	Nombre: Humberto Rafael Ramirez
Fecha: 20/09/2021	Fecha: 20/09/2021	Fecha: 20/09/2021

PLANOS

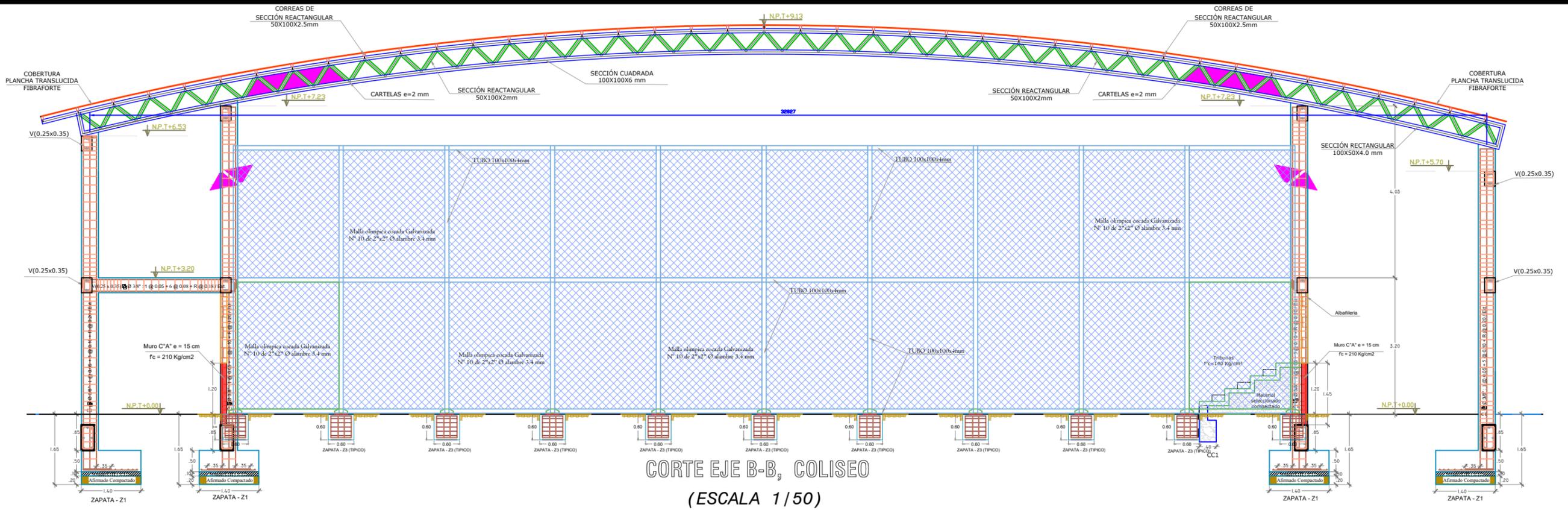


CORTE EJE H-H, COLISEO
(ESCALA 1/100)

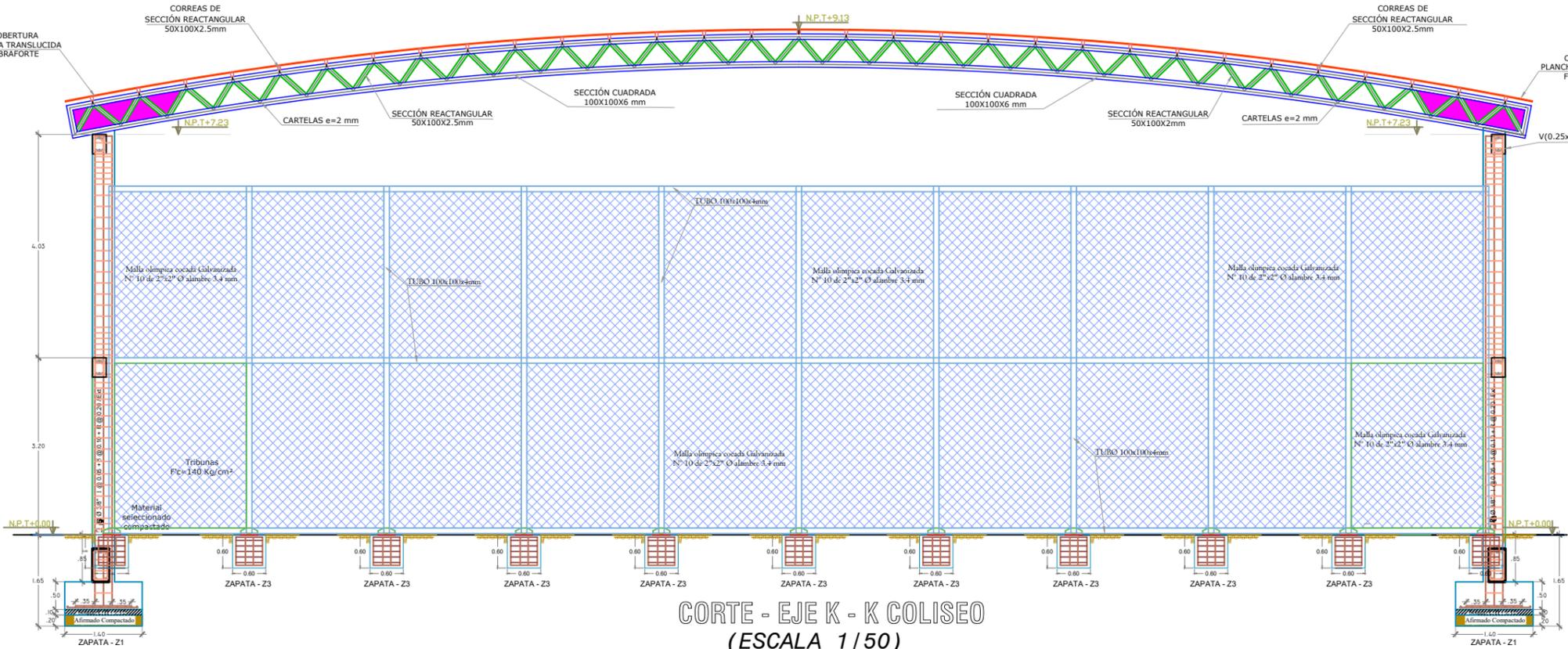
	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA	
	PROYECTO : "CONSTRUCCION DE ESPACIO DEPORTIVO CERRADO, EN EL (LA) I.E. SAN MARCELINO CHAMPAGNAT - CAJAMARCA, DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA CAJAMARCA, DEPARTAMENTO CAJAMARCA"	
PLANO : ESTRUCTURAS CORTES - COLISEO	LAMINA Nº : E-01	
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA	UBICACION : DISTRITO : CAJAMARCA PROVINCIA : CAJAMARCA DEPARTAMENTO : CAJAMARCA	ESCALA : INDICADA FECHA : Diciembre - 2020



	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA	
	PROYECTO: CONSTRUCCION DE ESPACIO DEPORTIVO CERRADO, EN EL (L.A) I.E. SAN MARCELINO CHAMPAGNAT - CAJAMARCA, DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA CAJAMARCA, DEPARTAMENTO CAJAMARCA	
	PLANO: ESTRUCTURAS CORTES - COLISEO	
	UBICACION: CAJAMARCA DISTRITO: CAJAMARCA DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	ESCALA: INDICADA FECHA: Diciembre - 2020
E- 02		

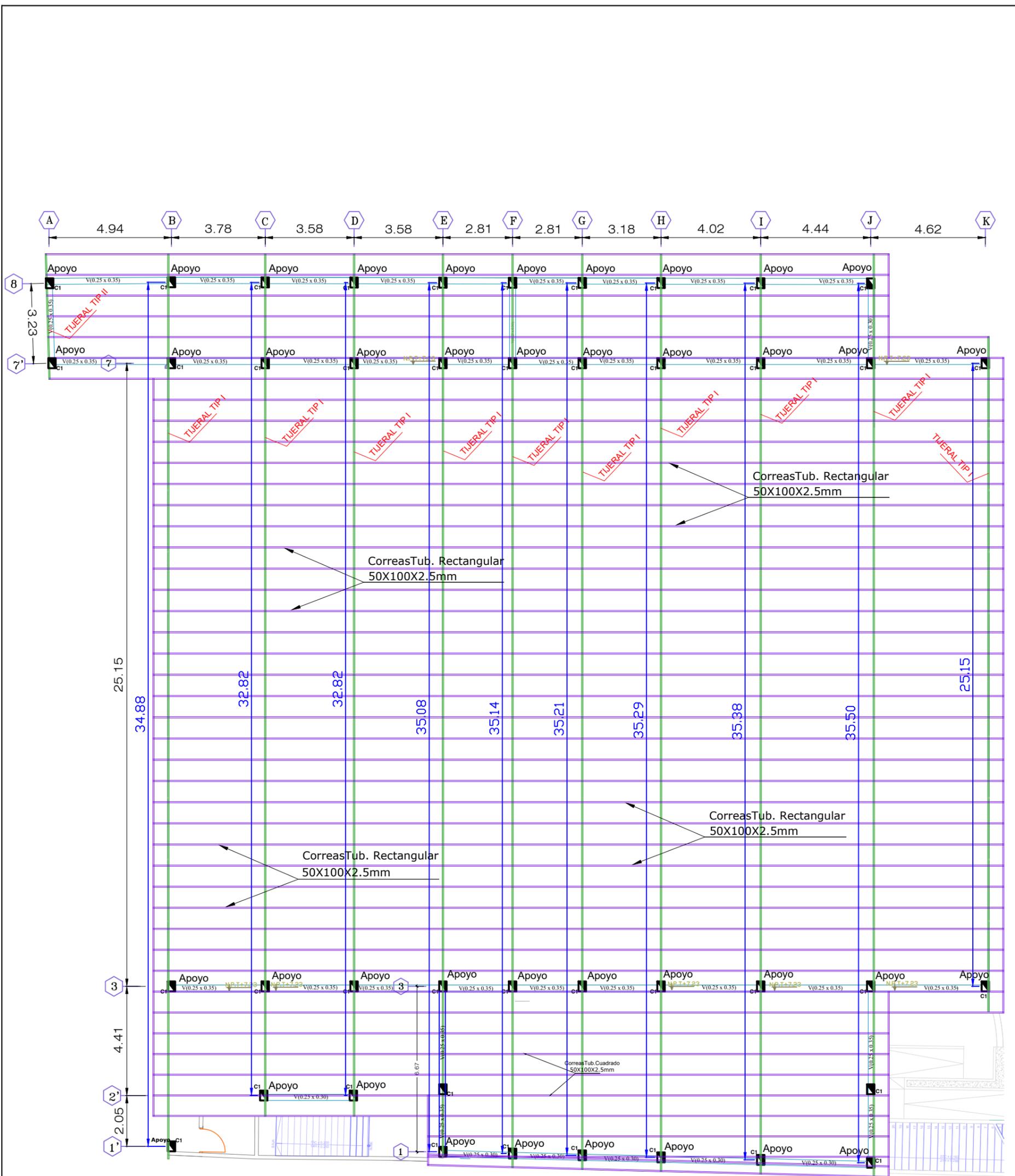


CORTE EJE B-B, COLISEO
(ESCALA 1/50)



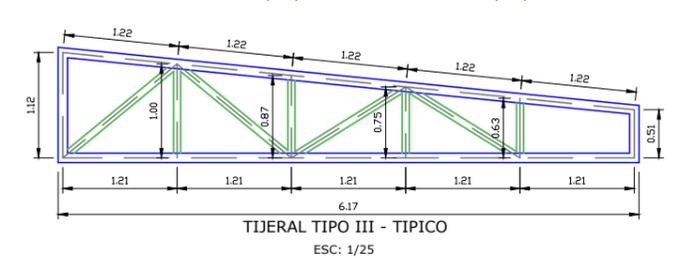
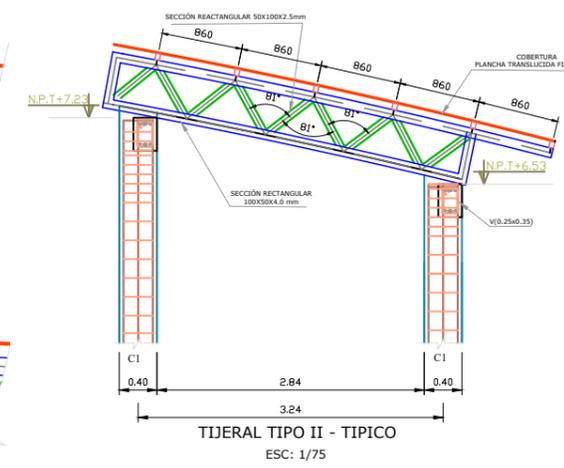
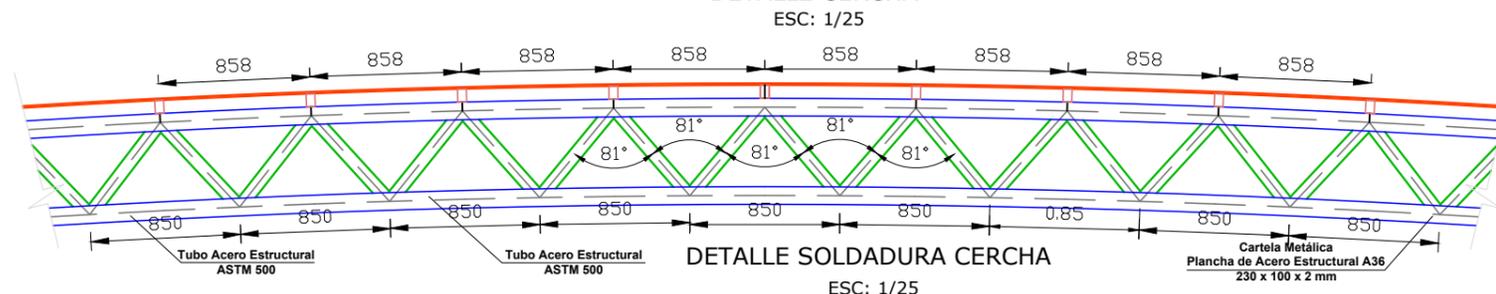
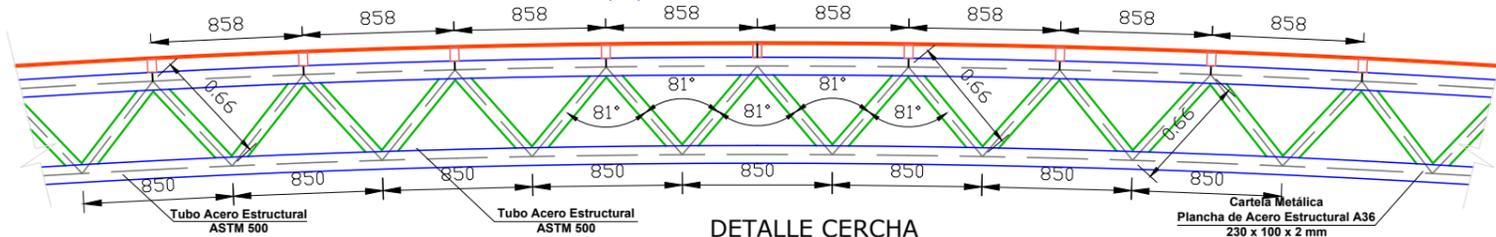
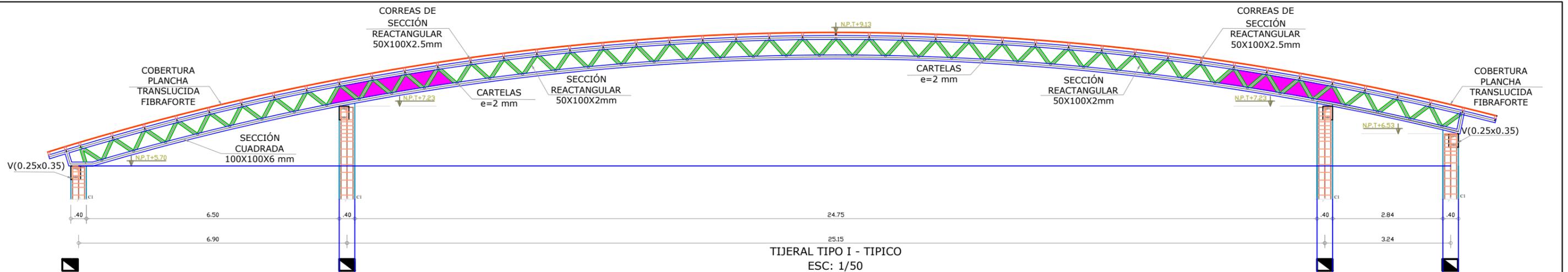
CORTE - EJE K - K COLISEO
(ESCALA 1/50)

	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA		
	PROYECTO : "CONSTRUCCION DE ESPACIO DEPORTIVO CERRADO, EN EL (LA) I.E. SAN MARCELINO CHAMPAGNAT - CAJAMARCA, DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA CAJAMARCA, DEPARTAMENTO CAJAMARCA"		
PLANO : ESTRUCTURAS CORTES - COLISEO		LAMINA N° :	
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA	UBICACION : CAJAMARCA	ESCALA : INDICADA	E- 03
	DISTRITO : CAJAMARCA	C. A. D. :	
	DEPARTAMENTO : CAJAMARCA	FECHA : Diciembre - 2020	

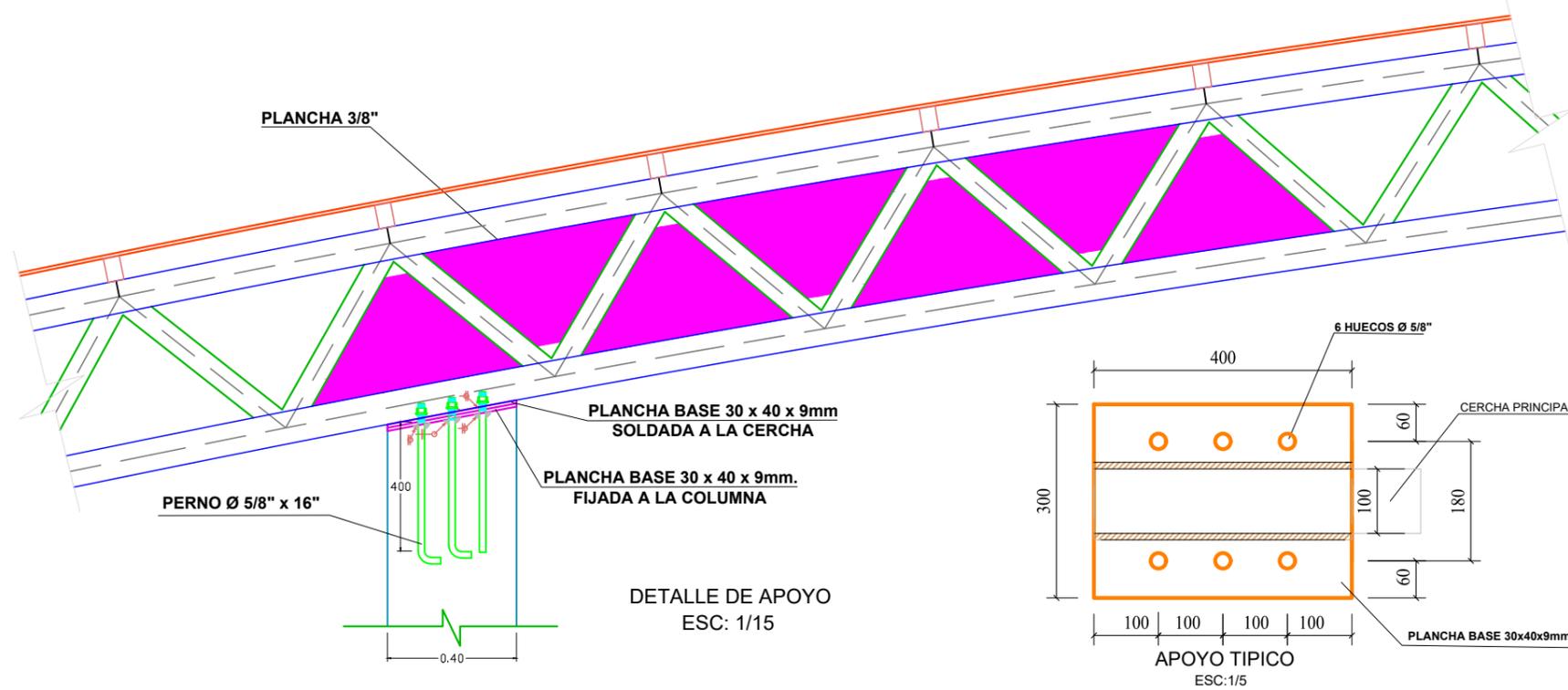


ARMADO TECHO COLISEO
(ESCALA 1/150)

		MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA	
		PROYECTO : CONSTRUCCION DE ESPACIO DEPORTIVO CERRADO, EN EL (LA) I.E. SAN MARCELINO CHAMPAGNAT - CAJAMARCA, DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA CAJAMARCA, DEPARTAMENTO CAJAMARCA *	
PLANO : ESTRUCTURAS TECHOS - COLISEO		LAMINA N° :	
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA		UBICACION : CAJAMARCA PROVINCIA : CAJAMARCA DEPARTAMENTO : CAJAMARCA	ESCALA : INDICADA C. A. D. : FECHA : Diciembre - 2020
			E-04

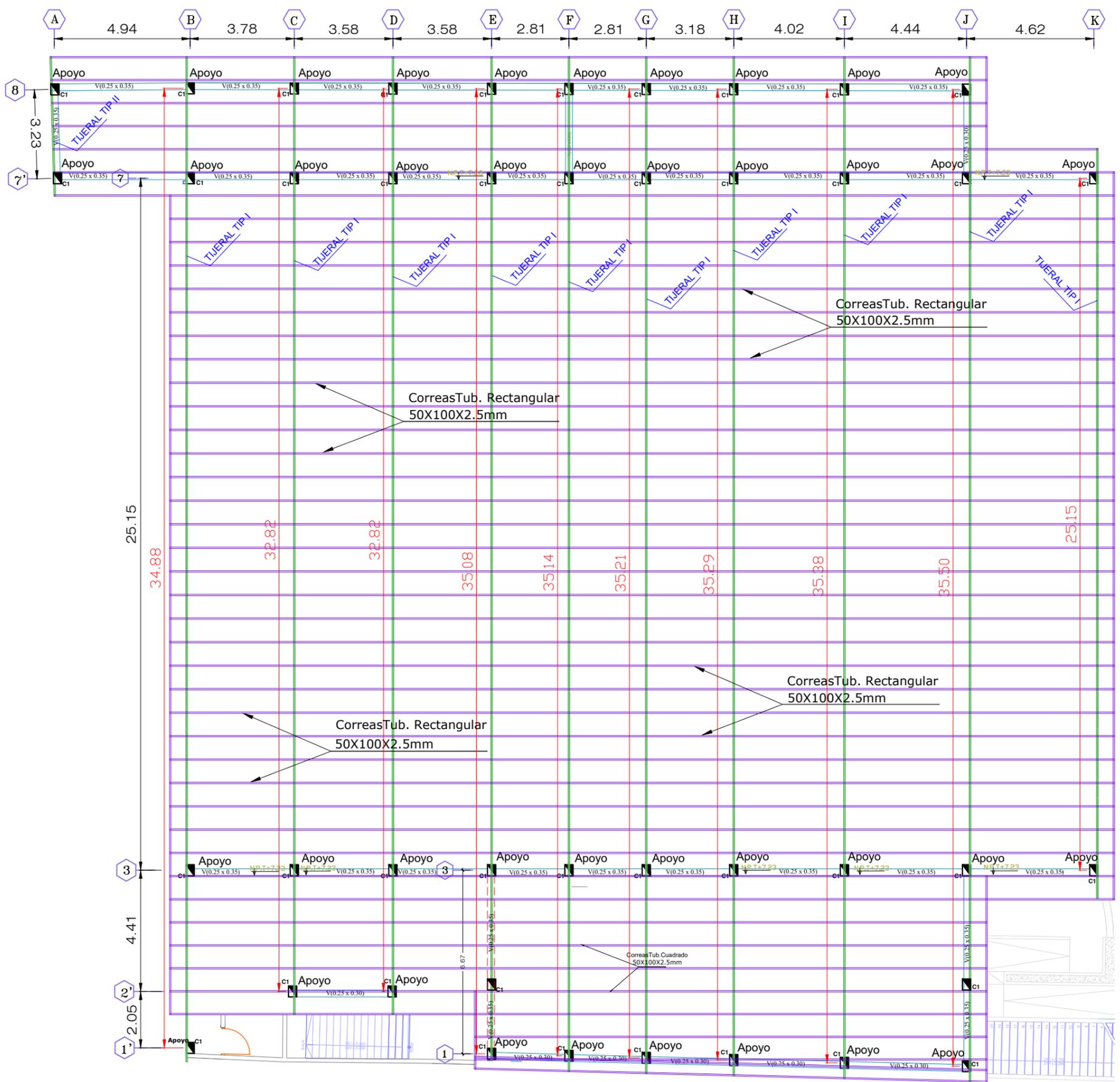


ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Características de los Materiales metálicos	
Acero Estructural	
-Peso unitario	Y= 7849.0 Kg/cm ³
-Módulo de elasticidad	E= 2038901.9 Kg/cm ²
-Relación de Poisson	u=0.3
-Módulo de corte	G= 8x10 ⁵ Kg/cm ²
-Acero A36	
*Esfuerzo de fluencia	fy= 3234.12 Kg/cm ²
*Resistencia a la Fractura	fu= 4077.804 Kg/cm ²
Soldadura de Arco Protegido	
*Resistencia a la Fractura E7018	fu= 4900 Kg/cm ²



ESPECIFICACIONES DE ANÁLISIS Y DISEÑO DE MODULOS AUDITORIO		
NORMA TÉCNICA DE CARGAS	: E - 020	NORMA TÉCNICA DE CONCRETO ARMADO E - 060
NORMA TÉCNICA DE DISEÑO SISMORRESISTENTE	: E - 030	REQUISITOS GENERALES PARA ANÁLISIS Y DISEÑO
NORMA TÉCNICA DE CONCRETO ARMADO - COMENTARIOS	: E - 060	Módulo de Elasticidad del Concreto : 2.0 x 10 ⁴ Tn / m ²
NORMA TÉCNICA DE ALBAÑILERÍA	: E - 070	Módulo de Elasticidad del Acero : 2.0 x 10 ⁵ Kg / cm ²
NORMA TÉCNICA ESTRUCTURA METALICA	: E - 090	Módulo de Elasticidad de la Albañilería : 12500.0 Kg / cm ²
NORMA TÉCNICA DE DISEÑO SISMORRESISTENTE E - 030		REQUISITOS GENERALES DE RESISTENCIA Y SERVICIO
PARÁMETROS DE SITIO :	REQUISITOS GENERALES :	RESISTENCIA REQUERIDA :
Zonificación Sísmica : Zona 3	Categoría : C	U = 1.4 CM ± 1.7 CV
Factor de Zona : Z = 0.35	Factor de Uso : U = 1.0	U = 1.25 (CM + CV) ± CS
CONDICIONES LOCALES :	SISTEMA ESTRUCTURAL	U = 0.9 CM ± CS
Perfil del Suelo : Tipo S ₁ (Suelo Rígido)	Sistema Estructural : Dual	RESISTENCIA REQUERIDA CERCHA DE ACERO :
Factor de Amplificación del Suelo : S = 1.00	Coefficiente de Reducción : R = 7	U = 1.2 CM ± 1.6 CV ± 0.8 SR
Periodo : Tp = 0.4 ; TL = 2.5	Configuración Estructural : Regular	U = 1.2 CM ± 1.6 CV ± 0.8 Viento
	DISTORSIÓN MÁXIMA DE ENTREPISO	U = 1.2 CM ± 0.8 CV ± 1.3 Viento
	Distorsión Máxima Concreto : 0.7 %	U = 0.9 CM ± 1.3 Viento
	Distorsión Máxima Acero : 1.0 %	
ANÁLISIS DE EDIFICIO :		CERCHAS DE ACERO A36 :
Procedimiento Análisis : Análisis por Combinación Modal Espectral		Carga de Viento : 71.56 Km/hora
Criterio de Superposición : Combinación Cuadrática Completa (CQC)		Cobertura Sobre Techo Tijerales : 8.05 Kg / m ²
		Barlovento (Presión) : Cp = + 0.80
		Sotavento (Succión) : Cp = - 0.50
		R carga de Granizo : 5 Kg / m ²

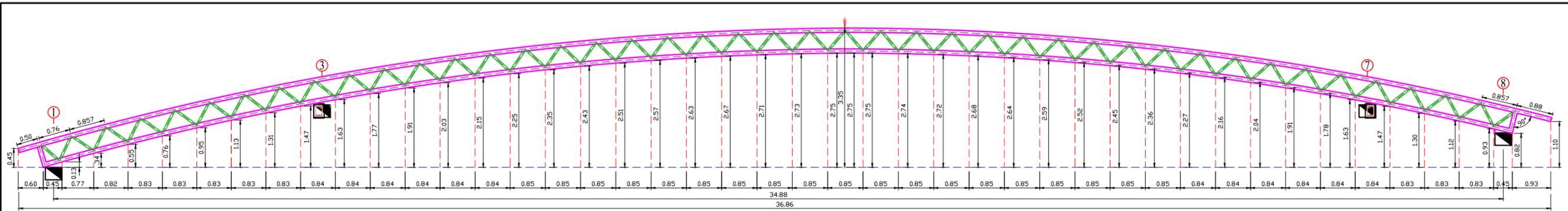
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA	
PROYECTO : CONSTRUCCION DE ESPACIO DEPORTIVO CERRADO, EN EL (LA) E. SAN MARCELINO CHAMPAGNAT - CAJAMARCA, DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA CAJAMARCA, DEPARTAMENTO CAJAMARCA *	
PLANO : ESTRUCTURAS TECHOS - COLISEO	LAMINA N° :
UBICACION : CAJAMARCA	ESCALA : C. A. D. :
DISTRITO : CAJAMARCA	INDICADA :
PROVINCIA : CAJAMARCA	FECHA : Diciembre - 2020
DEPARTAMENTO : CAJAMARCA	E-05



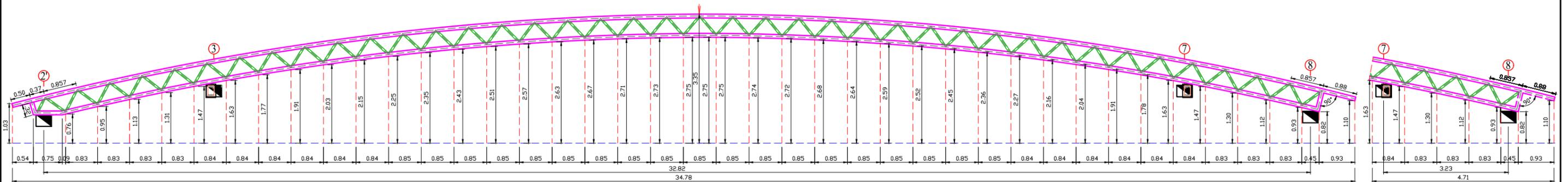
PLANO EN PLANTA TECHO PARABÓLICO
(ESCALA 1/150)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES METÁLICOS	
Acero Estructural	
-Peso unitario	Y= 7850.0 Kg/cm ³
-Módulo de elasticidad	E= 2038901.9 Kg/cm ²
-Relación de Poisson	u=0.3
-Módulo de corte	G= 8x10 ⁸ Kg/cm ²
-Acero A36	
*Esfuerzo de fluencia	f _y = 2530 Kg/cm ²
*Resistencia a la Tracción	f _u = 4080 Kg/cm ²
Soldadura de Arco Protegido	
*Resistencia a la Tracción E7018	f _u = 4920 Kg/cm ²
*Resistencia a la Tracción E6011	f _u = 4220 Kg/cm ²

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA			
PROYECTO : "CONSTRUCCION DE ESPACIO DEPORTIVO CERRADO, EN EL (L.A) I.E. SAN MARCELINO CHAMPAGNAT - CAJAMARCA, DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA CAJAMARCA, DEPARTAMENTO CAJAMARCA"			
PLANO : PLANO EN PLANTA DE UBICACIÓN DE ESTRUCTURAS			LAMINA N° :
UBICACIÓN : CAJAMARCA		ESCALA : INDICADA	DIBUJO : CHRIMENT
PROVINCIA : CAJAMARCA		FECHA : Octubre - 2021	
DEPARTAMENTO : CAJAMARCA		PT-01	

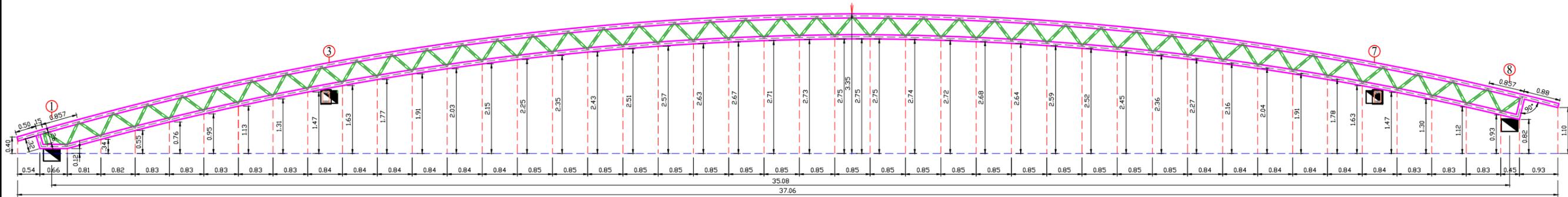


DETALLE DE ARMADO DE ARCO METÁLICO EJE B
ESC. 1/100

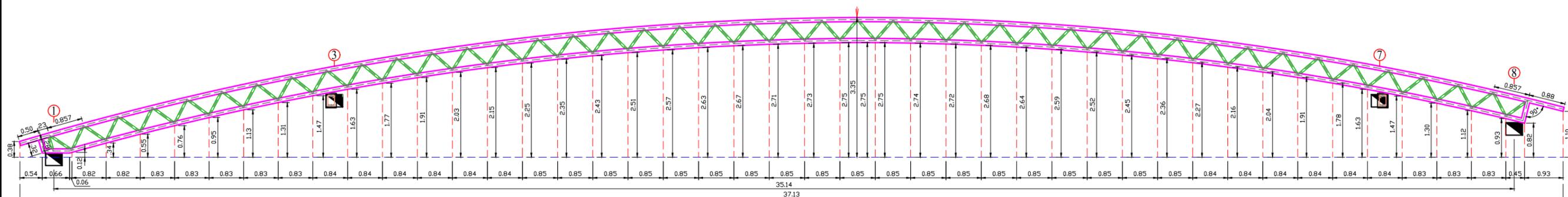


DETALLE DE ARMADO DE ARCO METÁLICO EJE D - C
ESC. 1/100

DETALLE DE ARMADO DE ARCO METÁLICO EJE A
ESC. 1/100



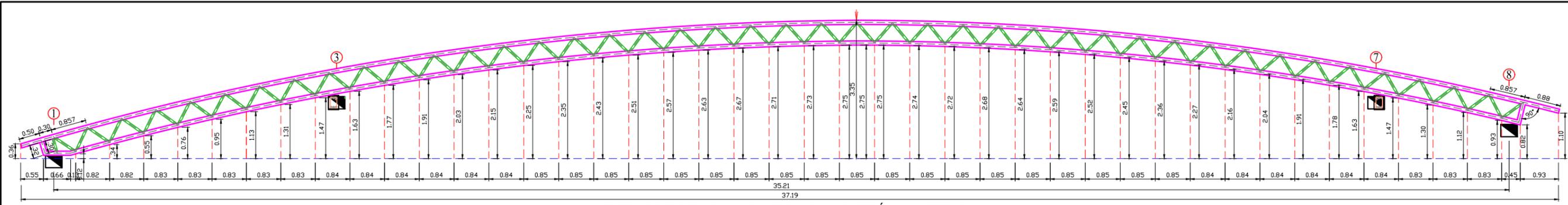
DETALLE DE ARMADO DE ARCO METÁLICO EJE E
ESC. 1/100



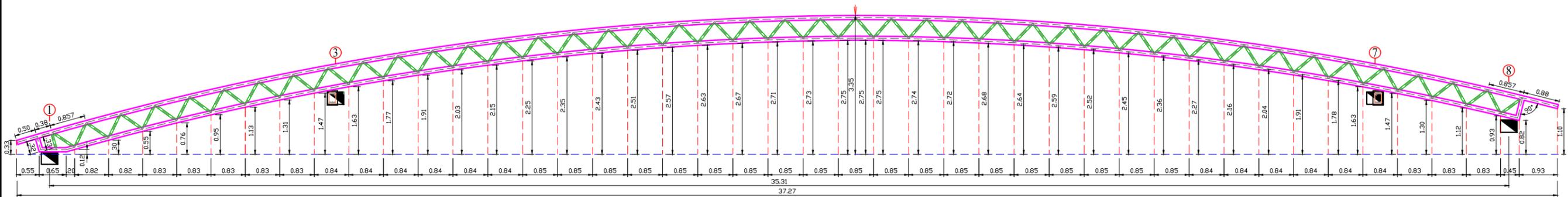
DETALLE DE ARMADO DE ARCO METÁLICO EJE F
ESC. 1/100

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES METÁLICOS	
-Acero Estructural	Y= 7850.0 Kg/cm ³
-Peso unitario	E= 2038901.9 Kg/cm ²
-Módulo de elasticidad	u=0.3
-Relación de Poisson	G= 8x10 ⁵ Kg/cm ²
-Módulo de corte	-Acero A36
-Acero A36	*Esfuerzo de fluencia fy= 2530 Kg/cm ²
	*Resistencia a la Tracción fu= 4080 Kg/cm ²
Soldadura de Arco Protegido	
	*Resistencia a la Tracción E7018 fu= 4920 Kg/cm ²
	*Resistencia a la Tracción E6011 fu= 4220 Kg/cm ²

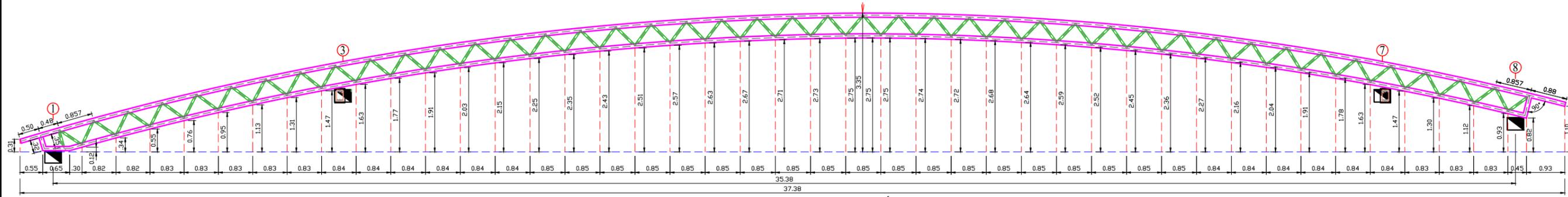
		MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA	
		PROYECTO : "CONSTRUCCION DE ESPACIO DEPORTIVO CERRADO, EN EL (LA) I.E. SAN MARCELINO CHAMPAGNAT - CAJAMARCA, DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA CAJAMARCA, DEPARTAMENTO CAJAMARCA"	
PLANO : PLANO DE TRAZO PARA ARMADO DE TIJERALES		LAMINA N° :	
UBICACIÓN : DISTRITO : CAJAMARCA PROVINCIA : CAJAMARCA DEPARTAMENTO : CAJAMARCA		ESCALA : INDICADA DIBUJO : CHRIMENT FECHA : Octubre - 2021	
		PT-02	



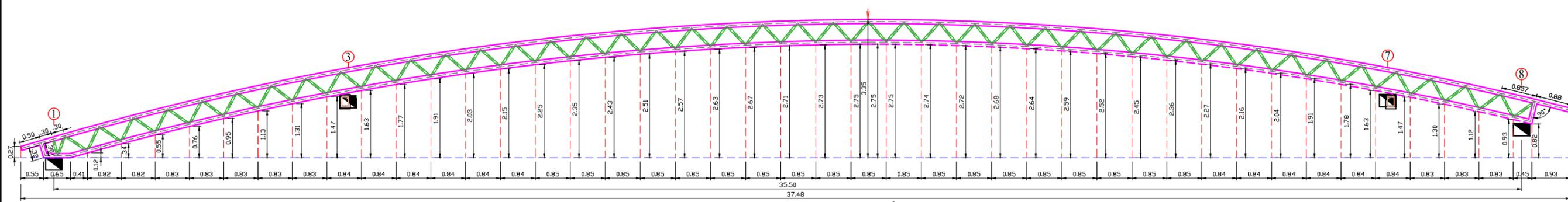
DETALLE DE ARMADO DE ARCO METÁLICO EJE G
ESC. 1/100



DETALLE DE ARMADO DE ARCO METÁLICO EJE H
ESC. 1/100



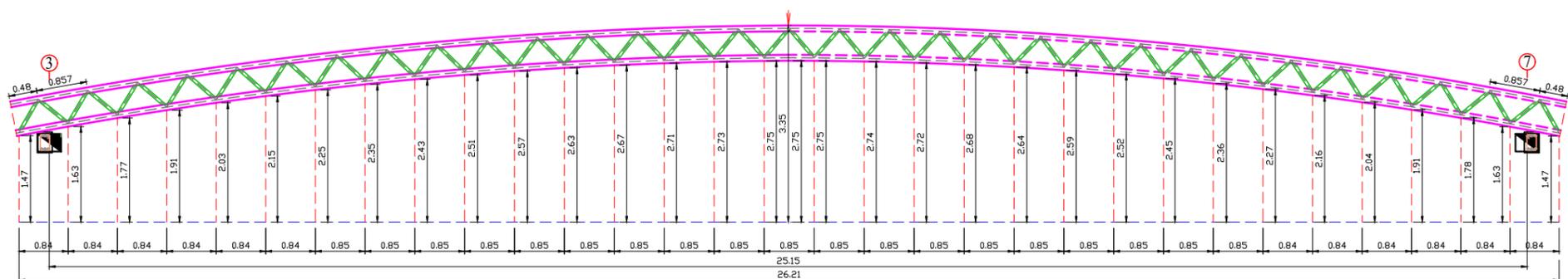
DETALLE DE ARMADO DE ARCO METÁLICO EJE I
ESC. 1/100



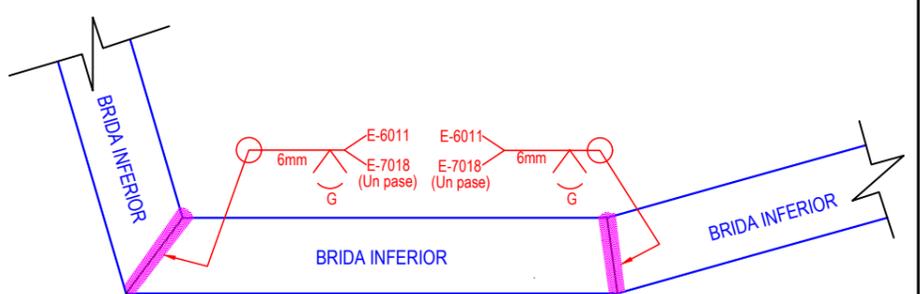
DETALLE DE ARMADO DE ARCO METÁLICO EJE J
ESC. 1/100

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES METÁLICOS	
-Acero Estructural	Y= 7850.0 Kg/cm ³
-Peso unitario	E= 2038901.9 Kg/cm ²
-Módulo de elasticidad	u=0.3
-Relación de Poisson	G= 8x10 ⁵ Kg/cm ²
-Módulo de corte	-Acero A36
-Acero A36	*Esfuerzo de fluencia fy= 2530 Kg/cm ²
	*Resistencia a la Tracción fu= 4080 Kg/cm ²
Soldadura de Arco Protegido	
	*Resistencia a la Tracción E7018 fu= 4920 Kg/cm ²
	*Resistencia a la Tracción E6011 fu= 4220 Kg/cm ²

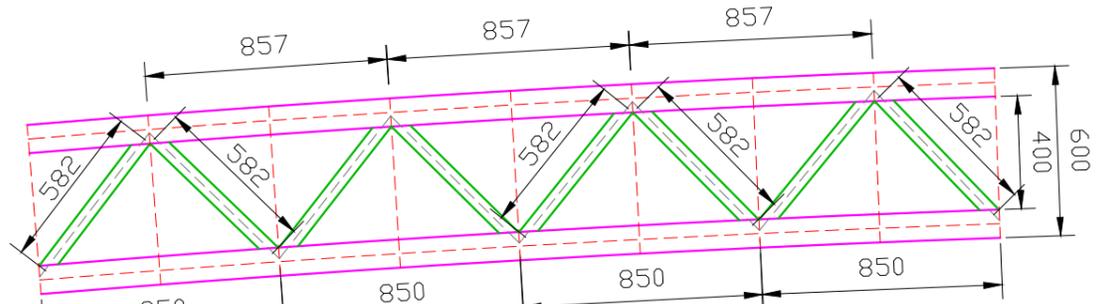
		MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA	
		PROYECTO : "CONSTRUCCION DE ESPACIO DEPORTIVO CERRADO, EN EL (LA) I.E. SAN MARCELINO CHAMPAGNAT - CAJAMARCA, DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA CAJAMARCA, DEPARTAMENTO CAJAMARCA"	
PLANO : PLANO DE TRAZO PARA ARMADO DE TIJERALES		LAMINA N° :	
UBICACIÓN :		ESCALA :	
DISTRITO : CAJAMARCA		DIBUJO :	
PROVINCIA : CAJAMARCA		INDICADA : CHRIMENT	
DEPARTAMENTO : CAJAMARCA		FECHA :	
		Octubre - 2021	
		PT-03	



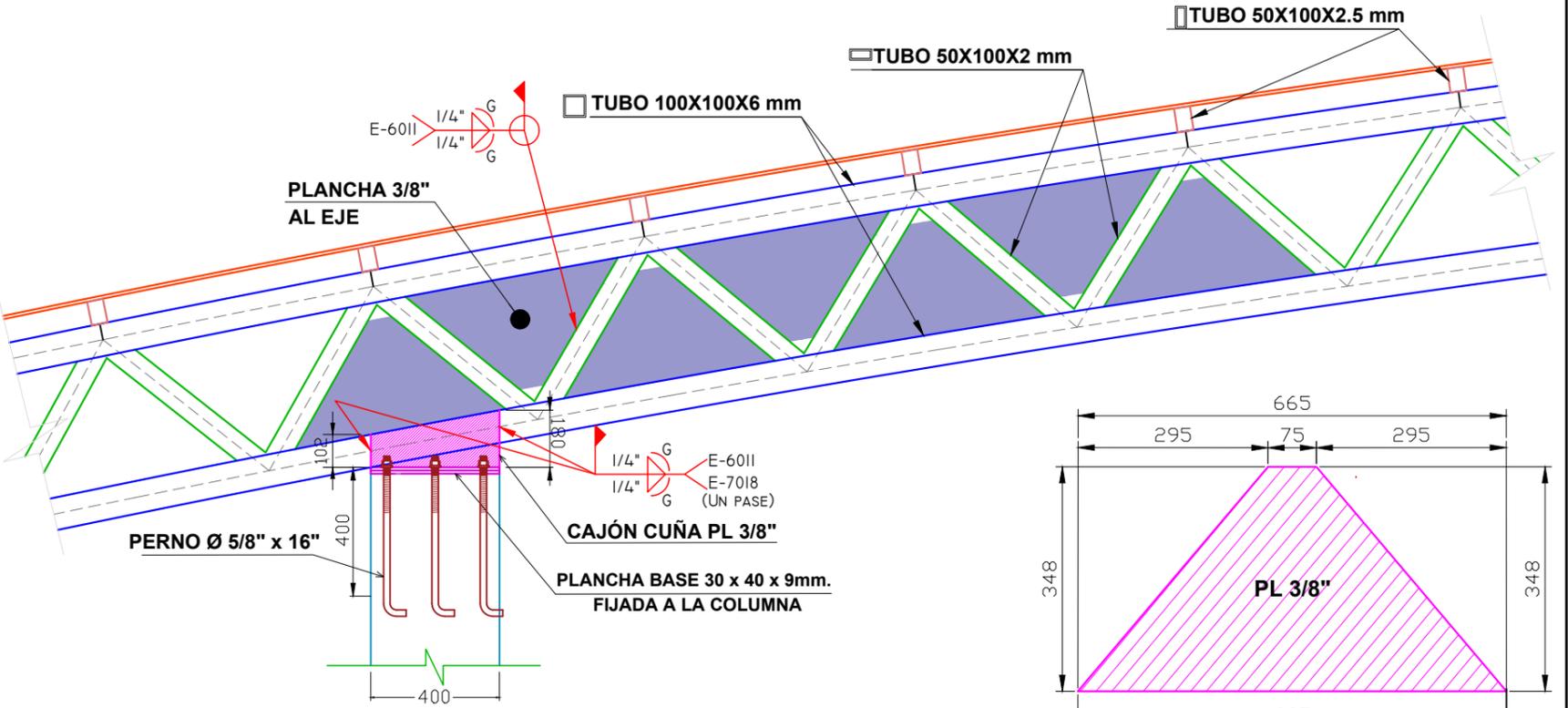
DETALLE DE ARMADO DE ARCO METÁLICO EJE K
ESC. 1/100



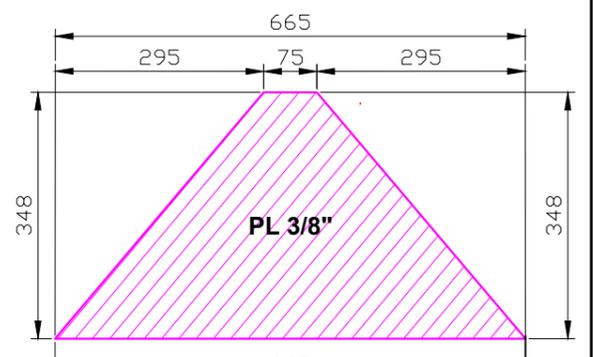
DETALLE DE SOLDADURA BRIDA INFERIOR EJE 1
ESC. S/E



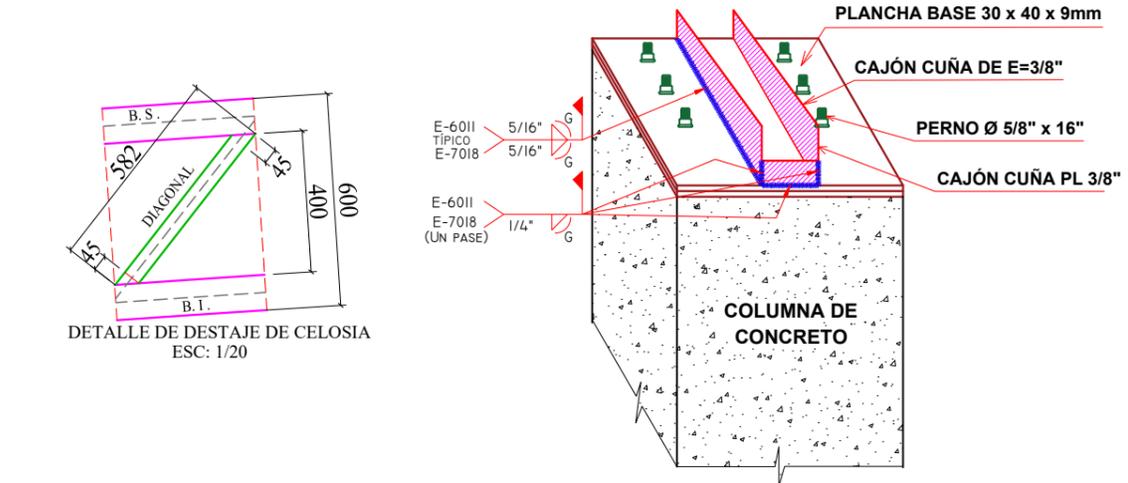
DETALLE DE CELOSÍA DE ARCO METÁLICO
ESC. 1/25



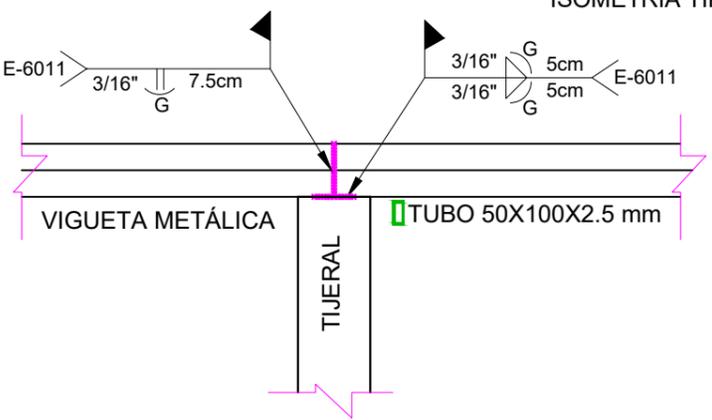
DETALLE TÍPICO DE APOYO
ESC. 1/20



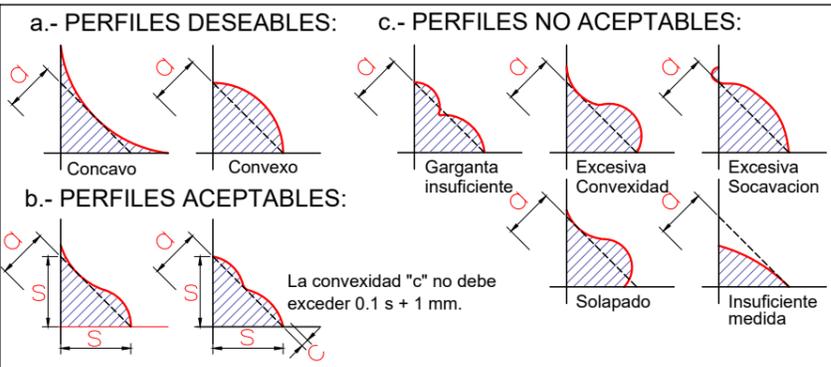
DETALLE DE PLANCHA 3/8"
ESC. 1/10



ISOMETRÍA TÍPICA DE APOYO DE TIJERAL
ESC. 1/25



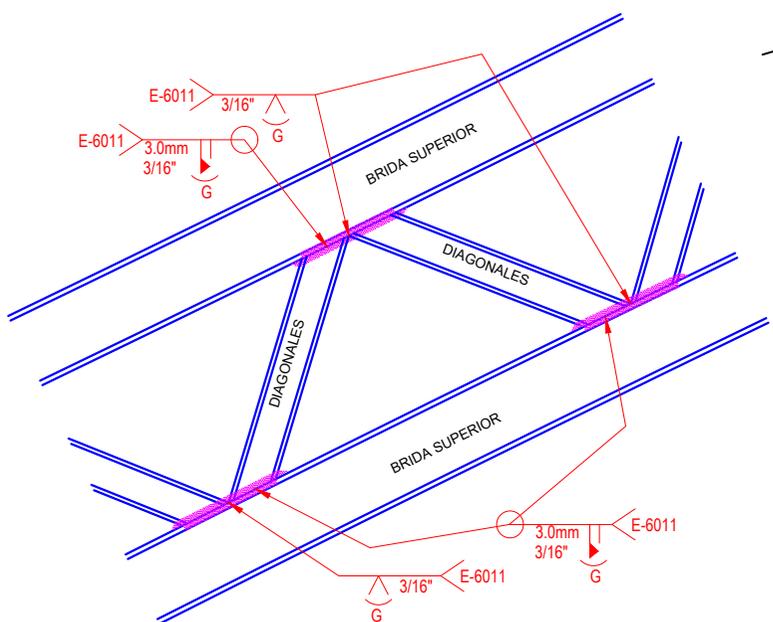
DETALLE DE MONTAJE DE VIGUETAS
Esc: 1/10



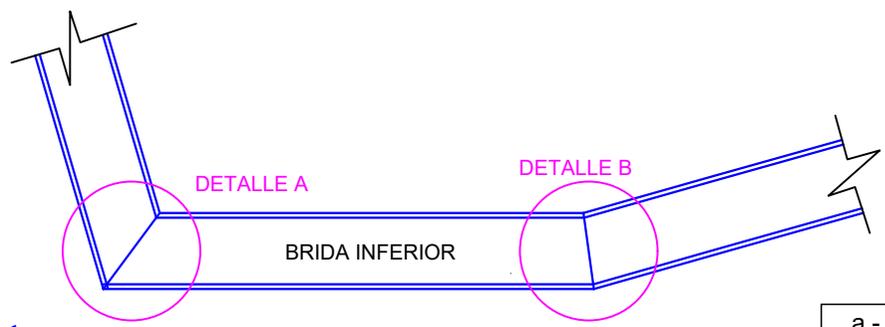
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES METÁLICOS	
Aceros Estructurales	Y = 7850.0 Kg/cm ³
-Peso unitario	E = 2038901.9 Kg/cm ²
-Módulo de elasticidad	u = 0.3
-Relación de Poisson	G = 8x10 ⁵ Kg/cm ²
-Módulo de corte	
-Acero A36	
*Esfuerzo de fluencia	f _y = 2530 Kg/cm ²
*Resistencia a la Tracción	f _u = 4080 Kg/cm ²
Soldadura de Arco Protegido	
*Resistencia a la Tracción E7018	f _u = 4920 Kg/cm ²
*Resistencia a la Tracción E6011	f _u = 4220 Kg/cm ²

	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA	
	PROYECTO : "CONSTRUCCION DE ESPACIO DEPORTIVO CERRADO, EN EL (LA) I.E. SAN MARCELINO CHAMPAGNAT - CAJAMARCA, DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA CAJAMARCA, DEPARTAMENTO CAJAMARCA"	
PLANO : PLANO DE ESTRUCTURACIÓN DE CELOSÍA, APOYOS Y DETALLES		LAMINA N° :
UBICACIÓN : DISTRITO : CAJAMARCA PROVINCIA : CAJAMARCA DEPARTAMENTO : CAJAMARCA	ESCALA : INDICADA FECHA : Octubre - 2021	DIBUJO : CHRIMENT PT-04

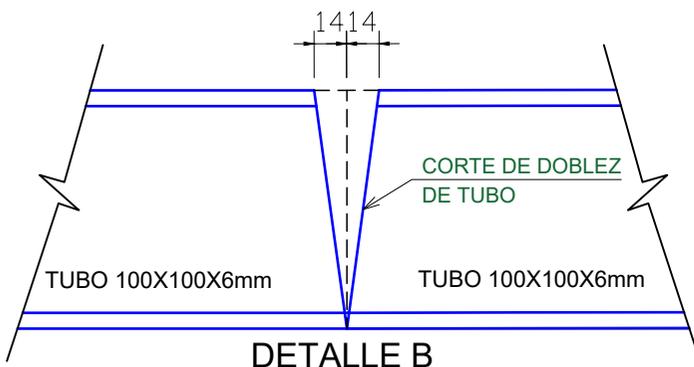
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES METÁLICOS	
Acero Estructural	
-Peso unitario	Y= 7850.0 Kg/cm3
-Módulo de elasticidad	E= 2038901.9 Kg/cm2
-Relación de Poisson	u=0.3
-Módulo de corte	G= 8x10 ⁵ Kg/cm2
-Acero A36	
*Esfuerzo de fluencia	fy= 2530 Kg/cm2
*Resistencia a la Tracción	fu= 4080 Kg/cm2
Soldadura de Arco Protegido	
*Resistencia a la Tracción E7018	fu= 4920 Kg/cm2
*Resistencia a la Tracción E6011	fu= 4220 Kg/cm2



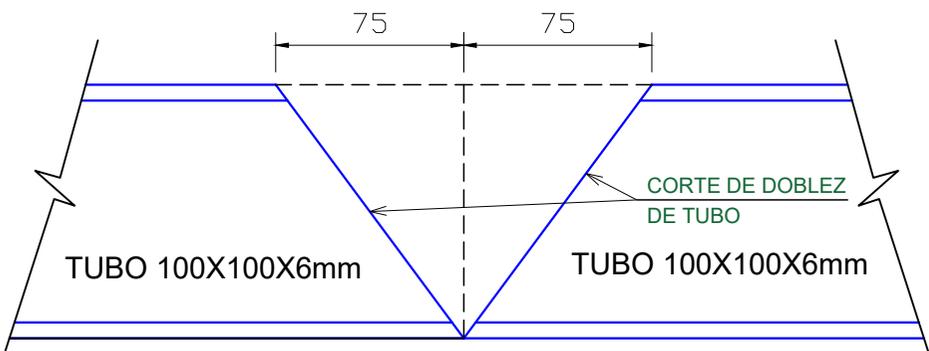
DETALLE DE SOLDADURA DE CELOSÍA DE TIJERAL
ESC. S/E



DETALLE DE DOBLEZ DE BRIDA INFERIOR EN EL EJE 1
ESC. S/E



DETALLE B
ESC. 1/5



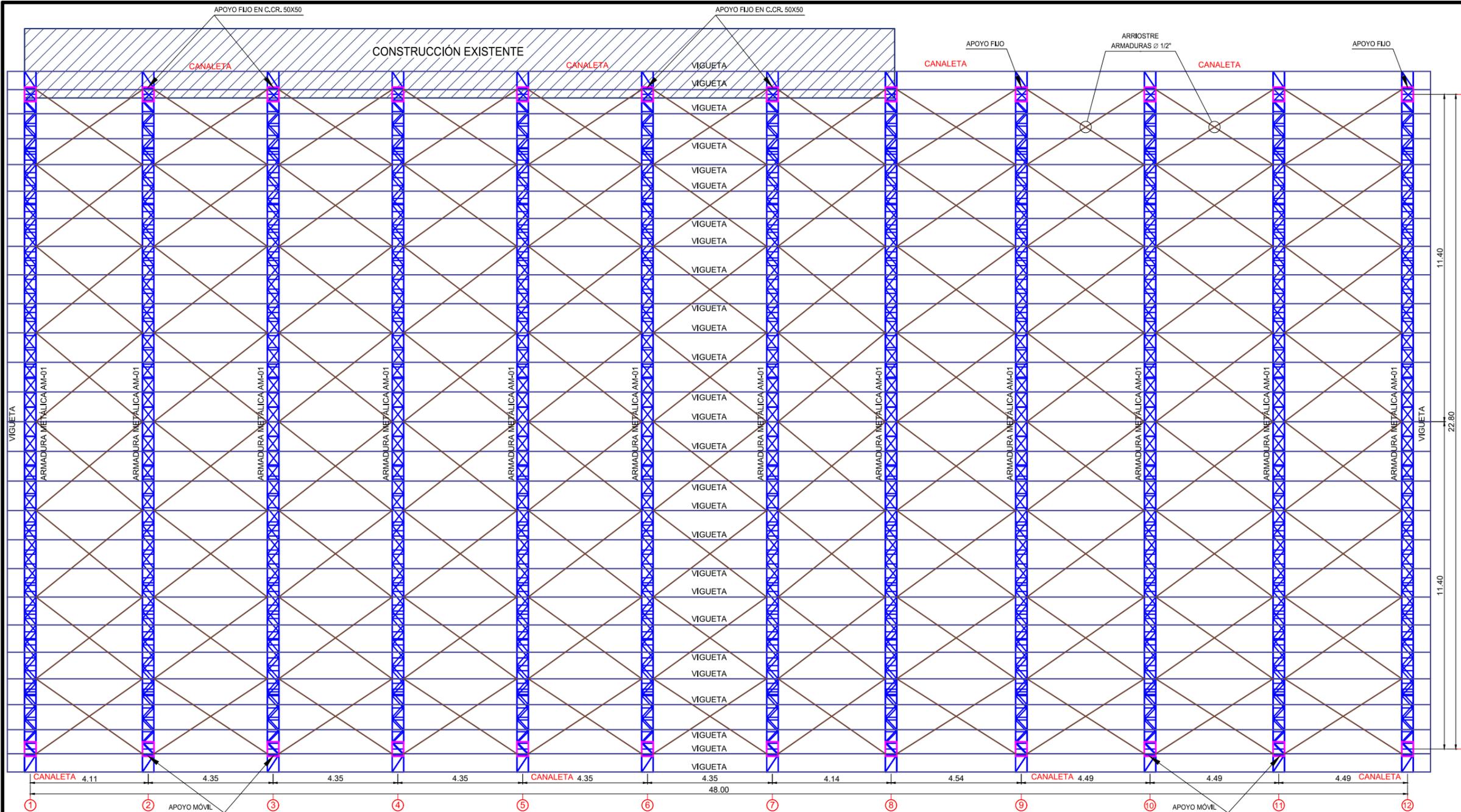
DETALLE A
ESC. 1/5

a.- PERFILES DESEABLES:

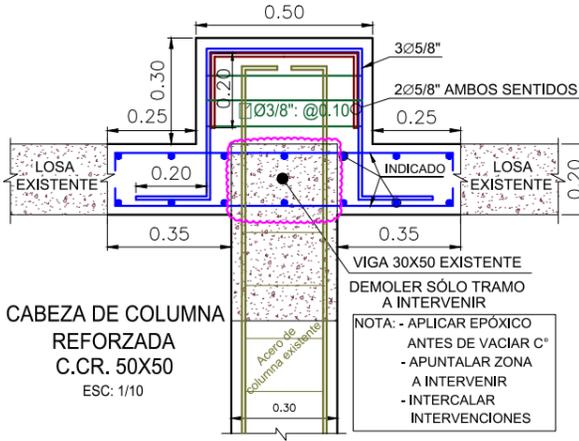
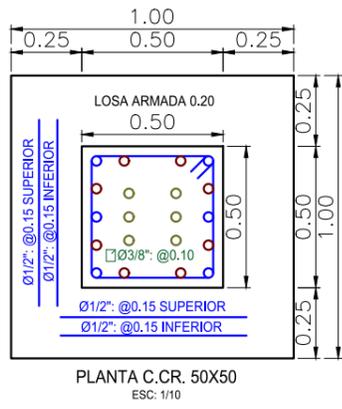
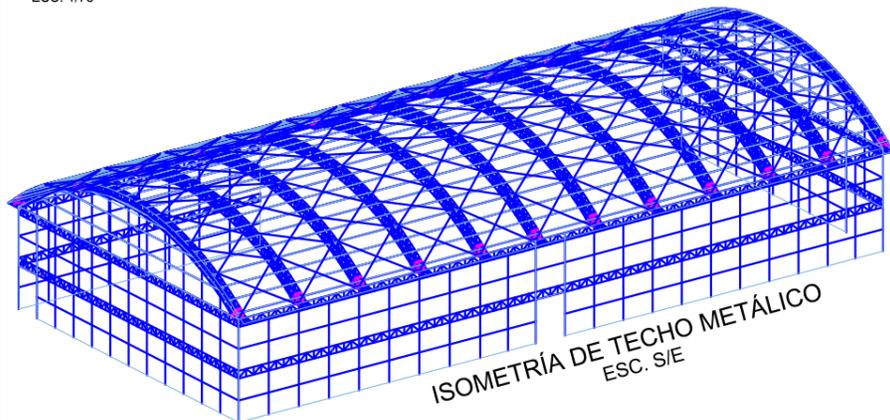
b.- PERFILES ACEPTABLES:

c.- PERFILES NO ACEPTABLES:

	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA	
	PROYECTO : *CONSTRUCCION DE ESPACIO DEPORTIVO CERRADO, EN EL (L.A.) I.E. SAN MARCELINO CHAMPAGNAT - CAJAMARCA, DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA CAJAMARCA, DEPARTAMENTO CAJAMARCA*	
PLANO : PLANO DE DESTAJE Y SOLDADURA	LAMINA Nº :	
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA	UBICACIÓN : CAJAMARCA DISTRITO : CAJAMARCA PROVINCIA : CAJAMARCA DEPARTAMENTO : CAJAMARCA	ESCALA : INDICADA DIBUJO : CHRIMENT FECHA : Octubre - 2021
		PT-05



PLANO EN PLANTA DE ESTRUCTURA METÁLICA (APOYO FIJO EJE E, APOYO MÓVIL EJE A)
ESC: 1/75



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

NORMAS Y CÓDIGOS APLICABLES:

- MATERIALES: AMERICAN SOCIETY FOR TESTIN AND MATERIAL- ASTM
- ACERO: AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION- AISC
- PINTURA: STEEL STRUCTURES PAINTING COUNCIL- SSPC
- SOLDADURA: AMERICAN WELDING SOCIETY- AWS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA FABRICACION Y MONTAJE DE LA ESTRUCTURA DE ACERO AISC-AISC 360 99 ULTIMA EDICION:

- PLANCHAS Y ANGULOS: ASTM A36 (Fy = 250 kg/cm²)
- FIERRO LISO: ASTM A500 GRADO A
- TUBO ESTRUCTURAL: ASTM A500 GRADO A
- PERFILES DE ANGALES: ASTM A-205
- ACERO CORRUGADO: ASTM A-515 (0-40-200 kg/cm²)
- SOLDADURA: ELECTRODOS AWS-A 5.1 SERIE E-60 XX ELECTRODOS AWS-A 5.1 SERIE E-70 XX (PARA ACERO AL CARBONO)

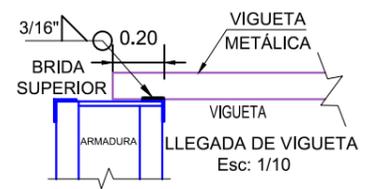
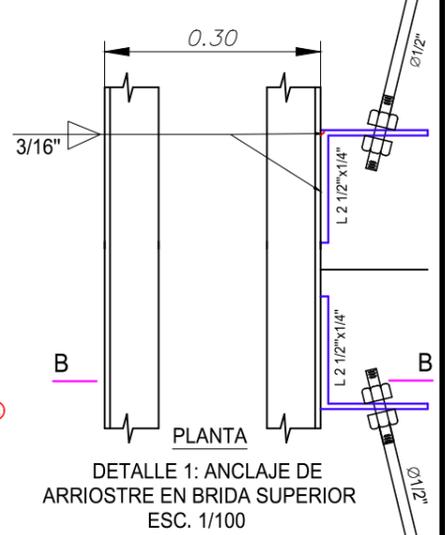
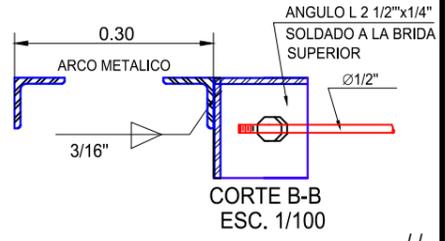
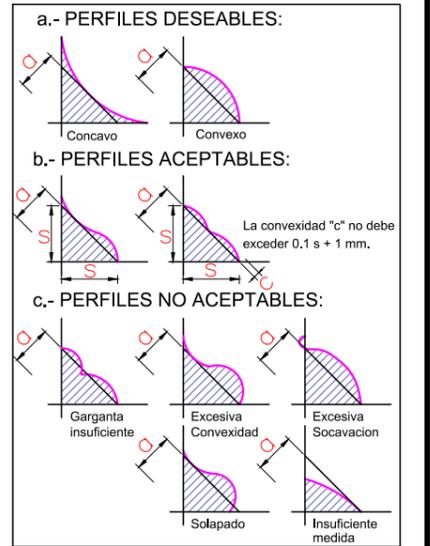
EN CORDONES CONTINUOS ALREDEDOR DE LAS UNIONES, SALVO INDICACION.

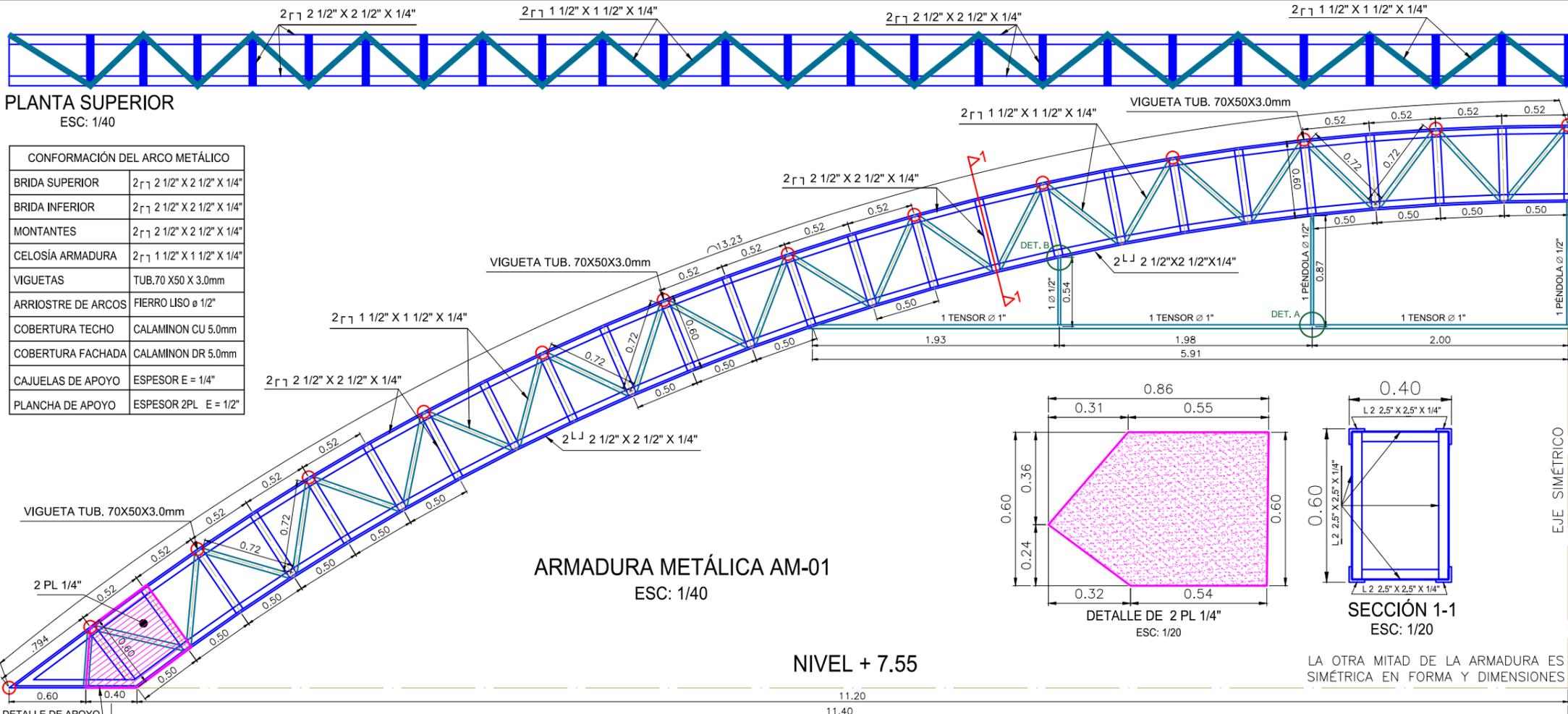
- LA CALIDAD Y TRABAJO DE LA SOLDADURA CONFORMARÁ CON EL CÓDIGO DE SOLDADURA AISC D1.0-89 DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE SOLDADURA (AMERICAN WELDING SOCIETY)
- LA SOLDADURA DE LAS UNIONES DEBERÁ DESARROLLAR LA CAPACIDAD EN TRACCION DE CADA ELEMENTO CONCURRENTE Y DEBERÁ USARSE EL DIAMETRO (Ø) DE LA VARILLA DE SOLDADURA QUE SE ESPECIFICA EN LOS PLANOS.
- EL TRABAJO DE LA SOLDADURA DEBERÁ SER EFECTUADO POR ESPECIALISTAS CON EXPERIENCIA, PARA QUE EL CORDON DE COSTURA DE SOLDADURA SEA NORMAL Y EVITAR REQUERIMIENTOS EN LAS PARTES A SOLDAR, EL ESPECIALISTA ANTES DE EFECTUAR EL TRABAJO, DEBERÁ REVISAR TODOS LOS ELEMENTOS CONFORMANTES REPARANDO CON ESCOBILLA DE ALAMBRE DE ACERO, EN LAS ZONAS DE LAS PARTES A SOLDARSE Y DE ESTA MANERA EFECTUAR UNA UNIÓN SOLDADA LIMPYA.

PROTECCIÓN: LA ESTRUCTURA DE ACERO SE PROTEGERÁ CON PINTURA ANTICORROSIVA, QUE CONSTARÁ DE LAS SIGUIENTES CAPAS:

- A) PREPARACION DE LA SUPERFICIE: ARENADO O LIMPIEZA MECANICA
- B) INTERCORROSIVO EPÓXICO O ZINCOFOSFATO: 1 CAPA DE 3 MILS DE ESPESOR MIN. DE PELICULA SECA
- C) ACABADO: POLIURETANO: 1 CAPA DE ESPESOR MIN. 2 MILS DE PELICULA SECA.

PROYECTO: INFRAESTRUCTURA PARA EL ALMACEN - SEMILLERO			
PLANO DE: ESTRUCTURA METÁLICA EN PLANTA Y DETALLES			
UBICACION: MICHÍQUILLAY - ENCAÑADA - CAJAMARCA - CAJAMARCA		SISTEMA: ESTRUCTURAS	
JEFATURA:	CONSULTOR:	DISEÑO:	LAMINA:
VoBo:	ESCALA: INDICADA	FECHA: ENERO-2021	E-01
REVISADO:	INDICADA	FECHA:	DIBUJO: CHRIMENT



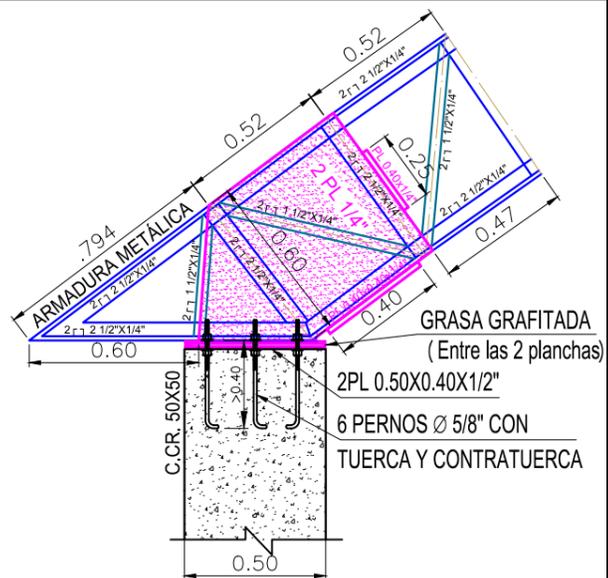
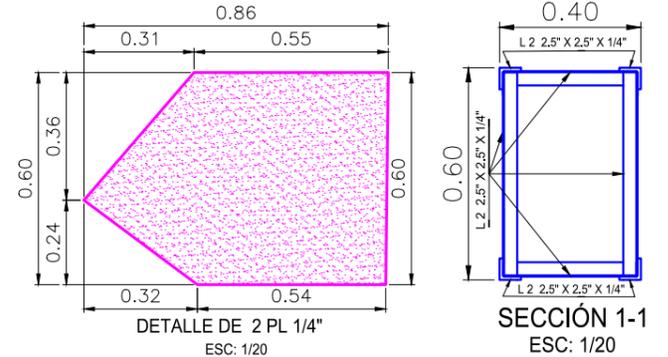


PLANTA SUPERIOR
ESC: 1/40

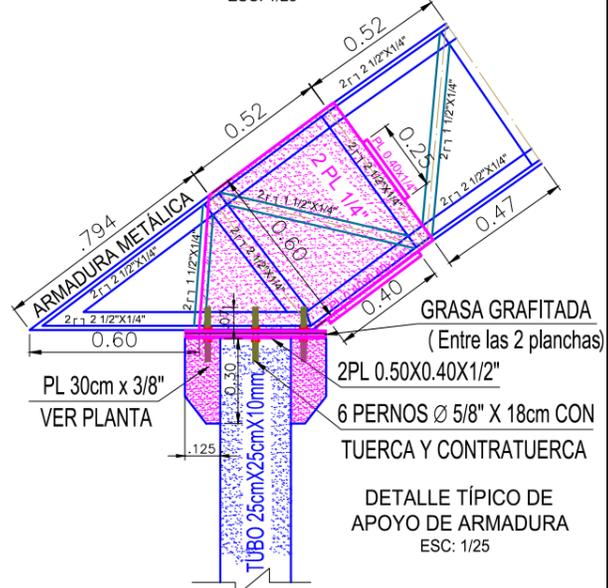
CONFORMACIÓN DEL ARCO METÁLICO	
BRIDA SUPERIOR	2 L 2 1/2" X 2 1/2" X 1/4"
BRIDA INFERIOR	2 L 2 1/2" X 2 1/2" X 1/4"
MONTANTES	2 L 2 1/2" X 2 1/2" X 1/4"
CELOSÍA ARMADURA	2 L 1 1/2" X 1 1/2" X 1/4"
VIGUETAS	TUB. 70 X 50 X 3.0mm
ARRIOSTRE DE ARCOS	FIERRO LISO Ø 1/2"
COBERTURA TECHO	CALAMINON CU 5.0mm
COBERTURA FACHADA	CALAMINON DR 5.0mm
CAJUELAS DE APOYO	ESPESOR E = 1/4"
PLANCHA DE APOYO	ESPESOR 2PL E = 1/2"

ARMADURA METÁLICA AM-01
ESC: 1/40

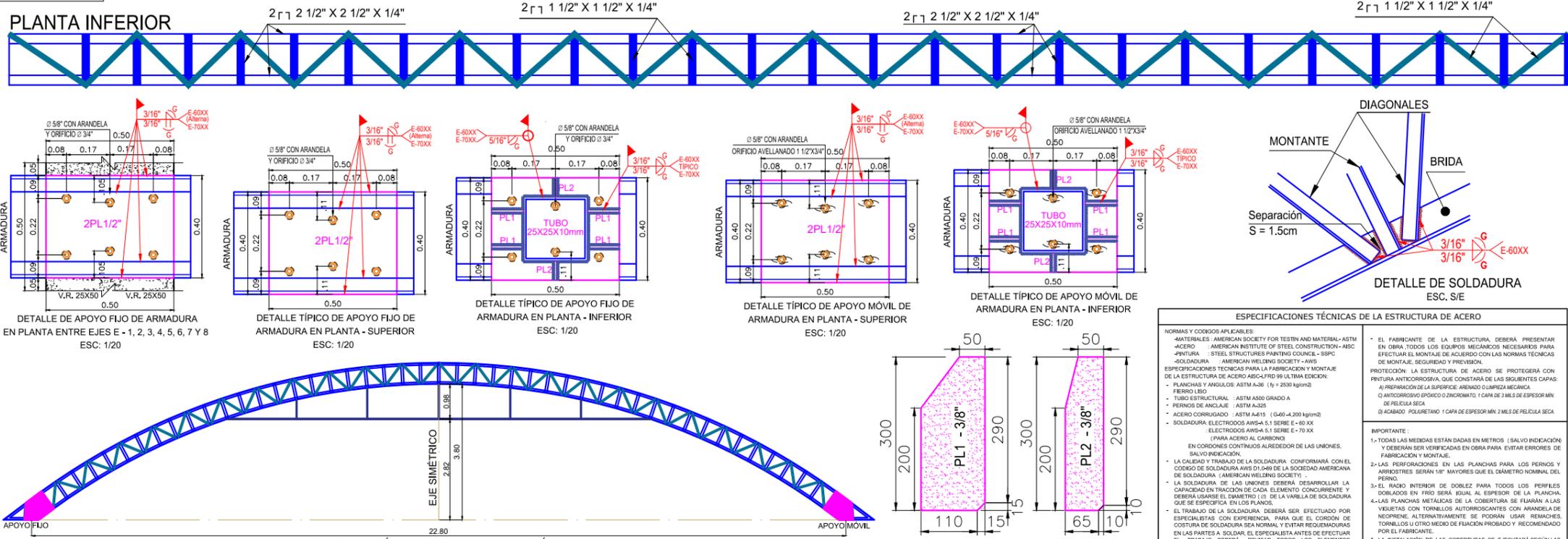
NIVEL + 7.55



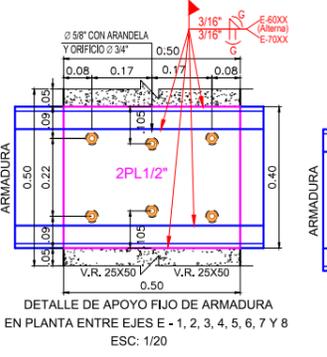
DETALLE DE APOYO FIJO DE ARMADURA ENTRE EJES E - 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 Y 8
ESC: 1/25



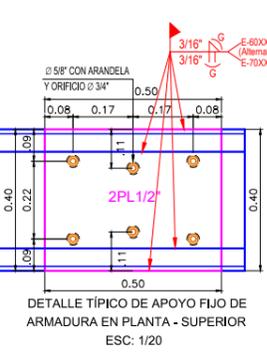
DETALLE TÍPICO DE APOYO DE ARMADURA
ESC: 1/25



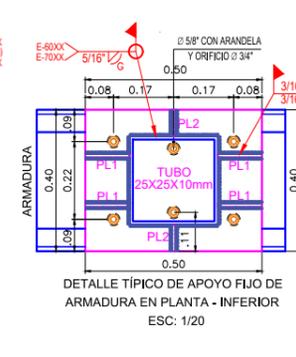
PLANTA INFERIOR



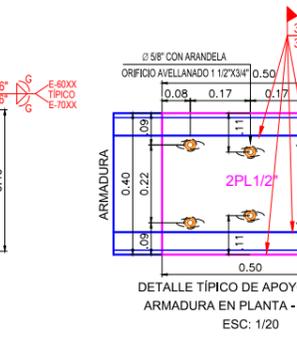
DETALLE DE APOYO FIJO DE ARMADURA EN PLANTA ENTRE EJES E - 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 Y 8
ESC: 1/20



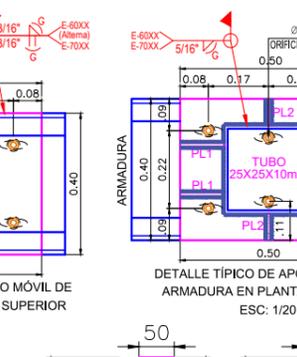
DETALLE TÍPICO DE APOYO FIJO DE ARMADURA EN PLANTA - SUPERIOR
ESC: 1/20



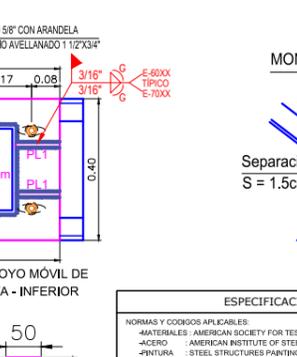
DETALLE TÍPICO DE APOYO FIJO DE ARMADURA EN PLANTA - INFERIOR
ESC: 1/20



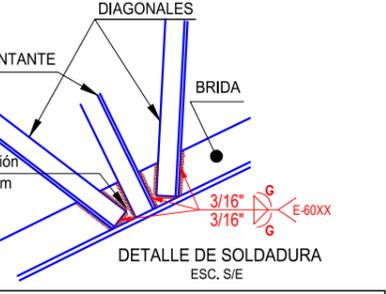
DETALLE TÍPICO DE APOYO MÓVIL DE ARMADURA EN PLANTA - SUPERIOR
ESC: 1/20



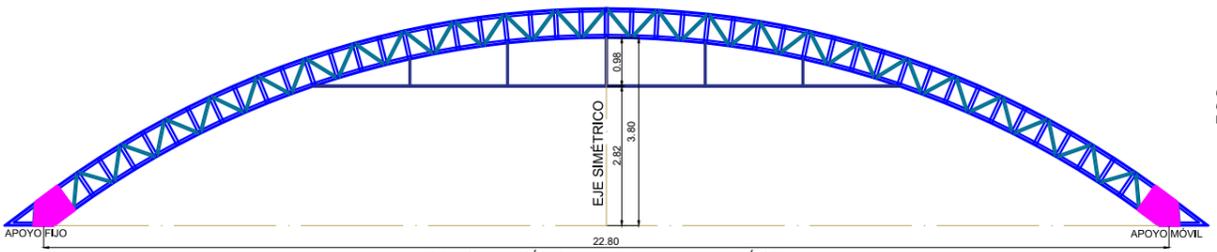
DETALLE TÍPICO DE APOYO MÓVIL DE ARMADURA EN PLANTA - INFERIOR
ESC: 1/20



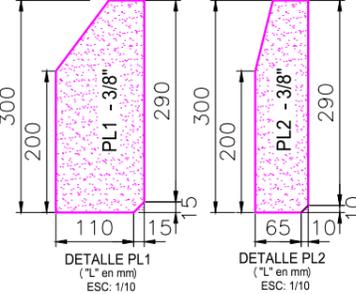
DETALLE TÍPICO DE APOYO MÓVIL DE ARMADURA EN PLANTA - SUPERIOR
ESC: 1/20



DETALLE DE SOLDADURA
ESC: S/E

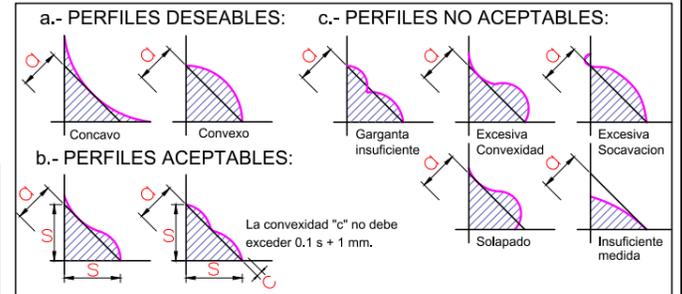


CONFIGURACIÓN GENERAL ARMADURA METÁLICA
ESC: S/E

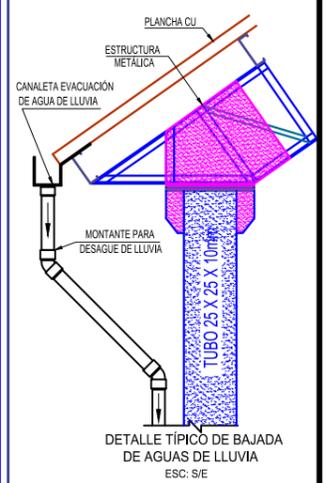
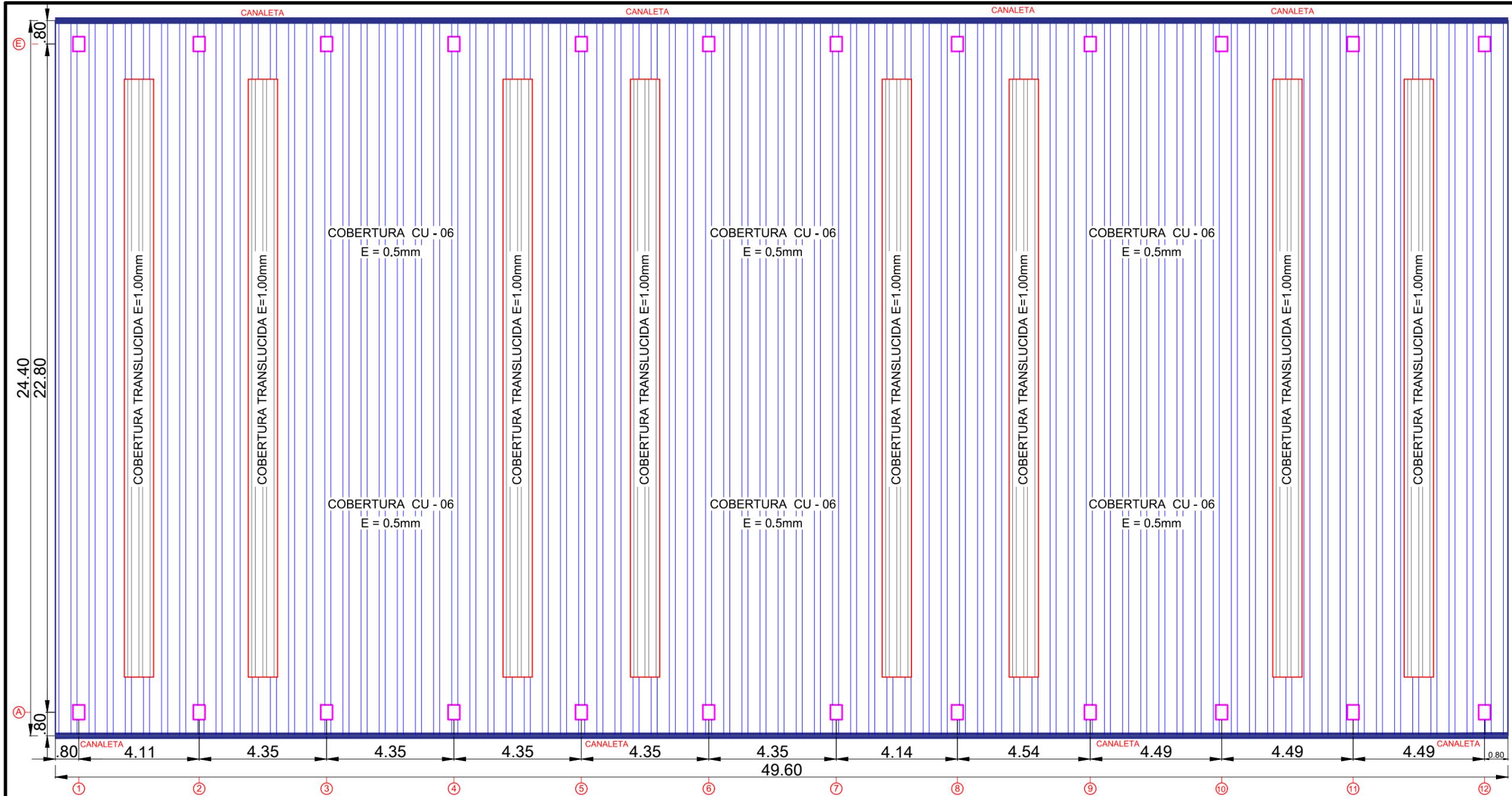


DETALLE PL1 (L en mm) ESC: 1/10
DETALLE PL2 (L en mm) ESC: 1/10

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA ESTRUCTURA DE ACERO	
NORMAS Y CÓDIGOS APLICABLES:	<ul style="list-style-type: none"> - MATERIALES: AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM - ACERO: AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION - AISC - PINTURA: STEEL STRUCTURES PAINTING COUNCIL - SSPC - SOLDADURA: AMERICAN WELDING SOCIETY - AWS
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA FABRICACIÓN Y MONTAJE DE LA ESTRUCTURA DE ACERO:	<ul style="list-style-type: none"> - PLANCHAS Y ANGULOS: ASTM A-36 (fy = 250 kg/cm²) - FIERRO LISO - TUBO ESTRUCTURAL: ASTM A500 GRADO A - PERNOS DE ANCLAJE: ASTM A-325 - ACERO CORROSIONADO: ASTM A-445 (G40-4,200 kg/m²) - SOLDADURA: ELECTRODOS AWS-A 5.1 SERIE E-60 XX (PARA ACERO AL CARBONO) - EN CORRIDORES CONTINUOS ALREDEDOR DE LAS UNIONES, SALVO INDICACIÓN, - LA CALIDAD Y TRABAJO DE LA SOLDADURA, CONFORMARÁ CON EL CÓDIGO DE SOLDADURA AWS D1.109 DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE SOLDADURA (AMERICAN WELDING SOCIETY). - LA SOLDADURA DE LAS UNIONES DEBERÁ DESARROLLAR LA CAPACIDAD EN TRACCIÓN DE CADA ELEMENTO CONJUNTO Y DEBERÁ USAR EL DIÁMETRO (Ø) DE LA VAINILLA DE SOLDADURA QUE SE ESPECIFICA EN LOS PLANOS. - EL TRABAJO DE LA SOLDADURA DEBERÁ SER EFECTUADO POR ESPECIALISTAS CON EXPERIENCIA, PARA QUE EL CORDON DE COSTURA DE SOLDADURA SEA NORMAL Y EVITAR REQUEMADURAS EN LAS PARTES A SOLDAR. EL ESPECIALISTA ANTES DE EFECTUAR EL TRABAJO, DEBERÁ REVISAR TODOS LOS ELEMENTOS CONFORMANTES REPARANDO CON ESCOBILLA DE ALAMBRE DE ACERO EN LAS ZONAS DE LAS PARTES A SOLDAR Y DE ESTA MANERA EFECTUAR UNA UNIÓN SOLDADA LIMPIA.
EL FABRICANTE DE LA ESTRUCTURA, DEBERÁ PRESENTAR EN OBRA, TODOS LOS EQUIPOS MECÁNICOS NECESARIOS PARA EFECTUAR EL MONTAJE DE ACUERDO CON LAS NORMAS TÉCNICAS DE MONTAJE, SEGURIDAD Y PREVENCIÓN.	<ul style="list-style-type: none"> - PROTECCIÓN: LA ESTRUCTURA DE ACERO SE PROTEGERÁ CON PINTURA ANTICORROSIVA QUE CONSTARÁ DE LAS SIGUIENTES CAPAS: <ul style="list-style-type: none"> A) PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE: ARENADO O LIMPIEZA MECÁNICA. B) ANTICORROSIVO EPÓXICO O ZINCROMATO; 1 CAPA DE 3 MILS DE ESPESOR MIN. DE PELÍCULA SECA. C) ACABADO POLIURETANO 1 CAPA DE ESPESOR MIN. 2 MILS DE PELÍCULA SECA.
IMPORTANTE:	<ul style="list-style-type: none"> 1- TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN DADAS EN METROS. (SALVO INDICACIÓN) Y DEBERÁN SER VERIFICADAS EN OBRA PARA EVITAR ERRORES DE FABRICACIÓN Y MONTAJE. 2- LAS PERFORACIONES EN LAS PLANCHAS PARA LOS PERNOS Y ARBOLOTES SERÁN 1/8" MAYORES QUE EL DIÁMETRO NOMINAL DEL PERNO. 3- EL RADIO INTERIOR DE DOBLER PARA TODOS LOS PERFILES DOBLADOS EN FRÍO SERÁ IGUAL AL ESPESOR DE LA PLANCHA. 4- LAS PLANCHAS METÁLICAS DE LA COBERTURA SE FIJARÁN A LAS VIGUETAS CON TORNILLOS AUTOPERCANTANTES CON ANILLA DE NEOPRENO. ALTERNATIVAMENTE SE PODRÁN USAR REMACHEZ TORNILLOS U OTRO MEDIO DE FIJACIÓN PROBADO Y RECOMENDADO POR EL FABRICANTE. 5- LA INSTALACIÓN DE LAS COBERTURAS SE EFECTUARÁ SEGÚN LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y CONSTRUCTIVAS DEL CATALOGO DEL FABRICANTE PROVEEDOR.

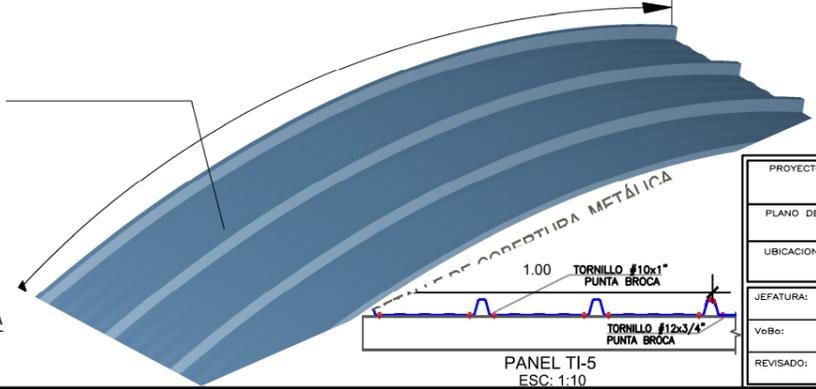
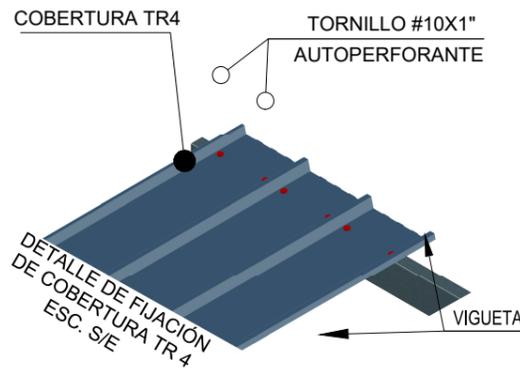
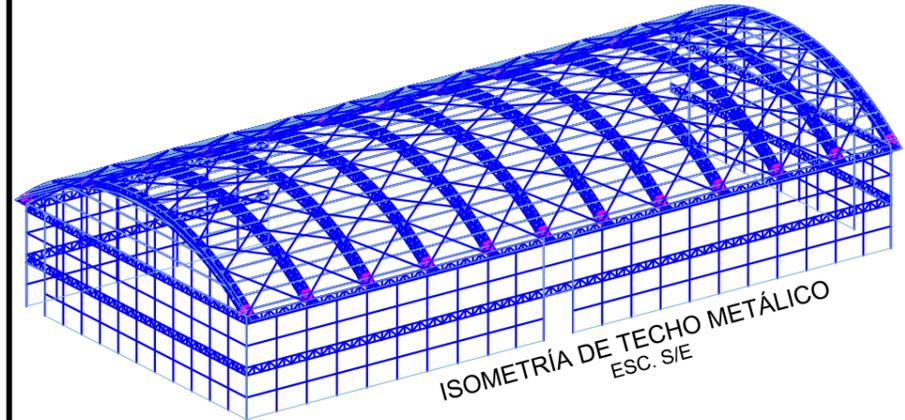


PROYECTO:	INFRAESTRUCTURA PARA EL ALMACEN - SEMILLERO		
PLANO DE:	ARMADURA METÁLICA AM-01 Y DETALLES		
UBICACIÓN:	MICHIQUILLAY - ENCAÑADA - CAJAMARCA - CAJAMARCA	SISTEMA:	ESTRUCTURAS
JEFATURA:	CONSULTOR:	DISEÑO:	LAMINA:
VoBo:	ESCALA:	FECHA:	E-02
REVISADO:	INDICADA	ENERO-2021	DIBUJO: CHRIMENT

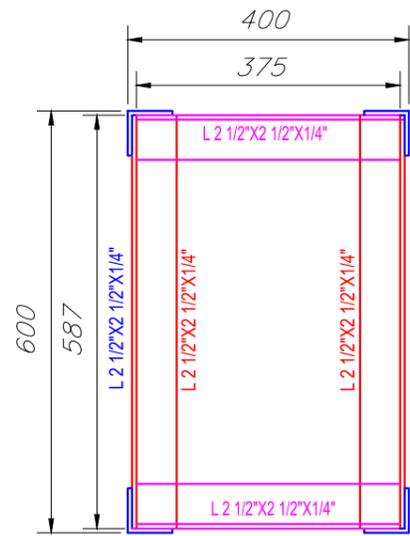


- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA COBERTURA METÁLICA Y TRASLÚCIDA**
- COBERTURA METÁLICA**
- ANCHO TOTAL : 1084 MM
 - ANCHO ÚTIL : 1024 MM
 - MATERIAL : ACERO ALUMINIZADO PRE-PINTADO
 - CARACTERÍSTICAS : ALUZING AZ200
 - COLOR EXTERIOR : AZUL MARINO
 - COLOR INTERIOR : BLANCO
 - ESPESOR EXTERIOR : 0,600 MM
- COBERTURA TRASLÚCIDA**
- ANCHO TOTAL : 1084 MM
 - ANCHO ÚTIL : 1024 MM
 - MATERIAL : POLICARBONATO
 - COLOR : TRASLÚCIDO
 - ESPESOR EXTERIOR : 1,000 MM
- ACCESORIOS**
- CINTA BUTIL
 - PERNO AUTOPERFORANTE #10X3/4"
 - PERNO AUTOPERFORANTE #12X7/8"

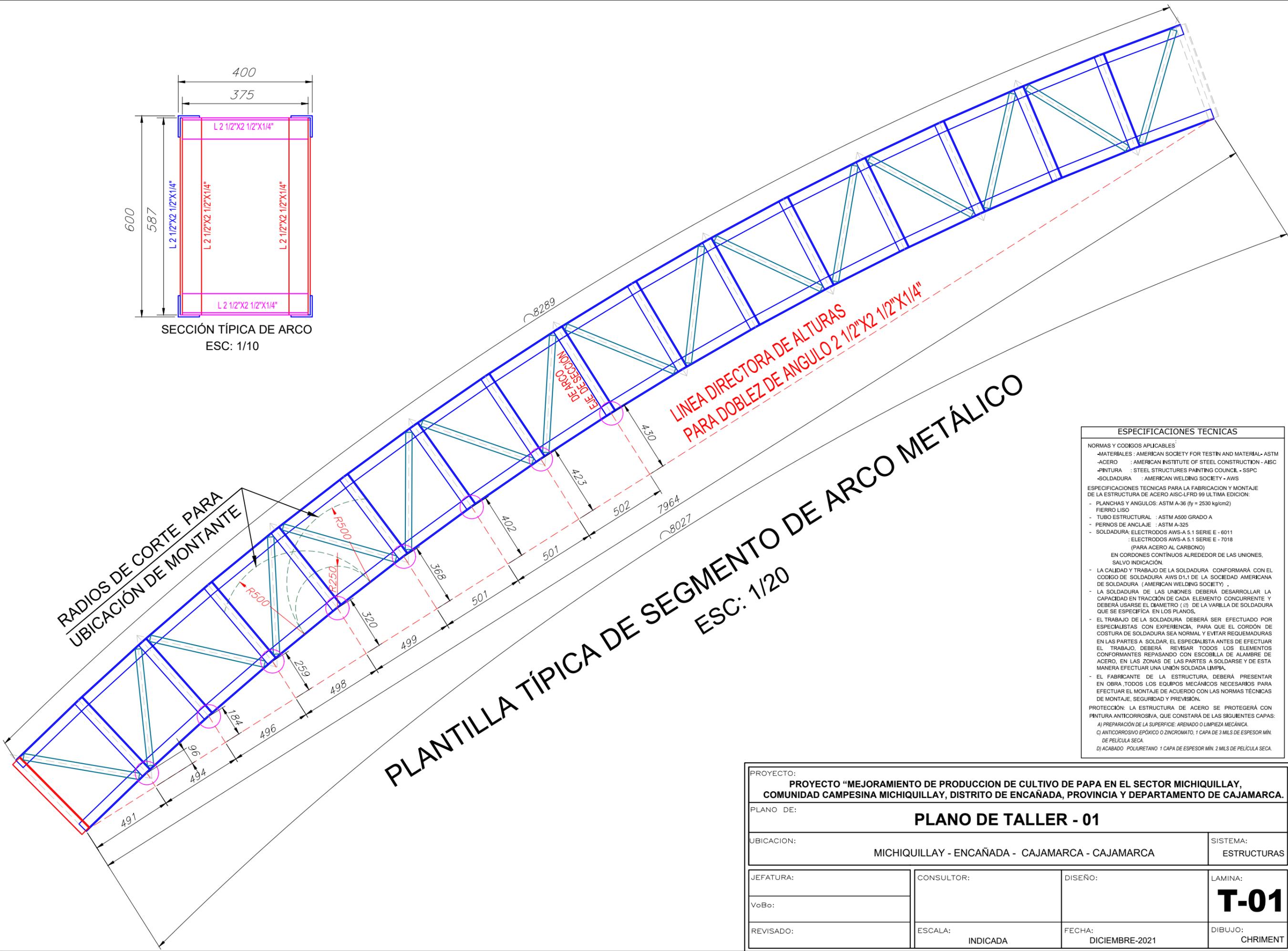
PLANO DE COBERTURA METÁLICA Y TRASLÚCIDA
ESC: 1/100



PROYECTO: INFRAESTRUCTURA PARA EL ALMACEN - SEMILLERO			
PLANO DE: PLANO DE COBERTURA METÁLICA Y TRASLÚCIDA, ISOMETRÍA Y DETALLES			
UBICACION: MICHIGUILLAY - ENCAÑADA - CAJAMARCA - CAJAMARCA		SISTEMA: ESTRUCTURAS	
JEFATURA:	CONSULTOR:	DISÑO:	LAMINA:
VoBo:	ESCALA: INDICADA	FECHA: ENERO-2021	E-03
REVISADO:			DIBUJO: CHRIMENT



SECCIÓN TÍPICA DE ARCO
ESC: 1/10

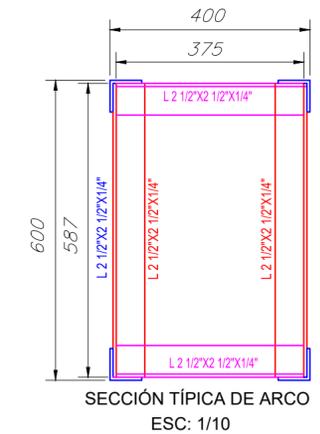
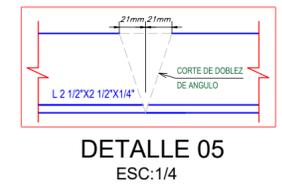
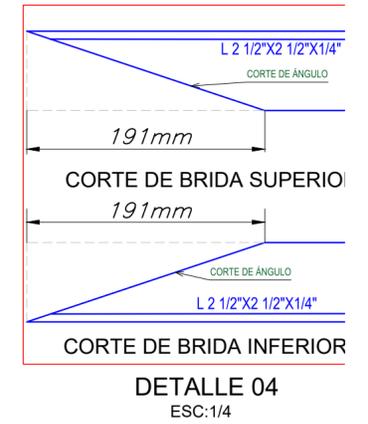
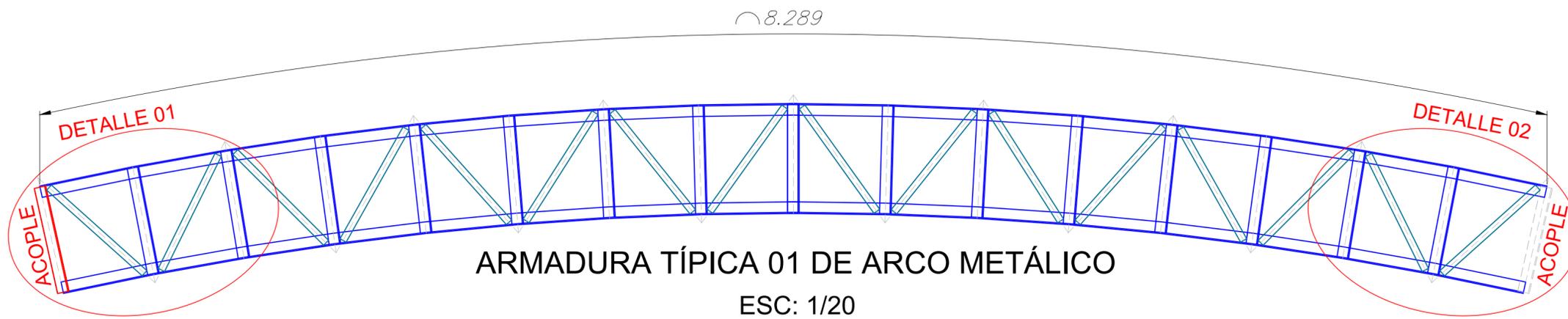


PLANTILLA TÍPICA DE SEGMENTO DE ARCO METÁLICO
ESC: 1/20

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- NORMAS Y CODIGOS APLICABLES
- MATERIALES : AMERICAN SOCIETY FOR TESTIN AND MATERIAL- ASTM
 - ACERO : AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION - AISC
 - PINTURA : STEEL STRUCTURES PAINTING COUNCIL - SSPC
 - SOLDADURA : AMERICAN WELDING SOCIETY - AWS
- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA FABRICACION Y MONTAJE DE LA ESTRUCTURA DE ACERO AISC-LFRD 99 ULTIMA EDICION:
- PLANCHAS Y ANGULOS: ASTM A-36 (fy = 2530 kg/cm2) FIERRO LISO
 - TUBO ESTRUCTURAL : ASTM A500 GRADO A
 - PERNOS DE ANLAJE : ASTM A-325
 - SOLDADURA: ELECTRODOS AWS-A 5.1 SERIE E - 6011
: ELECTRODOS AWS-A 5.1 SERIE E - 7018 (PARA ACERO AL CARBONO)
- EN CORDONES CONTÍNUOS ALREDEDOR DE LAS UNIONES, SALVO INDICACIÓN.
- LA CALIDAD Y TRABAJO DE LA SOLDADURA CONFORMARÁ CON EL CODIGO DE SOLDADURA AWS D1.1 DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE SOLDADURA (AMERICAN WELDING SOCIETY).
 - LA SOLDADURA DE LAS UNIONES DEBERÁ DESARROLLAR LA CAPACIDAD EN TRACCIÓN DE CADA ELEMENTO CONCURRENTE Y DEBERÁ USARSE EL DIAMETRO (Ø) DE LA VARILLA DE SOLDADURA QUE SE ESPECIFICA EN LOS PLANOS.
 - EL TRABAJO DE LA SOLDADURA DEBERÁ SER EFECTUADO POR ESPECIALISTAS CON EXPERIENCIA, PARA QUE EL CORDÓN DE COSTURA DE SOLDADURA SEA NORMAL Y EVITAR REQUEMADURAS EN LAS PARTES A SOLDAR, EL ESPECIALISTA ANTES DE EFECTUAR EL TRABAJO, DEBERÁ REVISAR TODOS LOS ELEMENTOS CONFORMANTES REPASANDO CON ESCOBILLA DE ALAMBRE DE ACERO, EN LAS ZONAS DE LAS PARTES A SOLDARSE Y DE ESTA MANERA EFECTUAR UNA UNIÓN SOLDADA LIMPIA.
 - EL FABRICANTE DE LA ESTRUCTURA, DEBERÁ PRESENTAR EN OBRA TODOS LOS EQUIPOS MECÁNICOS NECESARIOS PARA EFECTUAR EL MONTAJE DE ACUERDO CON LAS NORMAS TÉCNICAS DE MONTAJE, SEGURIDAD Y PREVISIÓN.
- PROTECCIÓN: LA ESTRUCTURA DE ACERO SE PROTEGERÁ CON PINTURA ANTICORROSIVA, QUE CONSTARÁ DE LAS SIGUIENTES CAPAS:
- A) PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE: ARENADO O LIMPIEZA MECÁNICA.
 - C) ANTICORROSIVO EPOXICO O ZINCROMATO, 1 CAPA DE 3 MILS DE ESPESOR MÍN. DE PELÍCULA SECA.
 - D) ACABADO POLIURETANO 1 CAPA DE ESPESOR MÍN. 2 MILS DE PELÍCULA SECA.

PROYECTO: PROYECTO "MEJORAMIENTO DE PRODUCCION DE CULTIVO DE PAPA EN EL SECTOR MICHQUILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA MICHQUILLAY, DISTRITO DE ENCAÑADA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.			
PLANO DE: PLANO DE TALLER - 01			
UBICACION: MICHQUILLAY - ENCAÑADA - CAJAMARCA - CAJAMARCA			SISTEMA: ESTRUCTURAS
JEFATURA:	CONSULTOR:	DISEÑO:	LAMINA: T-01
VoBo:	ESCALA: INDICADA	FECHA: DICIEMBRE-2021	DIBUJO: CHRIMENT
REVISADO:			



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

NORMAS Y CÓDIGOS APLICABLES

- MATERIALES : AMERICAN SOCIETY FOR TESTIN AND MATERIAL- ASTM
- ACERO : AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION- AISC
- PINTURA : STEEL STRUCTURES PAINTING COUNCIL - SSPC
- SOLDADURA : AMERICAN WELDING SOCIETY - AWS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA FABRICACION Y MONTAJE DE LA ESTRUCTURA DE ACERO AISI-LRFD 99 ULTIMA EDICION:

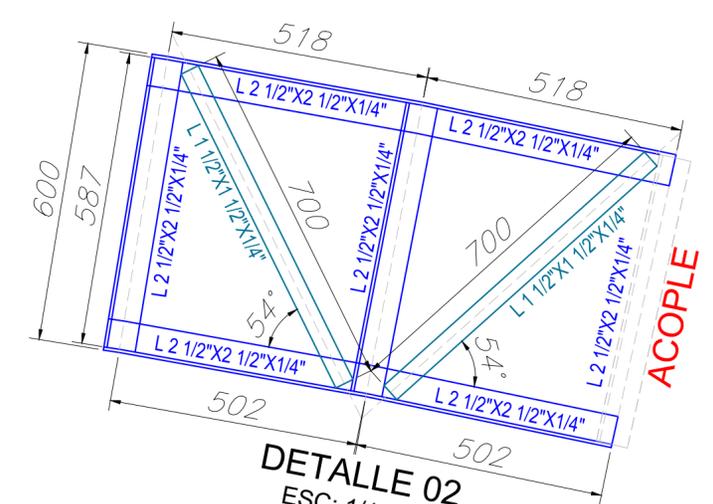
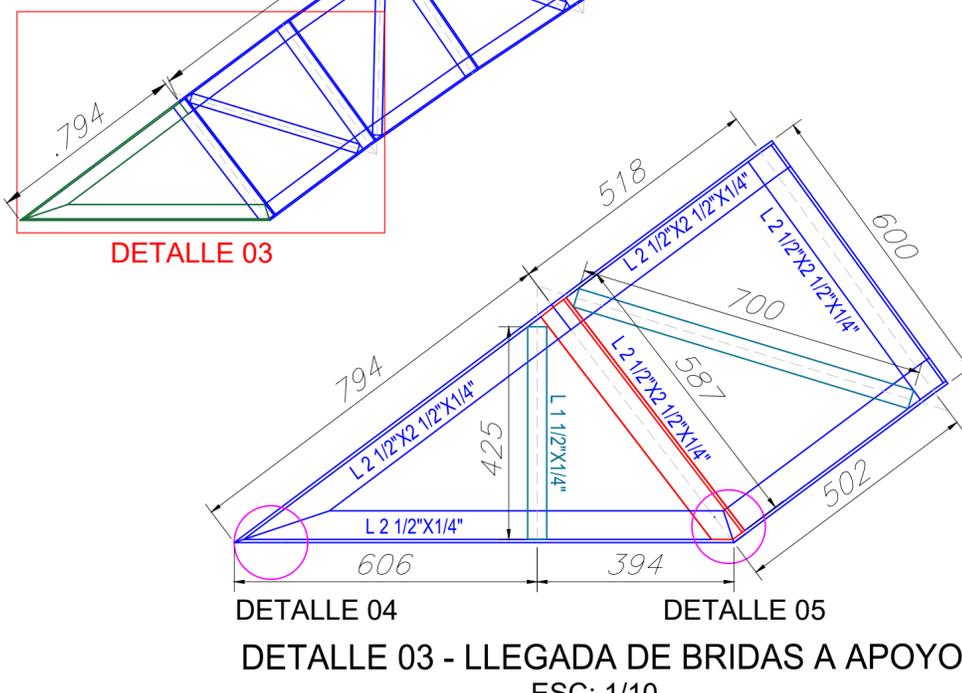
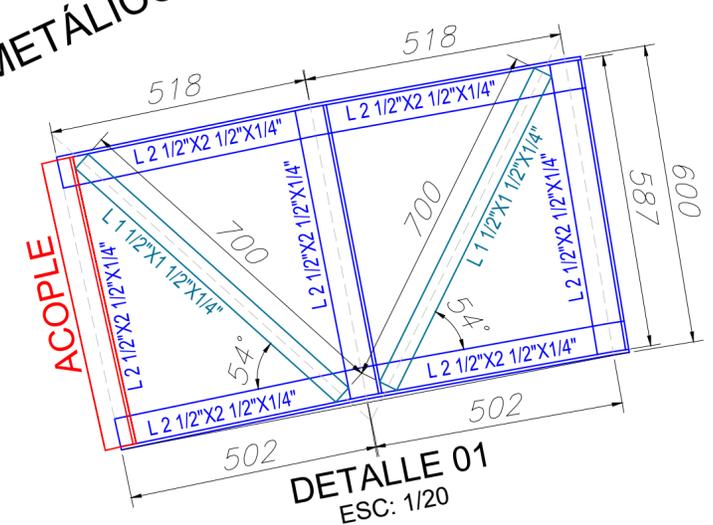
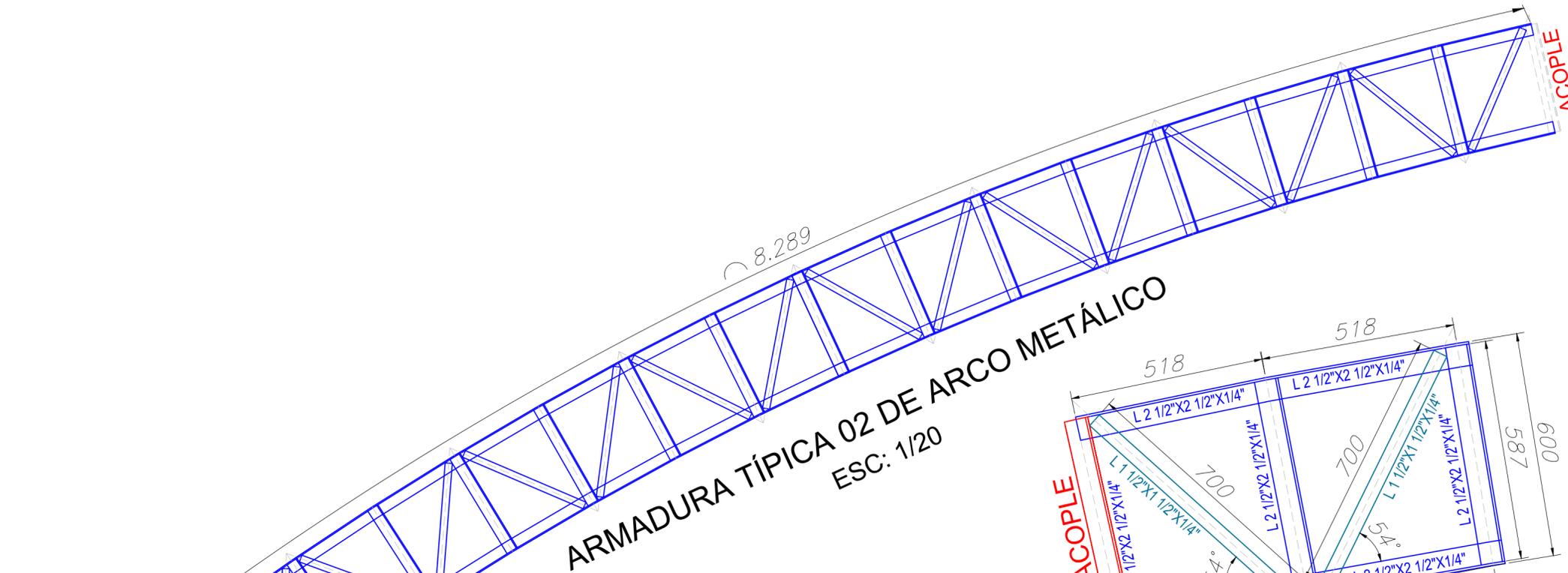
- PLANCHAS Y ANGULOS: ASTM A36 (fy = 250 kg/cm²)
- FIERRO LISO : ASTM A606
- TUBO ESTRUCTURAL : ASTM A606 GRADO A
- PERFILES DE ANCLAJE : ASTM A309
- SOLDADURA: ELECTRODOS AWS-A 5.1 SERIE E - 6011 (PARA ACERO AL CARBONO)
- ELECTRODOS AWS-A 5.1 SERIE E - 7018 (PARA ACERO AL CARBONO)

EN CORDONES CONTINUOS ALREDEDOR DE LAS UNIONES, SALVO INDICACION:

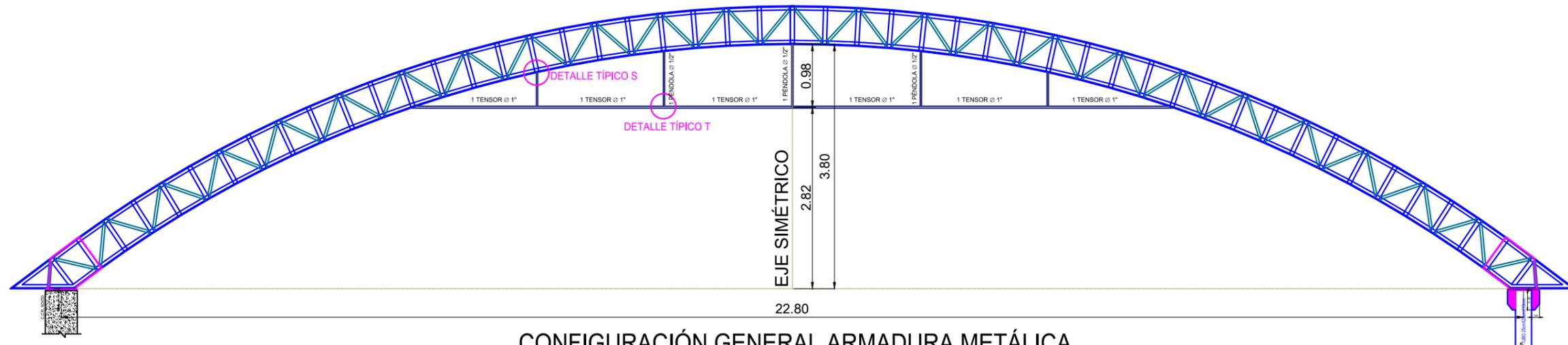
- LA CALIDAD Y TRABAJO DE LA SOLDADURA CONFORMARÁ CON EL CÓDIGO DE SOLDADURA AWS D1.1 DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE SOLDADURA (AMERICAN WELDING SOCIETY).
- LA SOLDADURA DE LAS UNIONES DEBERÁ DESARROLLAR LA CAPACIDAD EN TRACCIÓN DE CADA ELEMENTO CONCURRENTE, Y DEBERÁ USARSE EL DIÁMETRO (Ø) DE LA VARILLA DE SOLDADURA QUE SE ESPECIFICA EN LOS PLANOS.
- EL TRABAJO DE LA SOLDADURA DEBERÁ SER EFECTUADO POR ESPECIALISTAS CON EXPERIENCIA, PARA QUE EL CORDÓN DE COSTURA DE SOLDADURA SEA NORMAL Y EVITAR REQUISADURAS EN LAS PARTES A SOLDAR. EL ESPECIALISTA ANTES DE EFECTUAR EL TRABAJO, DEBERÁ REVISAR TODOS LOS ELEMENTOS CONFORMANTES REPARANDO CON ESCOBILLA DE ALAMBRE DE ACERO, EN LAS ZONAS DE LAS PARTES A SOLDARSE Y DE ESTA MANERA EFECTUAR UNA UNIÓN SOLDADA LIMPIA.
- EL FABRICANTE DE LA ESTRUCTURA, DEBERÁ PRESENTAR EN OBRA TODOS LOS EQUIPOS MECANICOS NECESARIOS PARA EFECTUAR EL MONTAJE DE ACUERDO CON LAS NORMAS TÉCNICAS DE MONTAJE, SEGURIDAD Y PREVENCIÓN.

PROTECCIÓN: LA ESTRUCTURA DE ACERO SE PROTEGERÁ CON PINTURA ANTICORROSIVA, QUE CONSTARÁ DE LAS SIGUIENTES CAPAS:

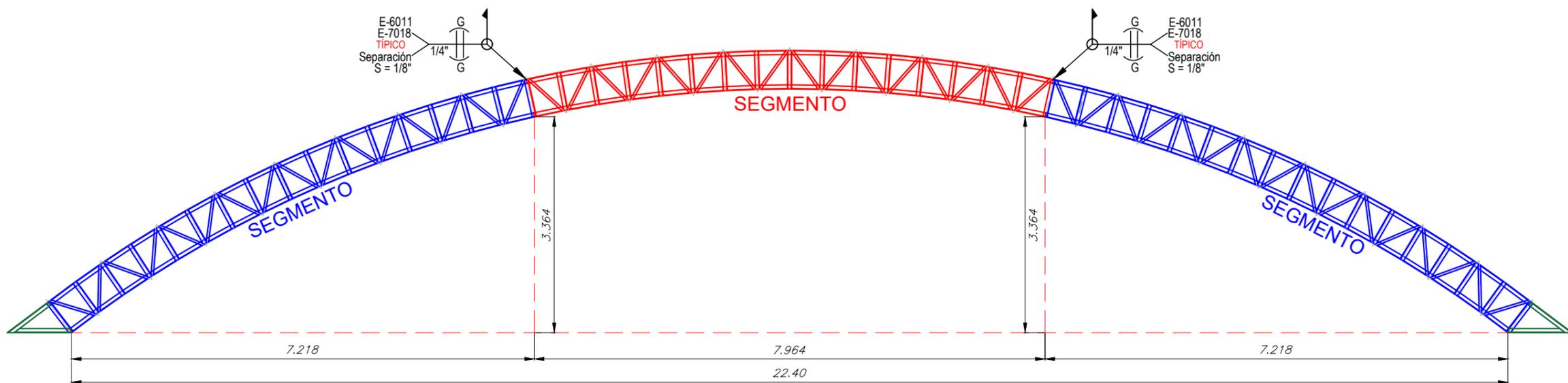
- PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE: ARENADO O LIMPIEZA MECÁNICA.
- ANTICORROSIVO EPOXICO O ZINCROMATO, 1 CAPA DE 3 MILS DE ESPESOR MÍN. DE PELÍCULA SECA.
- ACABADO: POLIURETANO, 1 CAPA DE ESPESOR MÍN. 2 MILS DE PELÍCULA SECA.



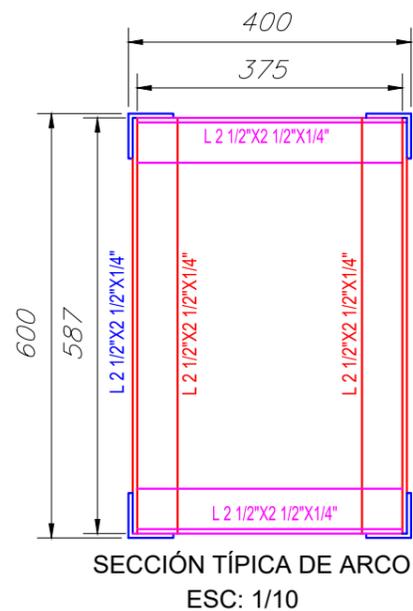
PROYECTO: PROYECTO "MEJORAMIENTO DE PRODUCCION DE CULTIVO DE PAPA EN EL SECTOR MICHICULLAY, COMUNIDAD CAMPESINA MICHICULLAY, DISTRITO DE ENCAÑADA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.			
PLANO DE: PLANO DE TALLER - 02			
UBICACION: MICHICULLAY - ENCAÑADA - CAJAMARCA - CAJAMARCA			SISTEMA: ESTRUCTURAS
JEFATURA:	CONSULTOR:	DISERNO:	LAMINA: T-02
VoBo:	ESCALA: INDICADA	FECHA: DICIEMBRE-2021	DIBUJO: CHRIMENT
REVISADO:			



CONFIGURACIÓN GENERAL ARMADURA METÁLICA
ESC: 1/75



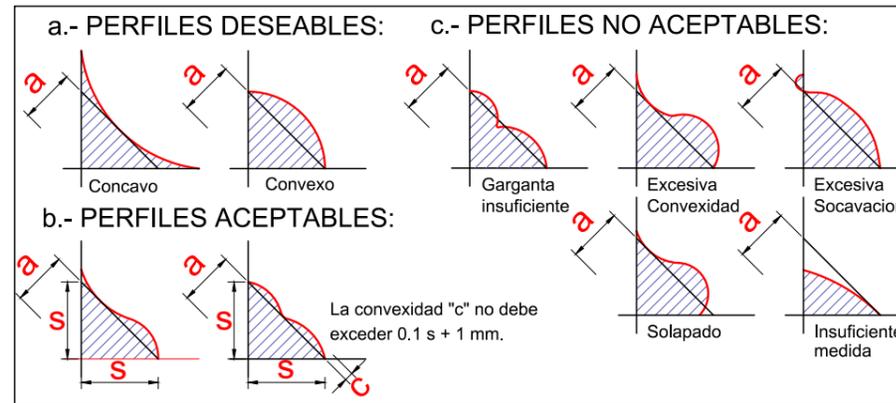
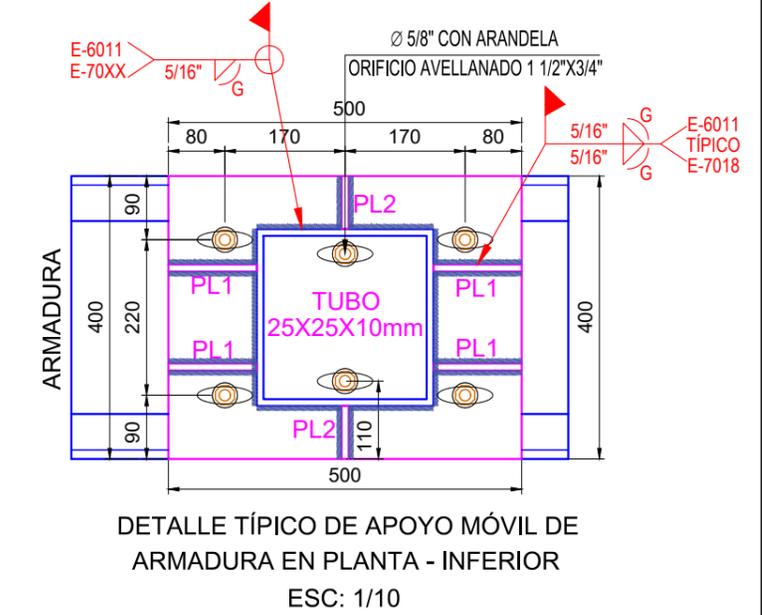
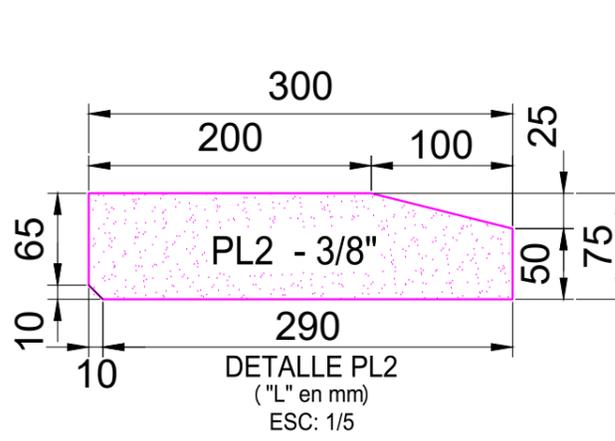
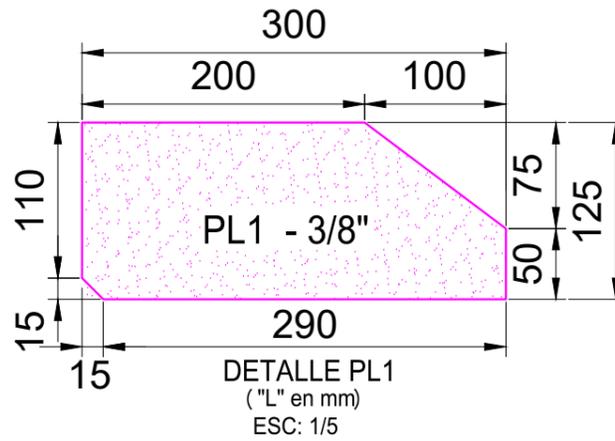
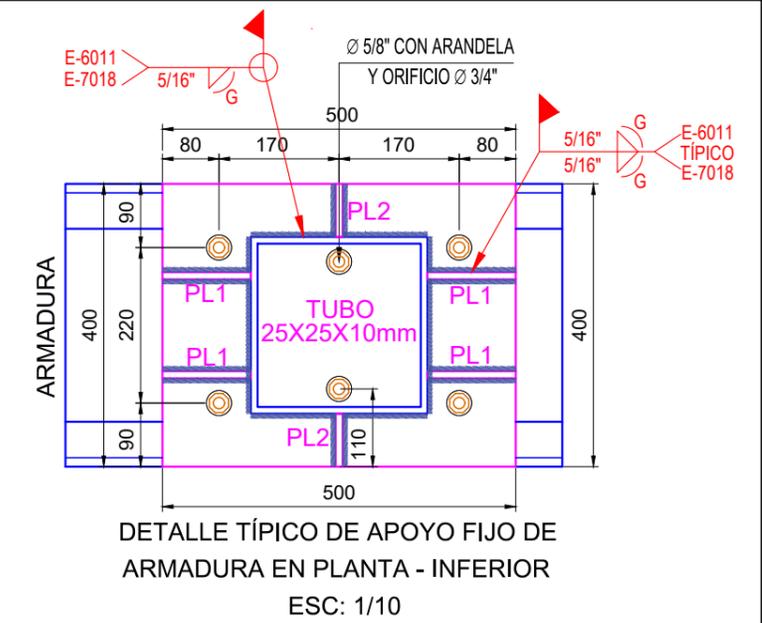
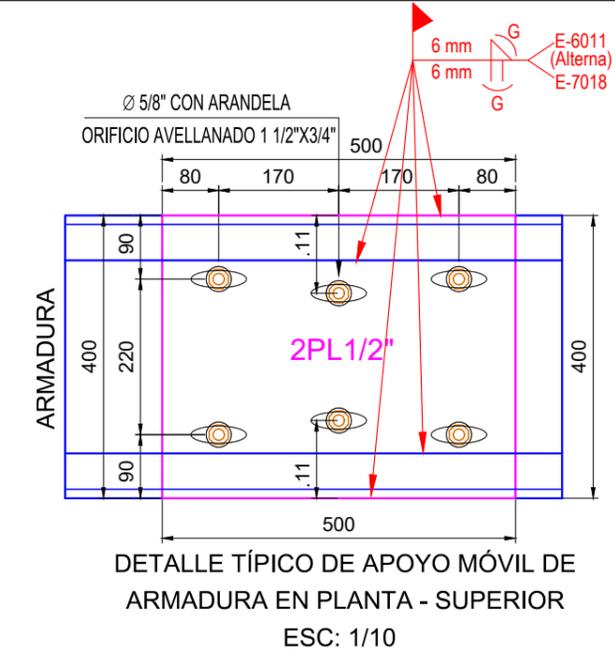
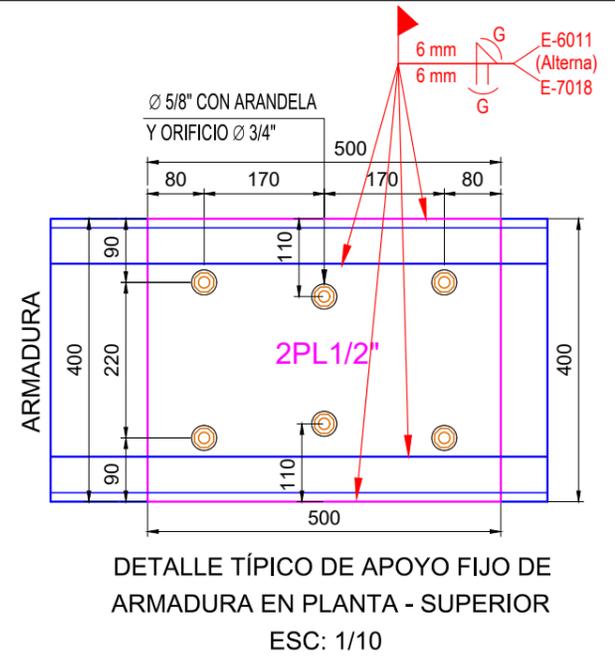
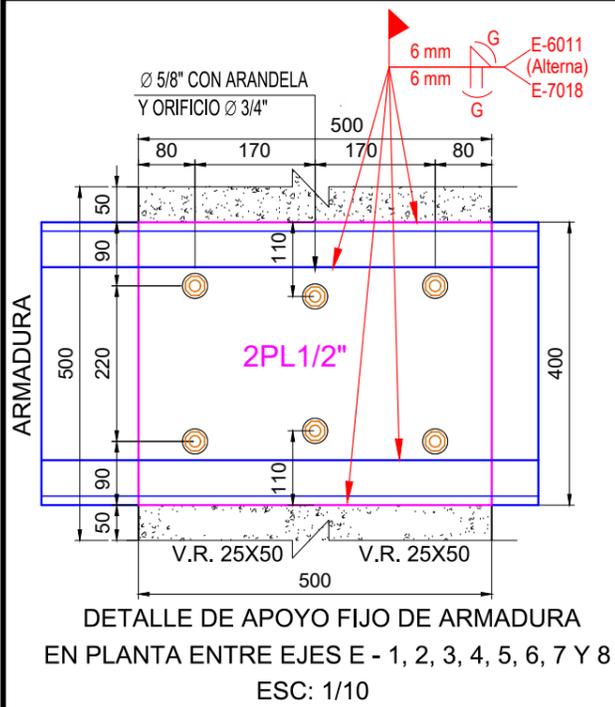
ELEVACIÓN DE ACOPLE TÍPICO DE SEGMENTOS DE ARCO METÁLICO
ESC: 1/75



SECCIÓN TÍPICA DE ARCO
ESC: 1/10

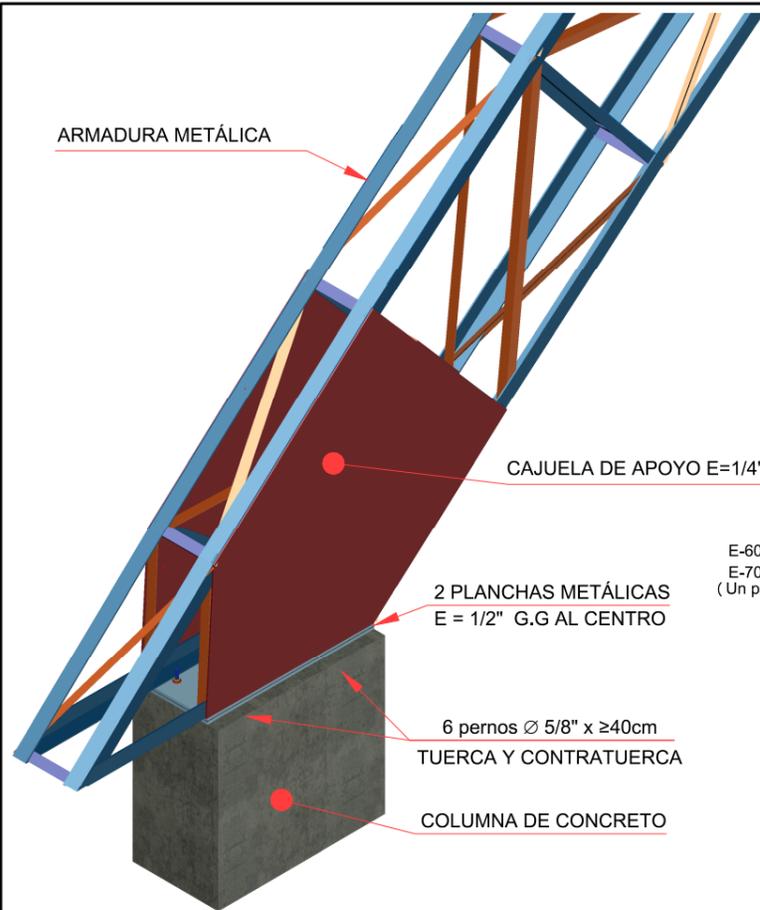
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS Y CODIGOS APLICABLES	
-MATERIALES :	AMERICAN SOCIETY FOR TESTIN AND MATERIAL- ASTM
-ACERO :	AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION - AISC
-PINTURA :	STEEL STRUCTURES PAINTING COUNCIL - SSPC
-SOLDADURA :	AMERICAN WELDING SOCIETY - AWS
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA FABRICACION Y MONTAJE DE LA ESTRUCTURA DE ACERO AISC-LFRD 99 ULTIMA EDICION:	
-	PLANCHAS Y ANGULOS: ASTM A-36 (fy = 2530 kg/cm2)
-	FIERRO LISO
-	TUBO ESTRUCTURAL : ASTM A500 GRADO A
-	PERNOS DE ANCLAJE : ASTM A-325
-	SOLDADURA: ELECTRODOS AWS-A 5.1 SERIE E - 6011 ELECTRODOS AWS-A 5.1 SERIE E - 7018 (PARA ACERO AL CARBONO)
EN CORDONES CONTÍNUOS ALREDEDOR DE LAS UNIONES, SALVO INDICACION.	
-	LA CALIDAD Y TRABAJO DE LA SOLDADURA CONFORMARÁ CON EL CODIGO DE SOLDADURA AWS D1.1 DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE SOLDADURA (AMERICAN WELDING SOCIETY).
-	LA SOLDADURA DE LAS UNIONES DEBERÁ DESARROLLAR LA CAPACIDAD EN TRACCIÓN DE CADA ELEMENTO CONCURRENTE Y DEBERÁ USARSE EL DIÁMETRO (Ø) DE LA VARILLA DE SOLDADURA QUE SE ESPECIFICA EN LOS PLANOS.
-	EL TRABAJO DE LA SOLDADURA DEBERÁ SER EFECTUADO POR ESPECIALISTAS CON EXPERIENCIA, PARA QUE EL CORDÓN DE COSTURA DE SOLDADURA SEA NORMAL Y EVITAR REQUEMADURAS EN LAS PARTES A SOLDAR, EL ESPECIALISTA ANTES DE EFECTUAR EL TRABAJO, DEBERÁ REVISAR TODOS LOS ELEMENTOS CONFORMANTES REPASANDO CON ESCOBILLA DE ALAMBRE DE ACERO, EN LAS ZONAS DE LAS PARTES A SOLDARSE Y DE ESTA MANERA EFECTUAR UNA UNIÓN SOLDADA LIMPIA.
-	EL FABRICANTE DE LA ESTRUCTURA, DEBERÁ PRESENTAR EN OBRA, TODOS LOS EQUIPOS MECÁNICOS NECESARIOS PARA EFECTUAR EL MONTAJE DE ACUERDO CON LAS NORMAS TÉCNICAS DE MONTAJE, SEGURIDAD Y PREVISIÓN.
PROTECCIÓN: LA ESTRUCTURA DE ACERO SE PROTEGERÁ CON PINTURA ANTICORROSIVA, QUE CONSTARÁ DE LAS SIGUIENTES CAPAS:	
A)	PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE: ARENADO O LIMPIEZA MECÁNICA.
C)	ANTICORROSIVO EPÓXICO O ZINCROMATO, 1 CAPA DE 3 MILS DE ESPESOR MÍN. DE PELÍCULA SECA.
D)	ACABADO POLIURETANO 1 CAPA DE ESPESOR MÍN. 2 MILS DE PELÍCULA SECA.

PROYECTO: PROYECTO "MEJORAMIENTO DE PRODUCCION DE CULTIVO DE PAPA EN EL SECTOR MICHQUILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA MICHQUILLAY, DISTRITO DE ENCAÑADA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.			
PLANO DE: PLANO DE TALLER - 03			
UBICACION: MICHQUILLAY - ENCAÑADA - CAJAMARCA - CAJAMARCA			SISTEMA: ESTRUCTURAS
JEFATURA:	CONSULTOR:	DISEÑO:	LAMINA: T-03
VoBo:	ESCALA: INDICADA	FECHA: DICIEMBRE-2021	DIBUJO: CHRIMENT
REVISADO:			

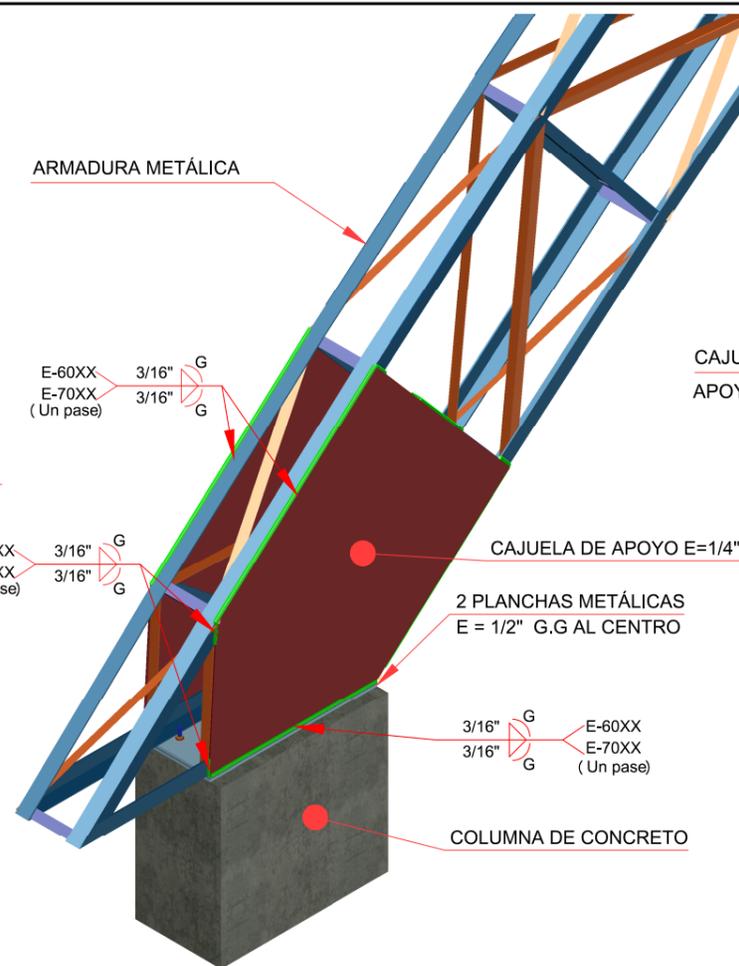


ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
<p>NORMAS Y CODIGOS APLICABLES:</p> <ul style="list-style-type: none"> -MATERIALES : AMERICAN SOCIETY FOR TESTIN AND MATERIAL- ASTM -ACERO : AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION - AISC -PINTURA : STEEL STRUCTURES PAINTING COUNCIL - SSPC -SOLDADURA : AMERICAN WELDING SOCIETY - AWS <p>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA FABRICACION Y MONTAJE DE LA ESTRUCTURA DE ACERO AISC-LFRD 99 ULTIMA EDICION:</p> <ul style="list-style-type: none"> - PLANCHAS Y ANGULOS: ASTM A-36 (fy = 2530 kg/cm2) FIERRO LISO - TUBO ESTRUCTURAL : ASTM A500 GRADO A - PERNOS DE ANCLAJE : ASTM A-325 - SOLDADURA: ELECTRODOS AWS-A 5.1 SERIE E - 6011 : ELECTRODOS AWS-A 5.1 SERIE E - 7018 (PARA ACERO AL CARBONO) <p>EN CORDONES CONTINUOS ALREDEDOR DE LAS UNIONES, SALVO INDICACIÓN.</p> <ul style="list-style-type: none"> - LA CALIDAD Y TRABAJO DE LA SOLDADURA CONFORMARÁ CON EL CODIGO DE SOLDADURA AWS D1.1 DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE SOLDADURA (AMERICAN WELDING SOCIETY). - LA SOLDADURA DE LAS UNIONES DEBERÁ DESARROLLAR LA CAPACIDAD EN TRACCIÓN DE CADA ELEMENTO CONCURRENTE Y DEBERÁ USARSE EL DIAMETRO (Ø) DE LA VARILLA DE SOLDADURA QUE SE ESPECIFICA EN LOS PLANOS. 	<ul style="list-style-type: none"> - EL TRABAJO DE LA SOLDADURA DEBERÁ SER EFECTUADO POR ESPECIALISTAS CON EXPERIENCIA, PARA QUE EL CORDÓN DE COSTURA DE SOLDADURA SEA NORMAL Y EVITAR REQUEMADURAS EN LAS PARTES A SOLDAR, EL ESPECIALISTA ANTES DE EFECTUAR EL TRABAJO, DEBERÁ REVISAR TODOS LOS ELEMENTOS CONFORMANTES REPASANDO CON ESCOBILLA DE ALAMBRE DE ACERO, EN LAS ZONAS DE LAS PARTES A SOLDARSE Y DE ESTA MANERA EFECTUAR UNA UNIÓN SOLDADA LIMPIA. - EL FABRICANTE DE LA ESTRUCTURA, DEBERÁ PRESENTAR EN OBRA TODOS LOS EQUIPOS MECÁNICOS NECESARIOS PARA EFECTUAR EL MONTAJE DE ACUERDO CON LAS NORMAS TÉCNICAS DE MONTAJE, SEGURIDAD Y PREVISIÓN. <p>PROTECCIÓN: LA ESTRUCTURA DE ACERO SE PROTEGERÁ CON PINTURA ANTICORROSIVA, QUE CONSTARÁ DE LAS SIGUIENTES CAPAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> A) PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE: ARENADO O LIMPIEZA MECÁNICA. C) ANTICORROSIVO EPOXICO O ZINCROMIATO, 1 CAPA DE 3 MILS DE ESPESOR MIN. DE PELÍCULA SECA. D) ACABADO POLIURETANO 1 CAPA DE ESPESOR MIN. 2 MILS DE PELÍCULA SECA.

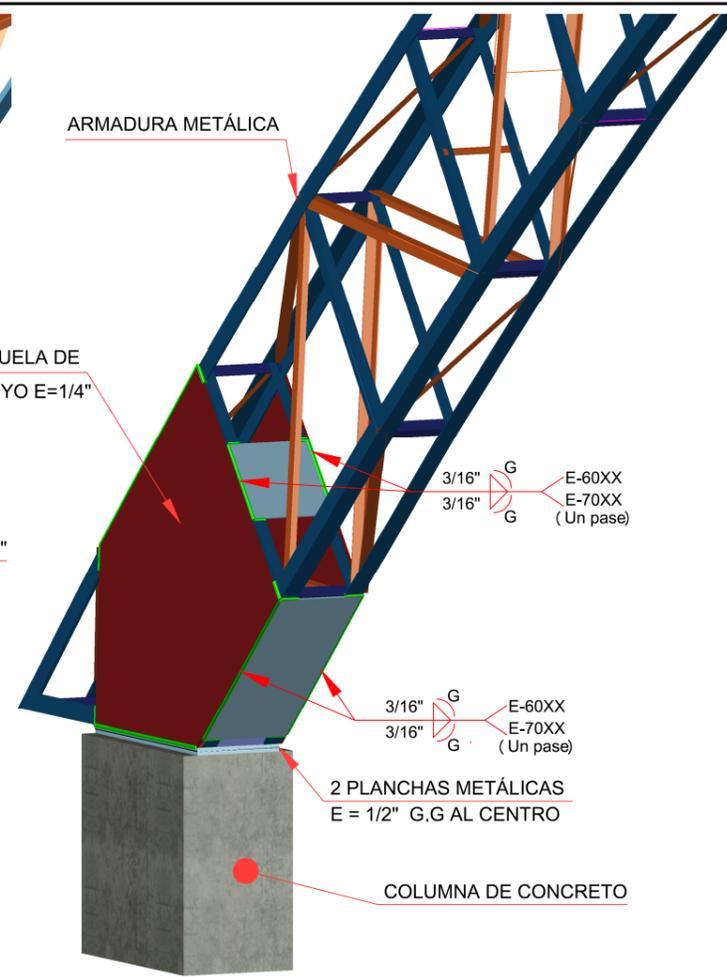
<p>PROYECTO: PROYECTO "MEJORAMIENTO DE PRODUCCION DE CULTIVO DE PAPA EN EL SECTOR MICHQUILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA MICHQUILLAY, DISTRITO DE ENCAÑADA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.</p>			
<p>PLANO DE: PLANO DE TALLER - 05</p>			
<p>UBICACION: MICHQUILLAY - ENCAÑADA - CAJAMARCA - CAJAMARCA</p>			<p>SISTEMA: ESTRUCTURAS</p>
<p>JEFATURA:</p>	<p>CONSULTOR:</p>	<p>DISEÑO:</p>	<p>LAMINA:</p>
<p>VoBo:</p>	<p>ESCALA: INDICADA</p>	<p>FECHA: DICIEMBRE-2021</p>	<p>T-05</p>
<p>REVISADO:</p>			<p>DIBUJO: CHRIMENT</p>



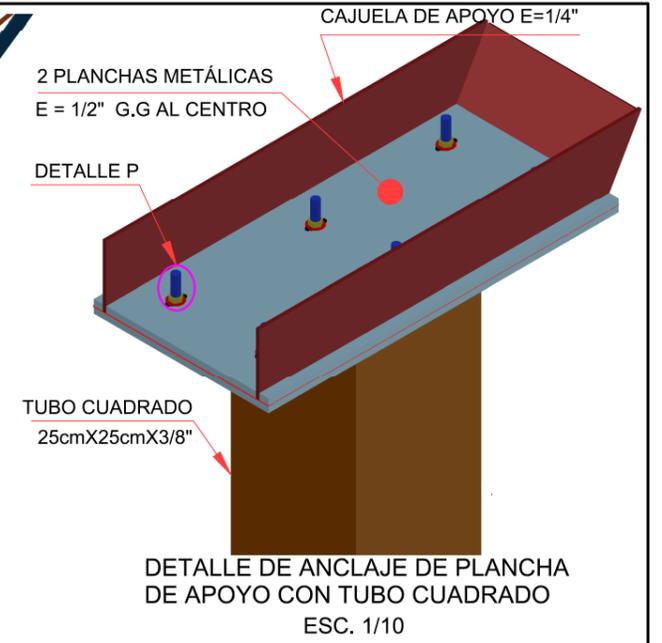
PERSPECTIVA TÍPICA DE SOLDADURA DE APOYO
ESC. 1/25



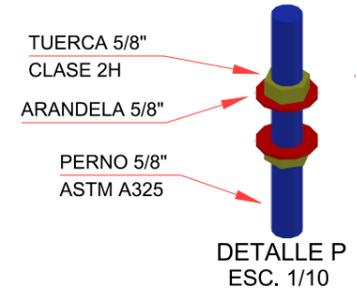
PERSPECTIVA TÍPICA DE SOLDADURA DE APOYO
ESC. 1/25



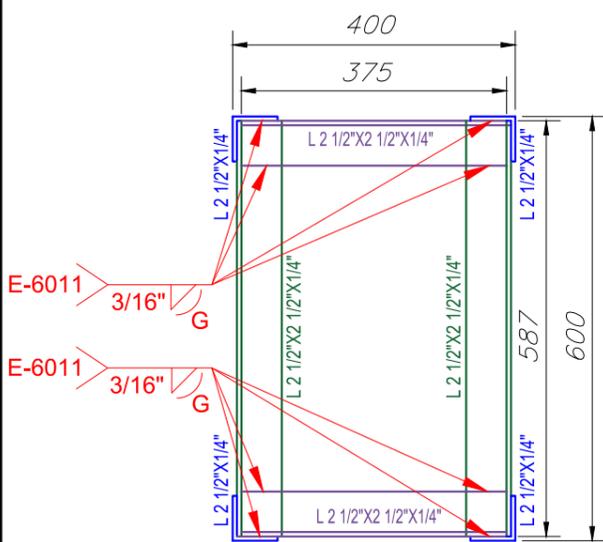
PERSPECTIVA TÍPICA DE SOLDADURA DE APOYO
ESC. 1/25



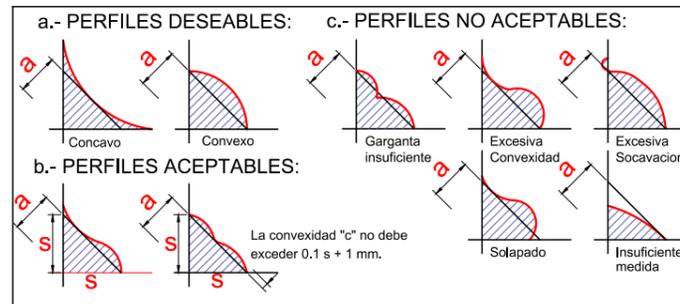
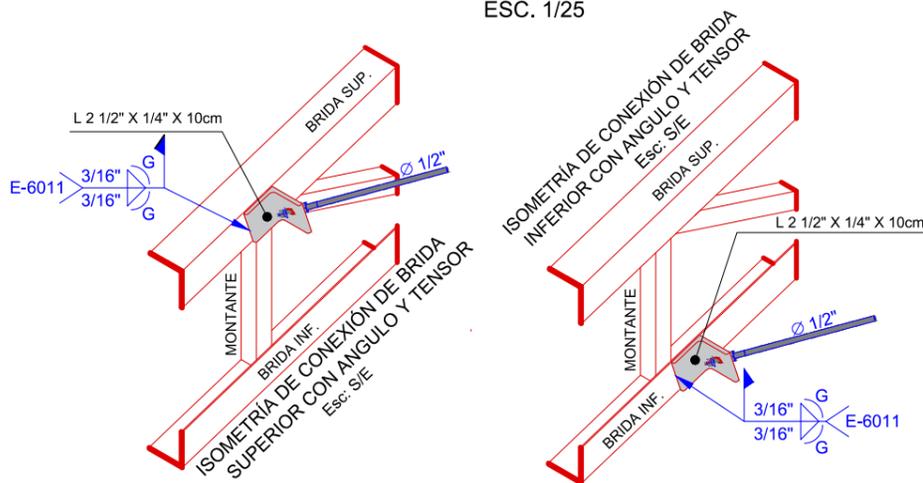
DETALLE DE ANCLAJE DE PLANCHA DE APOYO CON TUBO CUADRADO
ESC. 1/10



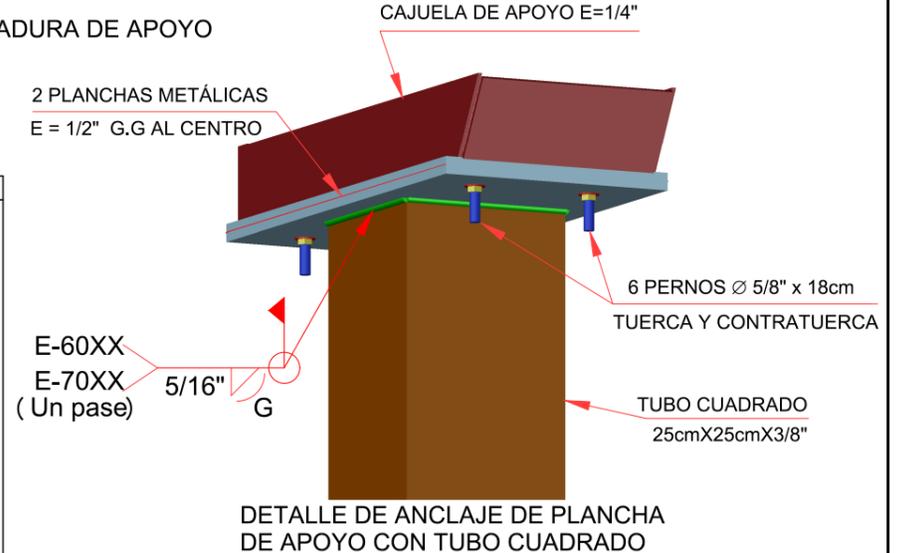
DETALLE P
ESC. 1/10



SECCIÓN TÍPICA DE ARCO
ESC: 1/10

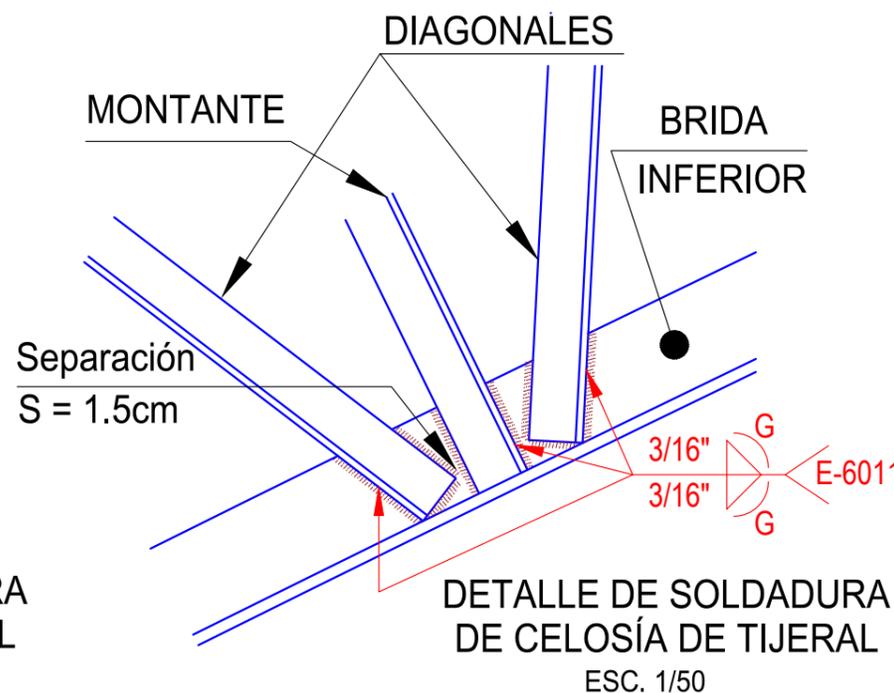
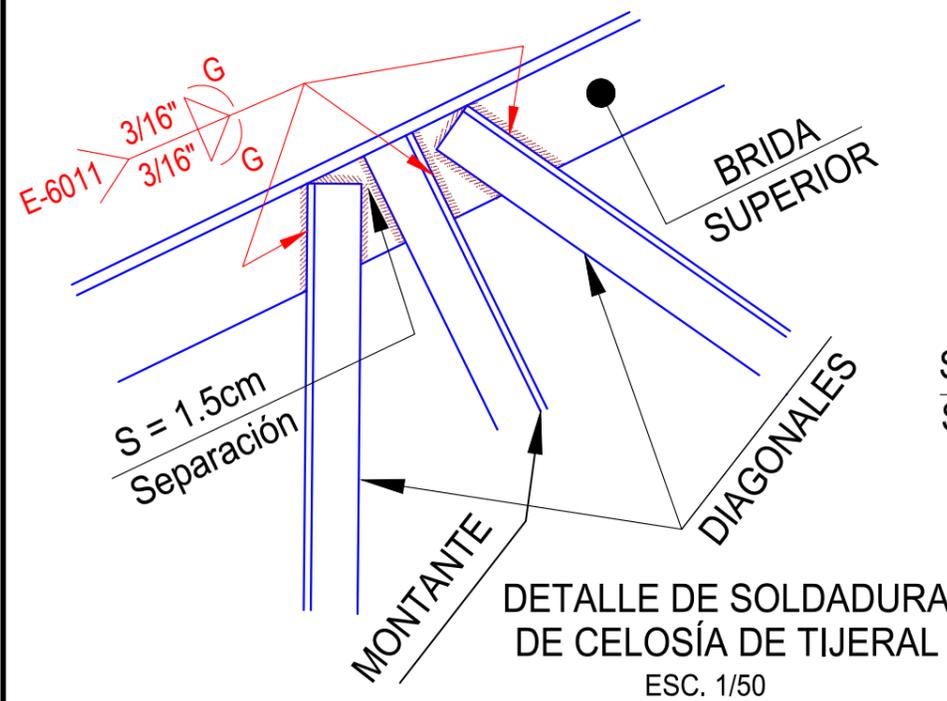
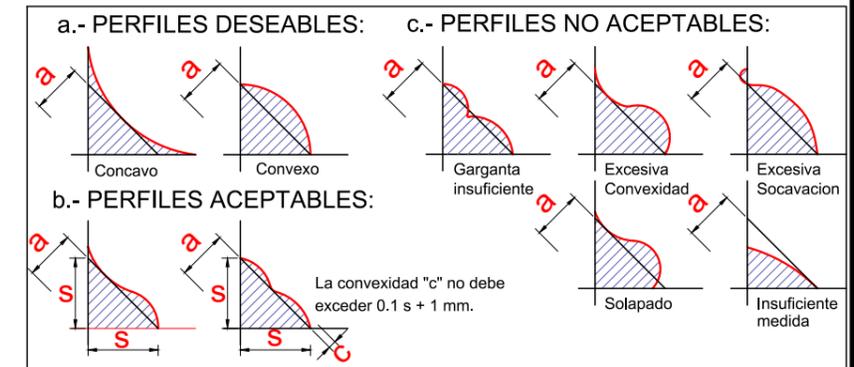
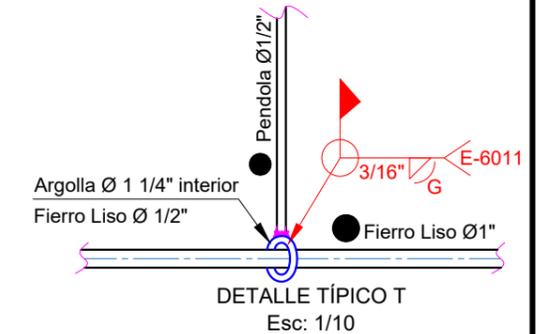
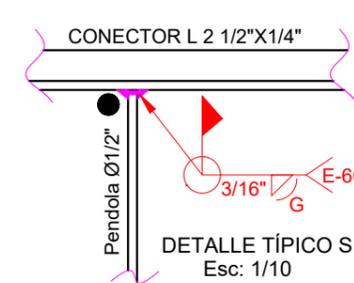
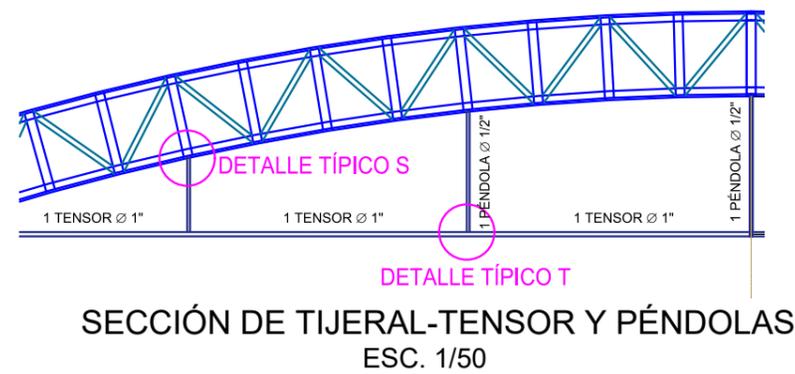
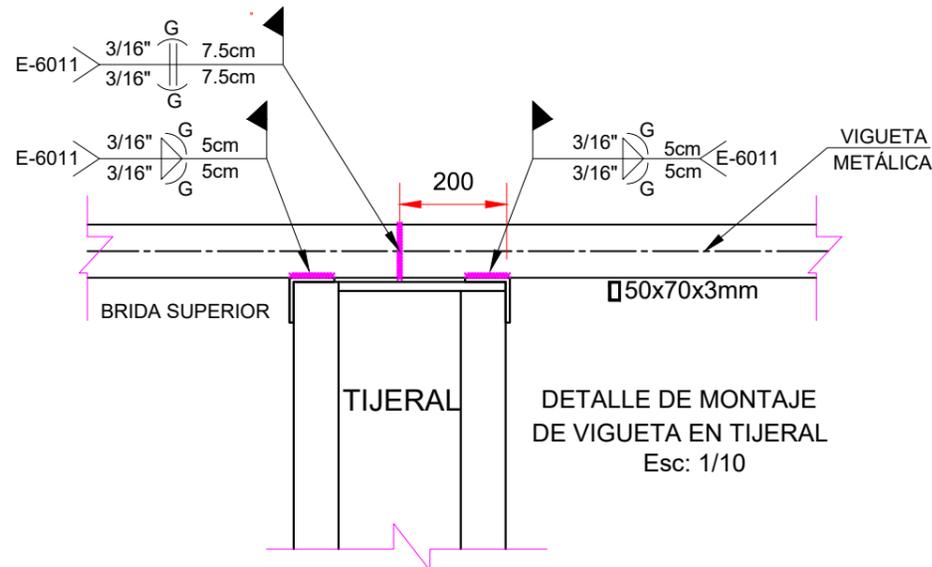
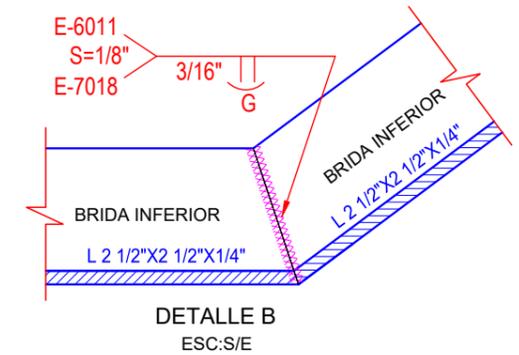
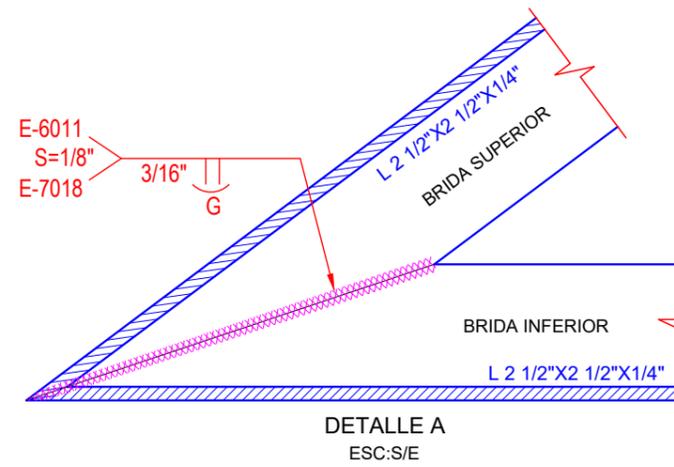
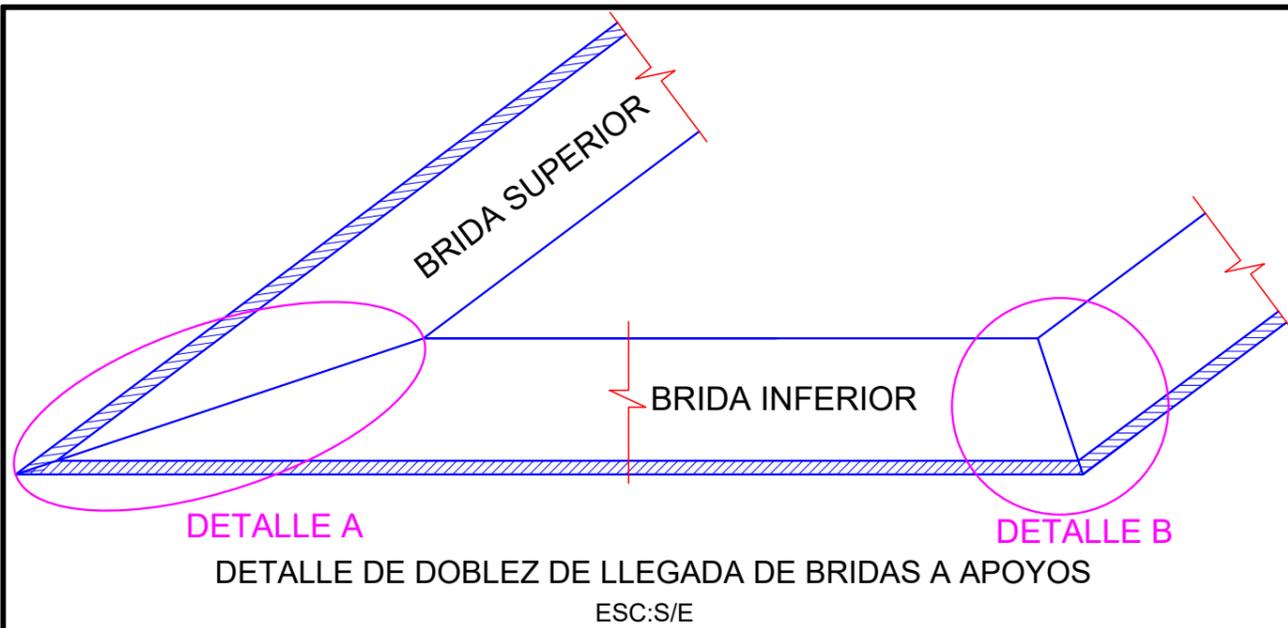


ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS Y CODIGOS APPLICABLES:	
-MATERIALES :	AMERICAN SOCIETY FOR TESTIN AND MATERIAL- ASTM
-ACERO :	AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION - AISC
-PINTURA :	STEEL STRUCTURES PAINTING COUNCIL - SSPC
-SOLDADURA :	AMERICAN WELDING SOCIETY - AWS
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA FABRICACION Y MONTAJE DE LA ESTRUCTURA DE ACERO AISCLFRD 99 ULTIMA EDICION:	
- PLANCHAS Y ANGULOS:	ASTM A-36 (fy = 2530 kg/cm ²)
- TUBO ESTRUCTURAL :	ASTM A500 GRADO A
- PERNOS DE ANCLAJE :	ASTM A-325
- SOLDADURA:	ELECTRODOS AWS-A 5.1 SERIE E - 6011 ELECTRODOS AWS-A 5.1 SERIE E - 7018 (PARA ACERO AL CARBONO)
EN CORDONES CONTINUOS ALREDEDOR DE LAS UNIONES, SALVO INDICACION.	
LA CALIDAD Y TRABAJO DE LA SOLDADURA CONFORMARÁ CON EL CODIGO DE SOLDADURA AWS D1.9-89 DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE SOLDADURA (AMERICAN WELDING SOCIETY).	
LA SOLDADURA DE LAS UNIONES DEBERÁ DESARROLLAR LA EL TRABAJO DE LA SOLDADURA DEBERÁ SER EFECTUADO POR ESPECIALISTAS CON EXPERIENCIA, PARA QUE EL CORDÓN DE COSTURA DE SOLDADURA SEA NORMAL Y EVITAR REQUEMADURAS EN LAS PARTES A SOLDAR, EL ESPECIALISTA ANTES DE EFECTUAR EL TRABAJO, DEBERÁ REVISAR TODOS LOS ELEMENTOS CONFORMANTES REPASANDO CON ESCOBILLA DE ALAMBRE DE ACERO, EN LAS ZONAS DE LAS PARTES A SOLDARSE Y DE ESTA MANERA EFECTUAR UNA UNIÓN SOLDADA LIMPIA.	
EL FABRICANTE DE LA ESTRUCTURA, DEBERÁ PRESENTAR EN OBRA, TODOS LOS EQUIPOS MECÁNICOS NECESARIOS PARA EFECTUAR EL MONTAJE DE ACUERDO CON LAS NORMAS TÉCNICAS DE MONTAJE, SEGURIDAD Y PREVISIÓN.	
PROTECCIÓN: LA ESTRUCTURA DE ACERO SE PROTEGERÁ CON PINTURA ANTICORROSIVA, QUE CONSTARÁ DE LAS SIGUIENTES CAPAS:	
A) PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE: ARENADO O LIMPIEZA MECÁNICA.	
C) ANTICORROSIVO EPOXICO O ZINCROMATO, 1 CAPA DE 3 MILS DE ESPESOR MÍN. DE PELÍCULA SECA.	
D) ACABADO : POLIURETANO 1 CAPA DE ESPESOR MÍN. 2 MILS DE PELÍCULA SECA.	



DETALLE DE ANCLAJE DE PLANCHA DE APOYO CON TUBO CUADRADO

PROYECTO:			
PROYECTO "MEJORAMIENTO DE PRODUCCION DE CULTIVO DE PAPA EN EL SECTOR MICHICULLAY, COMUNIDAD CAMPESINA MICHICULLAY, DISTRITO DE ENCAÑADA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.			
PLANO DE:			
PLANO DE TALLER - 06			
UBICACION:		SISTEMA:	
MICHICULLAY - ENCAÑADA - CAJAMARCA - CAJAMARCA		ESTRUCTURAS	
JEFATURA:	CONSULTOR:	DISENO:	LAMINA:
VoBo:			T-06
REVISADO:	ESCALA:	FECHA:	DIBUJO:
	INDICADA	DICIEMBRE-2021	CHRIMENT



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
<p>NORMAS Y CODIGOS APLICABLES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - MATERIALES : AMERICAN SOCIETY FOR TESTIN AND MATERIAL- ASTM - ACERO : AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION - AISC - PINTURA : STEEL STRUCTURES PAINTING COUNCIL - SSPC - SOLDADURA : AMERICAN WELDING SOCIETY - AWS <p>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA FABRICACION Y MONTAJE DE LA ESTRUCTURA DE ACERO AISC-LFRD 99 ULTIMA EDICION:</p> <ul style="list-style-type: none"> - PLANCHAS Y ANGULOS: ASTM A-36 (fy = 2530 kg/cm²) - TUBO ESTRUCTURAL : ASTM A500 GRADO A - PERNOS DE ANCLAJE : ASTM A-325 - SOLDADURA: ELECTRODOS AWS-A 5.1 SERIE E - 6011 (PARA ACERO AL CARBONO) <p>EN CORDONES CONTINUOS ALREDEDOR DE LAS UNIONES, SALVO INDICACION.</p> <ul style="list-style-type: none"> - LA CALIDAD Y TRABAJO DE LA SOLDADURA CONFORMARÁ CON EL CODIGO DE SOLDADURA AWS D1.1 DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE SOLDADURA (AMERICAN WELDING SOCIETY). - LA SOLDADURA DE LAS UNIONES DEBERÁ DESARROLLAR LA CAPACIDAD EN TRACCIÓN DE CADA ELEMENTO CONCURRENTE Y DEBERÁ USARSE EL DIAMETRO (Ø) DE LA VARILLA DE SOLDADURA QUE SE ESPECIFICA EN LOS PLANOS. 	<ul style="list-style-type: none"> - EL TRABAJO DE LA SOLDADURA DEBERÁ SER EFECTUADO POR ESPECIALISTAS CON EXPERIENCIA, PARA QUE EL CORDON DE COSTURA DE SOLDADURA SEA NORMAL Y EVITAR REQUEMADURAS EN LAS PARTES A SOLDAR, EL ESPECIALISTA ANTES DE EFECTUAR EL TRABAJO, DEBERÁ REVISAR TODOS LOS ELEMENTOS CONFORMANTES REPASANDO CON ESCOBILLA DE ALAMBRE DE ACERO, EN LAS ZONAS DE LAS PARTES A SOLDARSE Y DE ESTA MANERA EFECTUAR UNA UNIÓN SOLDADA LIMPIA. - EL FABRICANTE DE LA ESTRUCTURA, DEBERÁ PRESENTAR EN OBRA, TODOS LOS EQUIPOS MECÁNICOS NECESARIOS PARA EFECTUAR EL MONTAJE DE ACUERDO CON LAS NORMAS TÉCNICAS DE MONTAJE, SEGURIDAD Y PREVISIÓN. <p>PROTECCIÓN: LA ESTRUCTURA DE ACERO SE PROTEGERÁ CON PINTURA ANTICORROSIVA, QUE CONSTARÁ DE LAS SIGUIENTES CAPAS:</p> <p>A) PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE: ARENADO O LIMPIEZA MECÁNICA. C) ANTICORROSIVO EPÓXICO O ZINCROMATO, 1 CAPA DE 3 MILS DE ESPESOR MÍN. DE PELÍCULA SECA. D) ACABADO POLIURETANO 1 CAPA DE ESPESOR MÍN. 2 MILS DE PELÍCULA SECA.</p>

<p>PROYECTO: PROYECTO "MEJORAMIENTO DE PRODUCCION DE CULTIVO DE PAPA EN EL SECTOR MICHQUILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA MICHQUILLAY, DISTRITO DE ENCAÑADA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.</p>			
<p>PLANO DE: PLANO DE TALLER - 07</p>			
<p>UBICACION: MICHQUILLAY - ENCAÑADA - CAJAMARCA - CAJAMARCA</p>		<p>SISTEMA: ESTRUCTURAS</p>	
<p>JEFATURA:</p>	<p>CONSULTOR:</p>	<p>DISEÑO:</p>	<p>LAMINA:</p>
<p>VoBo:</p>	<p>ESCALA: INDICADA</p>	<p>FECHA: DICIEMBRE-2021</p>	<p>T-07</p>
<p>REVISADO:</p>	<p>ESCALA: INDICADA</p>	<p>FECHA: DICIEMBRE-2021</p>	<p>DIBUJO: CHRIMENT</p>