

Noviembre 2020.

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco.

División de Ciencias Básicas e Ingeniería.

Licenciatura en Ingeniería Industrial.

Propuesta de Proyecto de Integración en Ingeniería Industrial I.

Modalidad: Proyecto Tecnológico.

**MEJORAS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE UNA
EMPRESA FABRICANTE DE REMOLQUES Y
CARROCERÍAS.**

Alumna:

Brenda Lorena Flores Hidalgo.

Matrícula:

2162002040.

Asesor:

Dra. Lisaura Walkiria Rodríguez Alvarado.

Coasesor.

Ing. Jesús Loyo Quijada.

Trimestre 20-P.

Agradecimientos.

Le agradezco a ***Dios*** por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

A mis padres ***Ciro Flores*** y ***Antonia Hidalgo***, porque sabiendo que no existirá una forma de agradecer una vida de sacrificios y esfuerzos. Quiero que el sientan que el objetivo logrado también es suyo y que la fuerza que me ayudó a conseguirlo fue su apoyo.

A mi hermano, ***Yair Uriel***, porque además de ser mi hermano, es mi mejor amigo, gracias por todos los momentos que hemos compartido.

A mis abuelos, ***Cirilo Hidalgo*** y ***Leonarda Rafael***, este logro es para ustedes hasta el cielo, gracias por ser esas estrellas que iluminan mi camino siempre, ¡Ya soy ingeniera!

A la ***Dra. Lisaura Walkiria***, por todo el apoyo brindado a lo largo de la carrera, por ser una profesora excelente, por compartir conmigo sus conocimientos y sobre todo su amistad.

Al ***Ing. Jesús Loyo***, todo el apoyo brindado, por ser un excelente profesor, y sobre todo por siempre tener un consejo preciso para cada momento.

A mis amigos, ***Sharon, Joshua, Leonel, Moisés y Antonio***, por confiar y creer en mí, por haber hecho de mi etapa universitaria un trayecto de experiencias que jamás olvidaré, ¡Lo logramos!

A mi universidad, por ser mi segunda casa, por todas las oportunidades brindadas, por darme todas las herramientas con las que sabré enfrentar con valentía y responsabilidad mi vida profesional.

Con cariño y admiración.

Brenda Lorena Flores Hidalgo.

Declaratoria.

Yo, Dra. Lisaura Walkiria Rodríguez Alvarado, declaro que aprobé el contenido del presente Reporte de Proyecto de Integración y doy mi autorización para su publicación en la Biblioteca Digital, así como en el Repositorio Institucional de UAM Azcapotzalco.

Asesor

Yo, Ing. Jesús Loyo Quijada, declaro que aprobé el contenido del presente Reporte de Proyecto de Integración y doy mi autorización para su publicación en la Biblioteca Digital, así como en el Repositorio Institucional de UAM Azcapotzalco.

Yo, Brenda Lorena Flores Hidalgo, doy mi autorización a la Coordinación de Servicios de Información de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, para publicar el presente documento en la Biblioteca Digital, así como en el Repositorio Institucional de UAM Azcapotzalco.

Resumen.

En el presente documento se exponen las diferentes estrategias de mejora propuestas para el área de producción de una empresa del ramo metalmeccánico. En el primer capítulo se abordan los antecedentes de la empresa, en donde se explican sus características primordiales tales como la ubicación, principales actividades, productos y procesos, así como también, se menciona su gama de clientes y competidores, todo esto, con el propósito de tener un panorama general de la organización.

Posteriormente, en el capítulo 2 se presentan las diferentes problemáticas de la empresa, yendo desde la falta de formalización del sistema productivo, pasando por la ausencia de puntos de control, para finalmente llegar al exceso de transportes en la línea de producción, estos temas abordan específicamente el proceso de fabricación de plataformas, en esta etapa, también se mencionan las diferentes herramientas a utilizar para dar solución a dichas problemáticas.

En el capítulo tercero, se explican cada uno de los recursos teóricos en los cuales se basan las herramientas a utilizar, empleadas para el desarrollo de las propuestas de mejora.

Asimismo, en el cuarto capítulo, se expone el desarrollo del mapeo del proceso, en esta fase del proyecto se explican las razones por las cuales el realizar una documentación que englobe a las diferentes áreas de la manufactura de plataformas de manera general hasta lo particular, da respuesta a la problemática referente a la falta de formalización del sistema de producción, en esta etapa se presentan los veintitrés mapas desarrollados, éstos explican la secuencia de operaciones de las diferentes áreas y estaciones, en los esquemas de nivel 0, nivel 1, nivel 2, nivel 3 y nivel 4, mostrándose en cada nivel la serie de actividades con mayor profundidad.

El quinto capítulo, muestra la elaboración de los 10 indicadores de producción (KPI) instaurados en las actividades esenciales del proceso, los cuales se desarrollaron de manera conjunta con el mapeo del proceso abordado previamente, asimismo, se exponen los resultados obtenidos a través de un dashboard, con los cuales se plantea un plan de mejora para dichos puntos de control.

En el sexto capítulo, se expone la tercera propuesta de mejora, la cual hace referencia a la distribución de la línea de producción de plataforma, la cual fue realizada a través del uso de la metodología SLP (Systematic Layout Planning), con base en el estudio, se diseñaron 3 alternativas de distribución, donde a partir de las cuales se obtuvo la propuesta final de la redistribución de la línea de producción, con una eficiencia del 7.59%, asimismo, se presenta el modelado y la simulación de esta alternativa en el software FlexSim con la finalidad de generar una idea visual acerca de comportamiento de la nueva propuesta de planta.

Finalmente, en el último capítulo se realizó el análisis costo-beneficio para cada una de las propuestas anteriormente mencionadas, obteniéndose una rentabilidad del 22.33, 18.26 y 1.35, para el mapeo del proceso, KPI's y distribución de línea, respectivamente, con lo cual, se validan de manera efectiva las propuestas de mejora expuestas a lo largo de este proyecto.

Índice.

Capítulo 1. Antecedentes de la empresa.	1
1.1 Ubicación.	3
1.2 Principales actividades.	3
1.3 Productos y procesos.....	4
1.4 Clientes y competidores.....	5
Capítulo 2. Problemática actual de la empresa.....	6
2.1 Falta de formalización en el sistema de producción.....	6
2.2 Ausencia de puntos de control en el proceso de producción.	9
2.3 Exceso de transportes en la línea de producción.....	11
Capítulo 3. Marco de referencia.	13
3.1 Mapeo de procesos.	13
3.2 Definición de indicadores claves del proceso (KPI-Key Performance Indicator).	15
3.3 Descripción del SLP (Systematic Layout Planning).	18
3.4 Análisis costo-beneficio.....	32
Capítulo 4. Mapa del proceso de producción.	34
4.1 Modelo estratégico.	34
4.2 Mapa global de las interacciones entre áreas.	35
4.3 Mapa del proceso específico del proceso de producción.....	37
4.4 Mapa de los subprocesos de las áreas de producción.....	39
Capítulo 5. Indicadores claves del proceso de producción de plataformas.....	59
5.1 Determinación de puntos críticos del proceso.....	59
5.2 Tabla de relaciones de puntos críticos.	63
5.2 Ficha de indicadores.	65
5.3 Plan de acción.....	79
Capítulo 6. Propuesta de distribución de la línea de producción de plataformas.	82
6.1 Estudio de flujo de materiales.	82
6.2 Relación de actividades de las áreas de producción.	90
6.3 Diagrama de relaciones.....	92
6.4 Necesidades de espacio.....	94
6.5 Espacio disponible.....	95
6.6 Diagrama de relación de espacios.	96
6.7 Consideraciones de modificación.....	96

6.8 Limitaciones prácticas.	97
6.9 Desarrollo de alternativas.....	98
6.10 Evaluación y selección de propuestas.....	104
6.11 Simulación de la propuesta de distribución en FlexSim.....	107
Capítulo 7. Análisis costo beneficio.	126
7.1 Mapeo del proceso del área de producción.....	126
7.2 Indicadores claves del proceso.....	128
7.3 Propuesta de distribución de la línea de producción.	130
Conclusiones.....	139
Bibliografía.....	141
A. Anexo I.....	142
B. Anexo II.	225
C. Anexo III.	231
D. Anexo IV.....	242

Índice de figuras.

Figura 1.1. Organigrama de la empresa. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A de C.V, 2020.....	2
Figura 1.2 Ubicación de la empresa. Fuente: Google maps, 2020.	3
Figura 1.3 Gama de productos. Fuente: Elaboración propia, 2020.	4
Figura 2.1. Representación del método de trabajo actual en la empresa. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	7
Figura 2.2. Diagrama de Ishikawa de la falta de formalización del sistema de producción de plataformas. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	8
Figura 2.3. Ejemplo de MUDAS identificadas en la empresa. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	9
Figura 2.4. Diagrama de Ishikawa de la ausencia de puntos de control en el proceso de manufactura de plataformas. Fuente: Elaboración propia, 2020.	10
Figura 2.5. Transportes realizados en el proceso de elaboración de plataformas. Fuente: Elaboración propia, 2020.	11
Figura 2.6. Diagrama de Ishikawa del exceso de transportes en la línea de producción. Fuente: Elaboración propia, 2020.	12
Figura 3.1. Estructura básica de un proceso. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	13
Figura 3.2. Niveles de un mapeo de procesos. Fuente: Elaboración propia, 2020.	14
Figura 3.3. Ficha de indicador. Fuente: Elaboración propia, 2020 (modificado de UNE, 2003).	16
Figura 3.4. Ciclo PHVA. Fuente: ISO 9001:2015.....	17
Figura 3.5. Pasos del SLP. Fuente: Planificación y proyección de la empresa industrial, 1968.	18
Figura 3.6. Llave de planteamiento. Fuente: Planificación y proyección de la empresa industrial, 1968.	19
Figura 3.7. Gráfica P-Q. Fuente: Planificación y proyección de la empresa industrial, 1968.	20
Figura 3.8. Ejemplo de diagrama de multiproductos. Fuente: Planificación y proyección de la empresa industrial, 1968.....	21
Figura 3.9. Diagrama DE-A. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	22
Figura 3.10. Carta de relaciones. Fuente: Planificación y proyección de la empresa industrial, 1968.....	23
Figura 3.11. Formato de hoja de trabajo. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	24
Figura 3.12. Código de proximidades. Fuente: Planificación y proyección de la empresa industrial, 1968.	25
Figura 3.13. Ejemplo de uso del código de proximidades. Fuente: Planificación y proyección de la empresa industrial, 1968.	26
Figura 3.14. Formato de plantilla para diagrama adimensional. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	27
Figura 3.15. Ejemplo de diagrama adimensional de bloques con penalizaciones. Fuente: Elaboración propia, 2020.	28
Figura 3.16. Ejemplo de diagrama dimensional. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	29

Figura 3.17. Ejemplo de cambio de la forma de un departamento. Fuente: Planificación y proyección de la empresa industrial, 1968.	30
Figura 3.18. Formato para el análisis de factores. Fuente: Planificación y proyección de la empresa industrial, 1968.	31
Figura 3.19. Criterios de calificación. Fuente: Planificación y proyección de la empresa industrial, 1968.	31
Figura 4.1. Mapa del modelo de negocios (nivel 0). Fuente: Elaboración propia, 2020.	35
Figura 4.2. Mapa global de las interacciones entre áreas (nivel 1). Fuente: Elaboración propia, 2020.	36
Figura 4.3. Mapa del proceso específico del proceso de producción (nivel 2). Fuente: Elaboración propia, 2020.	38
Figura 4.4. Mapa del proceso de la estación de pantógrafo (nivel 3). Fuente: Elaboración propia, 2020.	40
Figura 4.5. Mapa del proceso de la estación de corte por cizalla (nivel 3). Fuente: Elaboración propia, 2020.	41
Figura 4.6. Mapa del proceso de la estación de doblado de las piezas que vienen de pantógrafo-CNC (nivel 3). Fuente: Elaboración propia, 2020.	42
Figura 4.7. Mapa del proceso de la estación de doblado de las piezas que vienen de corte por cizalla (nivel 3). Fuente: Elaboración propia, 2020.	43
Figura 4.8. Mapa del proceso de la estación de subensambles (nivel 3). Fuente: Elaboración propia, 2020.	44
Figura 4.9. Mapa del proceso del subensamble de vigas (nivel 4). Fuente: Elaboración propia, 2020.	45
Figura 4.10. Mapa del proceso del subensamble de concha frontal (nivel 4). Fuente: Elaboración propia, 2020.	46
Figura 4.11. Mapa del proceso del subensamble de portallantas (nivel 4). Fuente: Elaboración propia, 2020.	47
Figura 4.12. Mapa del proceso del subensamble de borda (nivel 4). Fuente: Elaboración propia, 2020.	48
Figura 4.13. Mapa del proceso del subensamble de pata de elefante (nivel 4). Fuente: Elaboración propia, 2020.	49
Figura 4.14. Mapa del proceso del subensamble de patines (nivel 4). Fuente: Elaboración propia, 2020.	50
Figura 4.15. Mapa del proceso de la estación de ensamble (nivel 3). Fuente: Elaboración propia, 2020.	51
Figura 4.16. Mapa del proceso de corte por sierra (nivel 4). Fuente: Elaboración propia, 2020.	52
Figura 4.17. Mapa del proceso de la estación de madera (nivel 3). Fuente: Elaboración propia, 2020.	53
Figura 4.18. Mapa del proceso de la estación de pintura (nivel 3). Fuente: Elaboración propia, 2020.	54
Figura 4.19. Mapa del proceso de la estación de luces y frenos (nivel 3). Fuente: Elaboración propia, 2020.	55

Figura 4.20. Mapa del proceso de la instalación de luces (nivel 4). Fuente: Elaboración propia, 2020.....	56
Figura 4.21. Mapa del proceso de instalación de frenos (nivel 4). Fuente: Elaboración propia, 2020.....	57
Figura 4.22. Mapa del proceso de instalación de llantas (nivel 4). Fuente: Elaboración propia,2020.....	58
Figura 5.1. Traslado correspondiente al VP1. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	59
Figura 5.2. Transporte correspondiente al VP2. Fuente: Elaboración propia, 2020.	60
Figura 5.3. Transporte correspondiente al VP3. Fuente: Elaboración propia, 2020.	60
Figura 5.4. Transporte correspondiente al VP4. Fuente: Elaboración propia,2020.	61
Figura 5.5. Transporte correspondiente al VP5. Fuente: Elaboración propia, 2020.	61
Figura 5.6. Transporte correspondiente al VP6. Fuente: Elaboración propia, 2020.	62
Figura 5.7. Transporte correspondiente al VP7. Fuente: Elaboración propia, 2020.	62
Figura 5.8. Transporte correspondiente al VP8. Fuente: Elaboración propia, 2020.	63
Figura 5.9. Ficha del indicador VP1. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	65
Figura 5.10. Ficha del indicador VP2. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	66
Figura 5.11. Ficha del indicador VP3. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	67
Figura 5.12. Ficha del indicador VP4. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	68
Figura 5.13. Ficha del indicador VP5. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	69
Figura 5.14. Ficha del indicador VP6. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	70
Figura 5.15. Ficha del indicador VP7. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	71
Figura 5.16. Ficha del indicador VP8. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	72
Figura 5.17. Ficha de indicador VP9. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	73
Figura 5.18. Ficha de indicador VP9. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	74
Figura 5.19. Dashboard. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	75
Figura 5.20. Ejemplo de una de las gráficas perteneciente al Dashboard de los diferentes traslados de materiales. Fuente: Elaboración propia.....	76
Figura 5.21. Gráfica de pastel del total de plataformas buenas y malas. Fuente: Elaboración propia.....	77
Figura 5.22. Gráfica de barras de las razones de las fallas en la manufactura de plataformas. Fuente: Elaboración propia.	77
Figura 5.23. Estudio de utilidades en \$/min de una plataforma de 40". Fuente: Elaboración propia.....	78
Figura 5.24. Estudio de utilidades en \$/min de una plataforma de 31". Fuente: Elaboración propia.....	78
Figura 5.25. Diagrama de Ishikawa del proceso de elaboración de plataformas. Fuente: Elaboración propia.	79
Figura 6.1. Gráfica P-Q. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	82
Figura 6.2. Diagrama multiproductos (primera parte). Fuente: Elaboración propia, 2020..	83
Figura 6.3. Diagrama multiproductos (segunda parte). Fuente: Elaboración propia, 2020.	83
Figura 6.4. Lugares de ensamble de la línea de producción actual. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	84
Figura 6.5. Diagrama DE-A del lugar de ensamble 1. Fuente: Elaboración propia, 2020. .	85

Figura 6.6. Diagrama DE-A del lugar de ensamble 2. Fuente: Elaboración propia, 2020. .	85
Figura 6.7. Diagrama DE-A del lugar de ensamble 3. Fuente: Elaboración propia, 2020. .	86
Figura 6.8. Gráfica: Distancia-Peso de la ruta de ensamble 1. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	87
Figura 6.9. Gráfica: Distancia-Peso de la ruta de ensamble 2. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	87
Figura 6.10. Gráfica: Distancia-Peso de la ruta de ensamble 3. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	88
Figura 6.11. Sistemas de manejo de materiales. Fuente: Systematic Handling Analysis, 1969.	89
Figura 6.12. Gráfica distancia intensidad del sistema de manejo de materiales. Fuente: Systematic Handling Analysis, 1969.	89
Figura 6.13. Carta de relaciones. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	90
Figura 6.14. Hoja de trabajo correspondiente a la carta de relaciones. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	91
Figura 6.15. Diagrama de relaciones tipo A. Fuente: Elaboración propia, 2020.	92
Figura 6.16. Diagrama de relaciones tipo A y E. Fuente: Elaboración propia, 2020.	92
Figura 6.17. Diagrama de relaciones tipo A, E, e I. Fuente: Elaboración propia, 2020.	93
Figura 6.18. Diagrama de relaciones tipo A, E, I y O. Fuente: Elaboración propia, 2020. ..	93
Figura 6.19. Diagrama de relaciones tipo A, E, I, O y X. Fuente: Elaboración propia, 2020.	94
Figura 6.20. Diagrama adimensional. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	96
Figura 6.21. Plano actual de la empresa. Fuente: Elaboración propia, 2020.	97
Figura 6.22. Primera propuesta de redistribución de la línea de producción de plataformas. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	99
Figura 6.23. Segunda propuesta de redistribución de la línea de producción de plataformas. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	101
Figura 6.24. Tercera propuesta de redistribución de la línea de producción de plataformas. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	103
Figura 6.25. Propuesta final de redistribución de la línea de producción de plataformas. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	106
Figura 6.26. Vista panorámica del modelado de las estaciones de pantógrafo y subensambles (soldado). Fuente: Elaboración propia, 2020.	107
Figura 6.27. Simulación de la estación de pantógrafo. Fuente: Elaboración propia, 2020.	108
Figura 6.28. Simulación de la primera parte de la estación de subensambles (soldado). Fuente: Elaboración propia, 2020.....	109
Figura 6.29. Simulación de la segunda parte de la estación de subensambles (soldado). Fuente: Elaboración propia, 2020.....	110
Figura 6.30. Vista panorámica del modelado de las estaciones corte y doblado. Fuente: Elaboración propia, 2020.	110
Figura 6.31. Simulación del proceso de corte por pantógrafo o por cizalla. Fuente: Elaboración propia, 2020.	111
Figura 6.32. Simulación del proceso de doblado. Fuente: elaboración propia, 2020.....	112

Figura 6.33. Simulación del transporte de piezas dobladas a los diferentes racks. Fuente: Elaboración propia, 2020.	112
Figura 6.34. Vista panorámica del modelado de las estaciones de ensamble. Fuente: Elaboración propia, 2020.	113
Figura 6.35. Simulación del inicio del proceso de ensamble (transporte de vigas soldadas). Fuente: Elaboración propia, 2020.	114
Figura 6.36. Simulación del proceso de corte de perfiles. Fuente: Elaboración propia, 2020.	115
Figura 6.37. Simulación del proceso de elaboración de subensambles. Fuente: Elaboración propia, 2020.	115
Figura 6.38. Simulación del inicio del transporte de materiales a través de operarios y grúa. Fuente: Elaboración propia, 2020.	116
Figura 6.39. Simulación del ensamble de plataformas en cada estación. Fuente: Elaboración propia, 2020.	116
Figura 6.40. Simulación del transporte de las plataformas ensambladas a almacén. Fuente: Elaboración propia, 2020.	117
Figura 6.41. Vista panorámica del modelado de la estación de madera y ensamble de piso de lámina antiderrapante. Fuente: Elaboración propia, 2020.	117
Figura 6.42. Simulación del transporte de la plataforma ensamblada. Fuente: Elaboración propia, 2020.	118
Figura 6.43. Simulación de la estación de madera. Fuente: Elaboración propia, 2020.	119
Figura 6.44. Simulación de la estación de ensamble de piso de lámina antiderrapante. Fuente: Elaboración propia, 2020.	119
Figura 6.45. Simulación del transporte de las plataformas con piso de lámina antiderrapante. Fuente: Elaboración propia, 2020.	120
Figura 6.46. Vista panorámica del modelado de la estación de lavado y pintura. Fuente: Elaboración propia, 2020.	120
Figura 6.47. Simulación del transporte de la plataforma con piso de lámina a la estación de lavado. Fuente: Elaboración propia, 2020.	121
Figura 6.48. Simulación de la estación de pintura, teniendo una plataforma en espera en el almacén de plataformas lavadas. Fuente: Elaboración propia, 2020.	121
Figura 6.49. Vista panorámica del modelado de las estaciones de luces y frenos. Fuente: Elaboración propia, 2020.	122
Figura 6.50. Simulación del transporte de la plataforma pintada a la estación de luces y frenos. Fuente: Elaboración propia, 2020.	123
Figura 6.51. Simulación del proceso de armado y almacenamiento de tanques, válvulas y llantas. Fuente: Elaboración propia, 2020.	123
Figura 6.52. Simulación del proceso realizado en la estación de luces y frenos. Fuente: Elaboración propia, 2020.	124
Figura 6.53. Simulación de la colocación de luces y frenos en ambas estaciones. Fuente: Elaboración propia, 2020.	124
Figura 6.54. Simulación del transporte de las plataformas terminadas. Fuente: Elaboración propia, 2020.	125

Figura 7.1. Diagrama de flujo de dinero correspondiente a las anualidades y mensualidades a pagar por la construcción de la nave industrial. Fuente: Elaboración propia, 2020.	132
Figura 7.2. Diagrama de flujo de dinero correspondiente a las anualidades y mensualidades a pagar por la adquisición de una cabina de pintura. Fuente: Elaboración propia, 2020..	133
Figura 7.3. Diagrama de flujo de dinero correspondiente a las anualidades y mensualidades a pagar por la adquisición de una soldadora. Fuente: Elaboración propia, 2020.	134
Figura 7.4. Diagrama de flujo de dinero correspondiente a las anualidades y mensualidades a pagar por la adquisición de una grúa de 6 toneladas. Fuente: Elaboración propia, 2020.	135
Figura 7.5. Diagrama de flujo de dinero correspondiente a las anualidades y mensualidades a pagar por la adquisición de una almacenes o racks. Fuente: Elaboración propia, 2020.	136
Figura A.1. Plano general de la plataforma. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	142
Figura A.2. Plano del ensamble de plataforma (soldadura). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.....	143
Figura A.3. Plano del ensamble del cabezal trasero. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.....	144
Figura A.4. Plano de la placa de gancho de arrastre. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	145
Figura A.5. Plano del patín superior de la placa de gancho. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.....	146
Figura A.6. Plano de la placa portamanitas. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	147
Figura A.7. Plano del patín inferior de la placa de gancho. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.....	148
Figura A.8. Plano del cartabón de la placa de gancho. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	149
Figura A.9. Plano del ensamble de puentes suspensión. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.....	150
Figura A.10. Plano del puente percha (primera parte). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	151
Figura A.11. Plano del puente percha (segunda parte). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.....	152
Figura A.12. Plano del puente percha (segunda parte). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.....	153
Figura A.13. Plano del ensamble del cabezal trasero. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	154
Figura A.14. Plano del ensamble del cabezal frontal PL00. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.....	155
Figura A.15. Plano del cabezal frontal. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.....	156
Figura A.16. Plano de la porta placa grande. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	157

Figura A.17. Plano de la plafonera de la defensa derecha. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.....	158
Figura A.18. Plano del ensamble de la defensa PL00 (primera parte). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	159
Figura A.19. Plano del ensamble de la defensa PL00 (segunda parte). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	160
Figura A.20. Plano de la tapa estribo. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.....	161
Figura A.21. Plano de la porta placa chica. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	162
Figura A.22. Plano del cabezal posterior. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	163
Figura A.23. Plano del cartabón de la defensa derecha. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.....	164
Figura A.24. Plano del ensamble acoplador. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	165
Figura A.25. Plano de la plancha quinta rueda. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.....	166
Figura A.26. Plano del puente 2 quinta rueda. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.....	167
Figura A.27. Plano del canal quinta rueda. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	168
Figura A.28. Plano del puente 1 quinta rueda. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.....	169
Figura A.29. Plano del ángulo 1 quinta rueda (primera parte). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.....	170
Figura A.30. Plano del ángulo 1 quinta rueda (segunda parte). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.....	171
Figura A.31. Plano del atiezador quinta rueda. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.....	172
Figura A.32. Plano del ensamble de vigas (explosivo). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.....	173
Figura A.33. Plano del ensamble de vigas (explosivo). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.....	174
Figura A.34. Plano del ensamble de vigas (soldadura). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.....	175
Figura A.35. Plano del alma cuello. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.....	176
Figura A.36. Plano del alma posterior. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.....	177
Figura A.37. Plano del patín superior. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.....	178

Figura A.38. Plano del patín inferior. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.....	179
Figura A.39. Plano del ensamble del chasis (explosivo). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.....	180
Figura A.40. Plano del ensamble del chasis. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	181
Figura A.41. Plano del ensamble del chasis de PL40. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	182
Figura A.42. Plano de la ménsula chica. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.....	183
Figura A.43. Plano de la ménsula grande. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	184
Figura A.44. Plano del atiezador cuello F. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	185
Figura A.45. Plano del atiezador cuello P. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	186
Figura A.46. Plano del atiezador suspensión. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	187
Figura A.47. Plano de la concha de 90 cm. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	188
Figura A.48. Plano de la pared de la concha. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	189
Figura A.49. Plano del poste. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	190
Figura A.50. Plano de la buchaca. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.....	191
Figura A.51. Plano del complemento. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.....	192
Figura A.52. Plano del esquinero. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	193
Figura A.53. Plano del travesaño. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	194
Figura A.54. Plano del ensamble de patines. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	195
Figura A.55. Plano del patín cruz-atlas (primera parte). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.....	196
Figura A.56. Plano del patín cruz-atlas (segunda parte). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.....	197
Figura A.57. Plano de la placa patín. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.....	198
Figura A.58. Plano de la caja del izquierdo. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	199

Figura A.59. Plano del poste V. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	200
Figura A.60. Plano del poste derecho. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	201
Figura A.61. Plano del atiezador patín. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	202
Figura A.62. Plano de la base de pata de elefante. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	203
Figura A.63. Plano de la pared de pata de elefante. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	204
Figura A.64. Plano del ensamble de borda (primera parte). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	205
Figura A.65. Plano del ensamble de borda (primera parte). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	206
Figura A.66. Plano del ensamble de borda (soldadura). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	207
Figura A.67. Plano del gancho de pata de elefante. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	208
Figura A.68. Plano del gancho para borda. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	209
Figura A.69. Plano del buchaca para borda. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	210
Figura A.70. Plano de la banda de rozamiento. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	211
Figura A.71. Plano de PTR para la borda. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	212
Figura A.72. Plano del ensamble de lodera. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	213
Figura A.73. Plano de la porta lodera. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	214
Figura A.74. Plano de la solera para la lodera. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	215
Figura A.75. Plano del ensamble del porta tanque. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	216
Figura A.76. Plano de la ménsula para el porta tanque. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	217
Figura A.77. Plano del ensamble del porta llantas (primera parte). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	218
Figura A.78. Plano del ensamble del porta llantas (segunda parte). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	219
Figura A.79. Plano del ensamble del porta llantas (tercera parte). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	220

Figura A.80. Plano de la “U” para el porta llanta. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	221
Figura A.81. Plano del ángulo base. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.....	222
Figura A.82. Plano de la ménsula derecha. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	223
Figura A.83. Plano de la “L” para el porta llanta. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	224
Figura B.1. Registro de los requerimientos de calidad cumplidos para la orden NS-3056-20. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	225
Figura B.2. Registro de los requerimientos de calidad cumplidos para la orden NS-3053-20. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	226
Figura B.3. Registro de los requerimientos de calidad cumplidos para la orden NS-3043-20. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	227
Figura B.4. Registro de los requerimientos de calidad cumplidos para la orden NS-3042-20. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	228
Figura B.5. Registro de los requerimientos de calidad cumplidos para la orden NS-3041-20. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	229
Figura B.6. Registro de los requerimientos de calidad cumplidos para la orden NS-3040-20. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.	230
Figura C.1. Plano del espacio requerido para la estación de pantógrafo. Fuente: Elaboración propia.....	231
Figura C.2. Plano del espacio requerido para la estación de corte. Fuente: Elaboración propia.	232
Figura C.3. Plano del espacio requerido para la estación de doblado. Fuente: Elaboración propia.....	233
Figura C.4. Plano del espacio requerido para la estación de subensambles (soldado). Fuente: Elaboración propia.	234
Figura C.5. Plano del espacio requerido para la estación de subensambles. Fuente: Elaboración propia.	235
Figura C.6. Plano del espacio requerido para la estación de ensamble. Fuente: Elaboración propia.....	236
Figura C.7. Plano del espacio requerido para la estación de madera. Fuente: Elaboración propia.....	237
Figura C.8. Plano del espacio requerido para la estación de madera. Fuente: Elaboración propia.....	238
Figura C.9. Plano del espacio requerido para la estación de luces y frenos. Fuente: Elaboración propia.	239
Figura C.10. Plano del espacio requerido para el almacén 1. Fuente: Elaboración propia.	240
Figura C.11. Plano del espacio requerido para el almacén 2. Fuente: Elaboración propia.	241
Figura D.1. Diagrama DE-A de la propuesta 1. Fuente: Elaboración propia.	242
Figura D.2. Diagrama DE-A de la propuesta 2. Fuente: Elaboración propia.....	243
Figura D.3. Diagrama DE-A de la propuesta 3. Fuente: Elaboración propia.....	244

Índice de tablas.

Tabla 3.1. Simbología básica de un diagrama de flujo. Elaboración propia, 2020 (modificado de UNE, 2003).....	13
Tabla 3.2. Código de colores utilizado en una carta de relaciones. Fuente: Elaboración propia, 20020.....	24
Tabla 5.1. Tabla de relaciones de puntos críticos. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	64
Tabla 5.2. Plan de mejora (primera parte). Fuente: Elaboración propia.....	80
Tabla 5.3. Plan de mejora (segunda parte) Fuente: Elaboración propia.....	81
Tabla 6.1. Porcentaje de relaciones establecidas. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	91
Tabla 6.2. Necesidades de espacio. Fuente: Elaboración propia,2020.....	95
Tabla 6.3. Comparación de espacios. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	95
Tabla 6.4. Cálculo del factor F para la propuesta 1. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	98
Tabla 6.5. Cálculo del factor F para la propuesta 2. Fuente: Elaboración propia, 2020....	100
Tabla 6.6. Cálculo del factor F para la propuesta 3. Fuente: Elaboración propia, 2020....	102
Tabla 6.7. Evaluación de propuestas. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	104
Tabla 7.1. Cálculo de costos correspondientes al mapeo del proceso. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	126
Tabla 7.2. Cálculo de beneficios correspondientes al mapeo del proceso. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	127
Tabla 7.3. Análisis costo beneficio del mapeo del proceso del área de producción. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	127
Tabla 7.4. Cálculo de costos del desarrollo de indicadores claves del proceso. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	128
Tabla 7.5. Cálculo de beneficios del desarrollo de indicadores claves del proceso. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	129
Tabla 7.6. Análisis costo beneficio del desarrollo de indicadores clave del proceso. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	129
Tabla 7.7. Costos del material a adquirir. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.....	130
Tabla 7.8. Cálculo de costos de la re-distribución de planta. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	136
Tabla 7.9. Cálculo de beneficios de la re-distribución de planta. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	137
Tabla 7.10. Análisis costo beneficio del desarrollo de indicadores clave del proceso. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	137

Índice de ecuaciones.

Ecuación 1.	21
Ecuación 2.	22
Ecuación 3.	24
Ecuación 4.	27
Ecuación 5.	30
Ecuación 6.	32
Ecuación 7.	86
Ecuación 8.	86
Ecuación 9.	86
Ecuación 10.	127
Ecuación 11.	129
Ecuación 12.	130
Ecuación 13.	131
Ecuación 14.	131
Ecuación 15.	138
Ecuación 16.	242
Ecuación 17.	243
Ecuación 18.	244

Capítulo 1. Antecedentes de la empresa.

Remolques y Carrocerías Cruz, S. A. de C.V. es una empresa del ramo metalmeccánico dedicada a la producción y venta de remolques, semirremolques y carrocerías utilizados principalmente en la industria del autotransporte, al contar con aproximadamente 70 empleados se considera una empresa mediana.

La compañía fue fundada en el año de 1986 por el señor Emilio Cruz Juárez, la cual, inició como un taller de fabricación de carrocerías y reparaciones. La calidad y atención con la que siempre han brindado cada uno de los servicios, han hecho que la empresa pueda crecer constantemente, por lo que hoy en día cuentan con 34 años de actividad y experiencia.

Esta corporación es encabezada por un comité administrativo, quien rige al director general, y este a su vez dirige a los gerentes administrativo y general, el gerente administrativo se encarga de coordinar a las áreas de finanzas, ventas y recursos humanos. Por otro lado, el gerente general, supervisa a los jefes de mantenimiento, compras, diseño y desarrollo, control de calidad y planta, esta última área se encuentra el planeador de producción y el supervisor de planta el cual está al mando de los encargados de corte/doblés, subensambles y soldadura, quienes son los responsables de verificar que cada uno de los operadores realice su trabajo de manera adecuada, dicha estructura organizacional se representa en la figura 1.1.

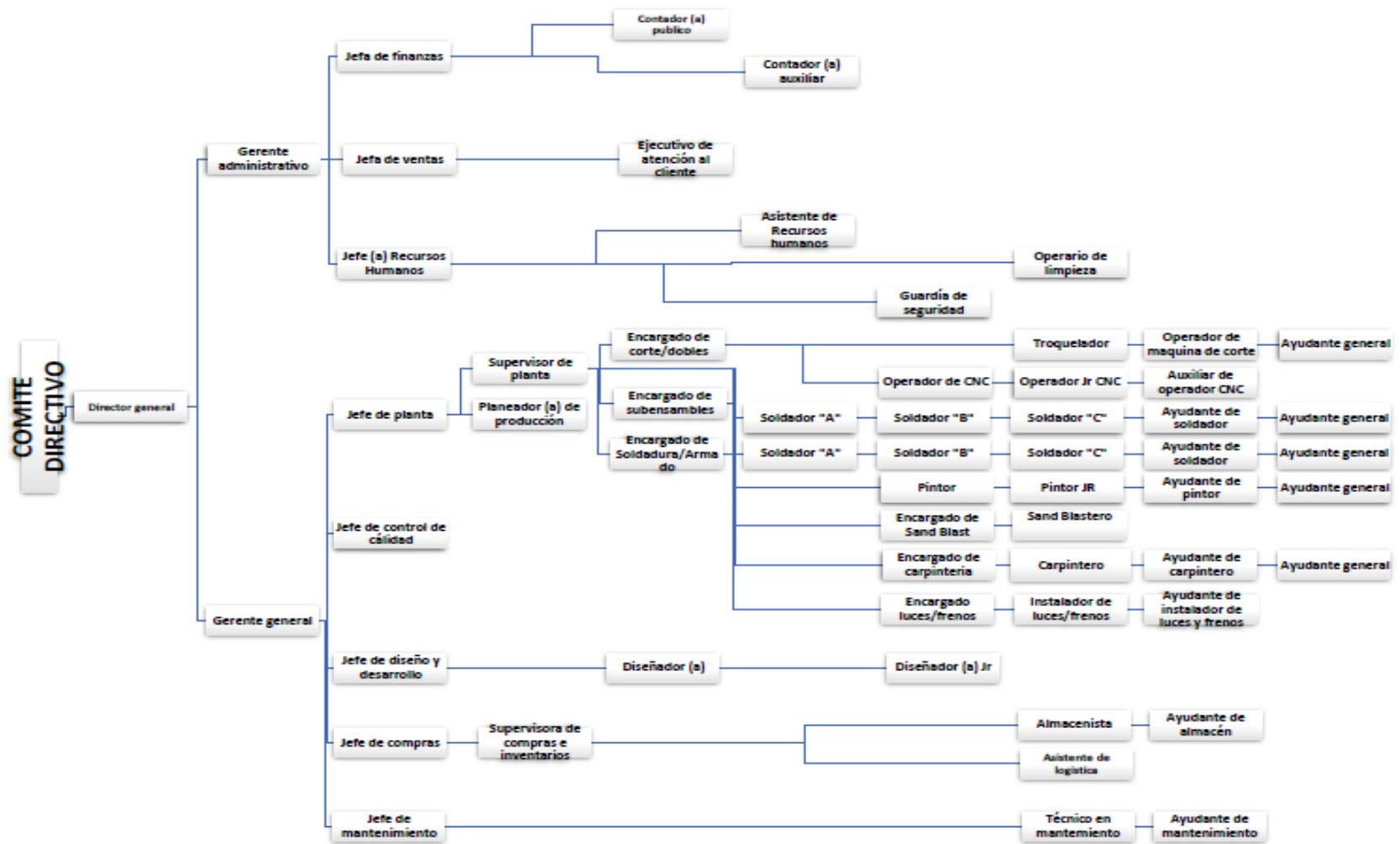


Figura 1.1. Organigrama de la empresa. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A de C.V, 2020.

1.1 Ubicación.

El centro de trabajo de esta empresa se encuentra ubicado en el Estado de México, en la carretera Zumpango-Apaxco km 30.5, C.P. 55650, barrio San José, municipio de Tequixquiac en una zona semiurbana, tal como se muestra en la figura 1.2.

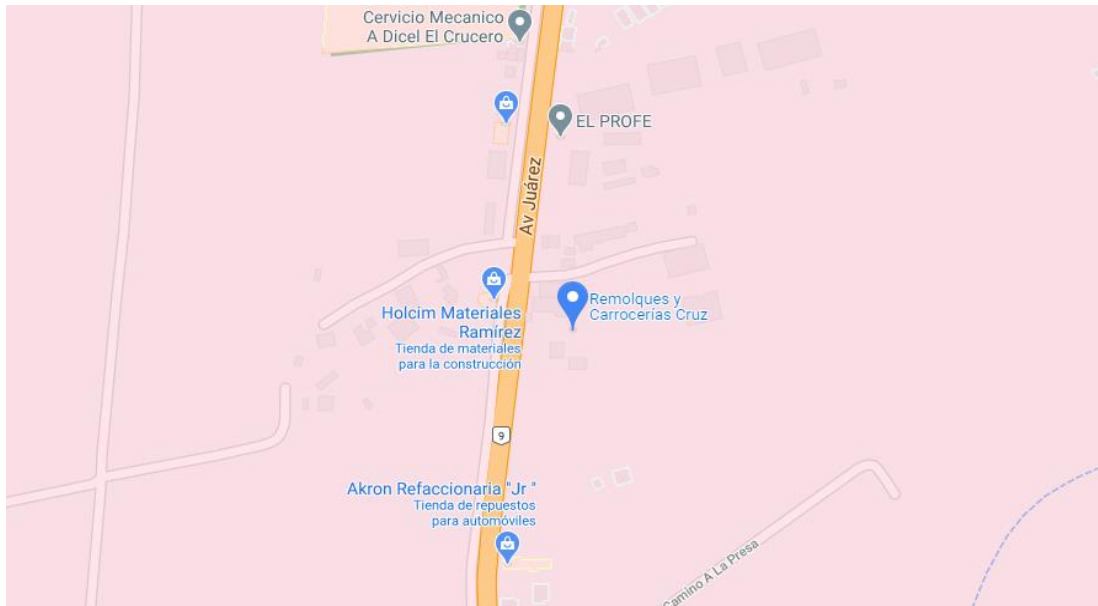


Figura 1.2 Ubicación de la empresa. Fuente: Google maps, 2020.

1.2 Principales actividades.

La empresa desarrolla sus actividades en un inmueble de aproximadamente 1000 m², en él se encuentran ubicadas las oficinas administrativas de la empresa. Asimismo, cuenta con dos naves industriales en las cuales se desenvuelven cada una de las actividades correspondientes a la fabricación de sus productos, actualmente, se está construyendo una nueva nave industrial, en donde se pretende instalar una línea de producción de plataformas.

De igual manera, existe un edificio donde se sitúan las oficinas encargadas del control de calidad y diseño de productos, así como un espacio de un almacén de materia prima, dividido en dos partes, la primera de ellas almacena los materiales pesados como el acero, la segunda parte del almacén contiene los materiales pequeños como la pintura, las luces y frenos.

Éste proceso inicia cuando el área de ventas recibe la solicitud del cliente, después se realiza el diseño y desarrollo del producto conforme a los requerimientos de éste, con base en estas características, solicita la materia prima para la creación de cada uno de los artículos, posteriormente se ejecuta el proceso de fabricación donde el material pasa a través de las áreas de pantógrafo, corte, doblado, soldado, subensambles, ensamble, madera, pintado, luces y frenos, finalmente pasa por el área de control de calidad, donde se realizan una serie de pruebas para corroborar que el producto está listo para ser entregado al cliente.

1.3 Productos y procesos.

Remolques y Carrocerías Cruz, S.A de C.V, tiene una amplia gama de productos, sus portafolios en semirremolques van desde cama baja, tanques, plataformas, tolvas, volteos, chasis portacontenedor, cajas secas y refrigeradas, Dolly, y sobre chasis una amplia gama de carrocerías, como se muestran en la figura 1.3. Cabe mencionar que, los productos más solicitados son las tolvas y plataformas, siendo este último el objeto de estudio, posteriormente, la demanda de productos en menor cantidad va desde Dolly, volteo y tanques.



Tolva.



Volteo.



Caja seca.



Cama baja encortinada.



Tanque.



Dolly.



Tolva sobre chasis.



Plataforma.



Chasis portacontenedor.

Figura 1.3 Gama de productos. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Las piezas que conforman los productos mencionados anteriormente, pasan por distintos procesos, los cuales se efectúan en diferentes áreas, a continuación, se menciona de manera general las actividades que se desempeñan en cada una de estos sitios.

- Pantógrafo, se realiza el corte por CNC de las piezas que requieren acabados especiales, en esta área se programan cada uno de los códigos necesarios para la elaboración de cada pieza.
- Corte por cizalla, se ejecuta el corte de las piezas que no requieren un acabado específico.

- Doblado, en esta área se realizan los doblados pertinentes de las piezas cortadas en pantógrafo y corte, es importante mencionar que, no todas las piezas requieren un doblés, esto depende de la forma de la misma.
- Subensambles, se fabrican aquellos conjuntos de piezas que necesitan ser ensamblados antes de pasar a la línea de ensamble final.
- Ensamble, en esta área se manufactura el producto final uniendo cada una de las piezas elaboradas anteriormente, algunas de ellas traídas de pantógrafo, corte, doblado y subensambles.
- Madera, este espacio es especialmente para plataformas, ya que, es el único producto que requiere la colocación de un piso de madera.
- Pintura, se pintan cada uno de los productos del color solicitado por el cliente.
- Luces y frenos, se colocan cada una de las luces, frenos y placas necesarias para que el transporte pueda circular de acuerdo a la normativa.

1.4 Clientes y competidores.

La compañía cuenta con una gran variedad de clientes, principalmente nacionales, tales como la Sociedad Cooperativa de Producción y Prestación de Servicios Cuauhtémoc (conocido como Cementos Cruz Azul), Grupo Comarca, Grupack, Arce Cuvasa, Aeropress Propysol, Grupo INFRA, Cementos Progreso, Tranamex, entre otras pequeñas empresas.

A pesar de ser una empresa con un gran potencial de crecimiento, compite fuertemente con organizaciones extranjeras, establecidas y de gran experiencia, que comercializan productos similares, tales como Freahauf y DeLucio.

Capítulo 2. Problemática actual de la empresa.

Con base en las visitas realizadas a la empresa Remolques y Carrocerías Cruz, S. A. de C.V. y a la entrevista otorgada por el ingeniero Jorge Luis Cruz Ricaño jefe del área de Diseño, quien mencionó en primera instancia que actualmente la empresa se encuentra en una etapa de transición y expansión, puesto que esta organización pretende ampliar su mercado tanto nacional como internacionalmente, no obstante, cada uno de los directivos están conscientes que, para lograr este objetivo, es esencial establecer su proceso de producción, cabe mencionar, que la compañía está en busca de pasar de un sistema de producción empírico a un sistema de producción documentado, el hecho de tener una fabricación sumamente empírica provoca que existan diversas problemáticas que repercuten directa e indirectamente en el proceso productivo, tales como la falta de material para el inicio del proceso, tiempos de retraso en la manufactura de productos, exceso de transportes en el flujo de materiales, el retraso en las entregas finales, lo que en su mayor parte repercute en un costo de escases, por mencionar algunos.

2.1 Falta de formalización en el sistema de producción.

Uno de los principales problemas, es la falta de formalización del sistema de producción de plataformas, es importante mencionar que, se ha decidido hacer hincapié en este proceso de fabricación, ya que las plataformas son uno de los productos más vendidos por la empresa, por tanto, se busca mejorar en primera instancia la elaboración de este producto base, para después poder continuar con el perfeccionamiento de la manufactura de los productos menos solicitados.

Si bien la empresa ha identificado la secuencia de operaciones que realiza el área de producción, no tiene una representación gráfica que indique la interrelación entre las diversas áreas y estaciones que están involucradas dentro del proceso, dicha problemática ha provocado la falta de comunicación entre las áreas, lo cual retrasa el inicio del proceso de fabricación. Aunado a esto, de acuerdo con las visitas realizadas, se pudo identificar que dentro del proceso de ensamble de plataforma existen 3 equipos de trabajo, lo cuales realizan el ensamble de manera diferente, véase figura 2.1, lo cual repercute directamente en el porcentaje de calidad de este producto, la figura 2.2 muestra el diagrama de Ishikawa, en el cual se exponen las causas y efectos de esta problemática.



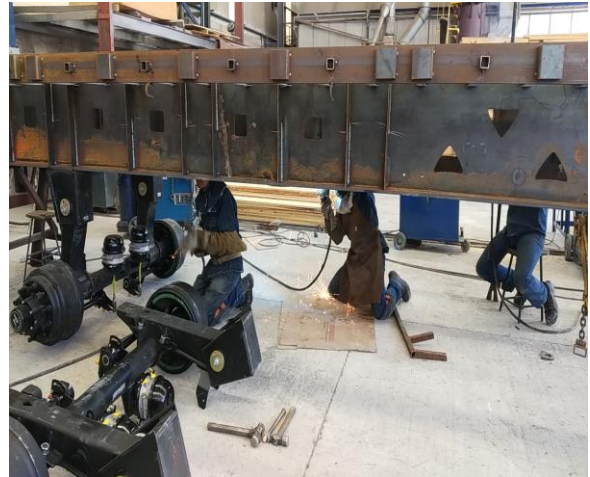
Primer equipo de ensamble.



Segundo equipo ensamble.



Tercer equipo de ensamble.



Método de trabajo totalmente empírico.

Figura 2.1. Representación del método de trabajo actual en la empresa. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Para dar una solución a las situaciones anteriormente expuestas se propone realizar un mapeo del proceso, en donde se describa la manufactura de producción de plataformas desde de lo general a lo particular, de esta manera se podrá comprender mejor la interrelación de cada una de las áreas.

Asimismo, se pretende realizar una homologación en el proceso de ensamble, que permita a cada uno de los equipos responsables de esta estación, elaborar una plataforma de manera análoga para evitar aquellos defectos que repercutan con la calidad, con el propósito fundamental de generar una formalización del sistema de producción de plataformas.

Realizado por: Flores Hidalgo Brenda Lorena.

Revisó: Dra. Lisaura W. Rodríguez Alvarado e Ing. Jesús Loyo Quijada.

Título: Diagrama de Ishikawa de la falta de formalización en el sistema de producción.

Fecha: 06/10/2020

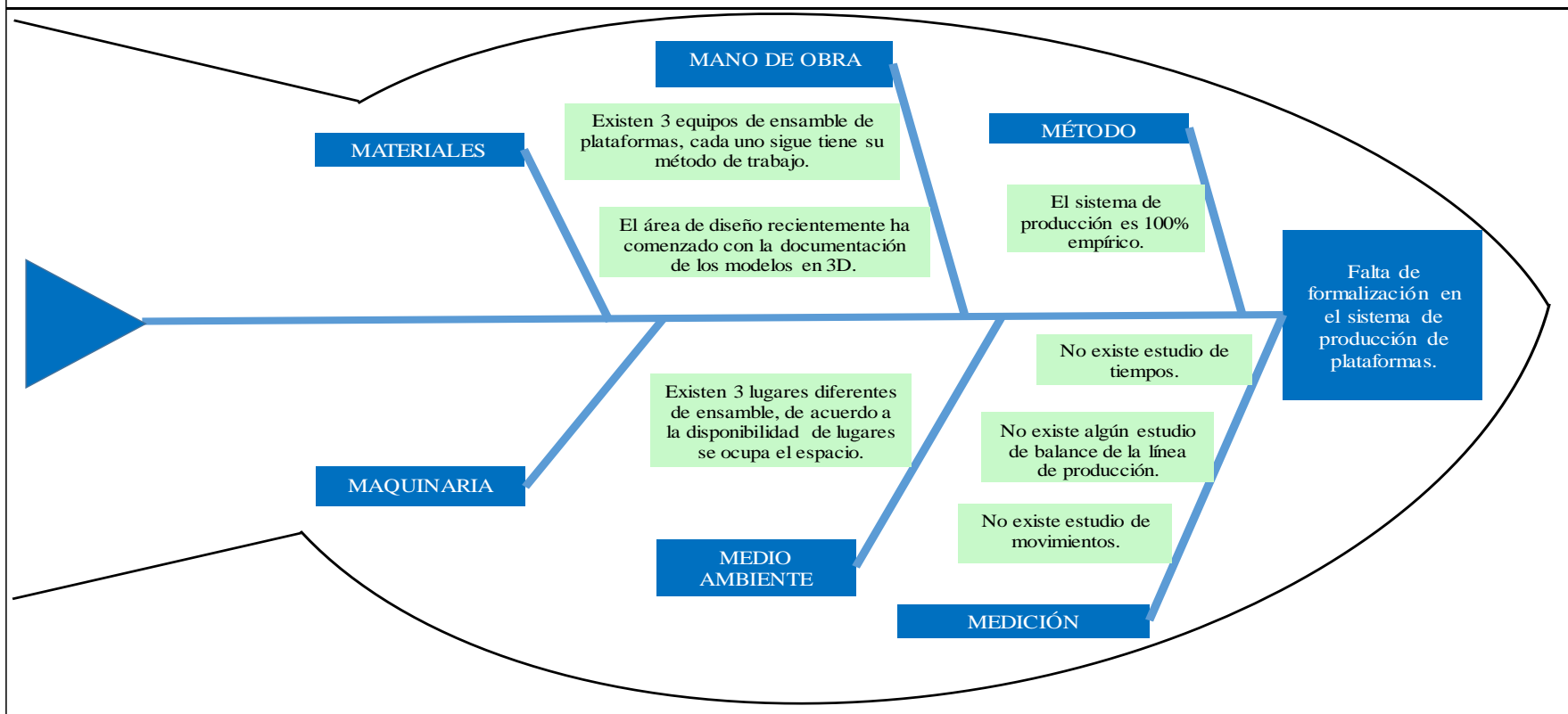


Figura 2.2. Diagrama de Ishikawa de la falta de formalización del sistema de producción de plataformas. Fuente: Elaboración propia, 2020.

2.2 Ausencia de puntos de control en el proceso de producción.

De la misma manera, otro de los problemas latentes en este proceso, es la ausencia de puntos de control que permitan identificar el rendimiento del proceso productivo, la figura 2.3 presenta el diagrama de Ishikawa correspondiente a esta problemática, en él se exponen las causas y los efectos de la misma. Como se ha expresado, la manufactura de elaboración de plataformas es sumamente empírica, lo que ha implicado que la mayoría de las veces los únicos que conozcan al 100% la fabricación de este producto sean los operarios, por lo que, no se tiene registro alguno sobre el uso de material, o el tiempo de traslado de los mismos, lo que ha provocado que el proceso de fabricación se retrase o bien que en cada una de las estaciones se tenga material excedente o falte para comenzar o continuar con dicho proceso, estas MUDAS han ocasionado algunos retrasos en la entrega del producto, que la empresa ha tenido que absorber como costo de escasez, cabe recalcar que el término MUDA, hace referencia a aquellas acciones que no agregan valor al producto o proceso, tales como la sobreproducción, los transportes, las esperas, los reprocesos, el exceso de inventarios, la poca o nula estandarización de movimientos y los defectos, véase figura 2.2.



Exceso de inventarios.



Exceso de desperdicios en estaciones.



Falta de orden y organización.



Exceso de material.

Figura 2.3. Ejemplo de MUDAS identificadas en la empresa. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Con base en el mapeo del proceso, se podrán obtener los indicadores claves de desempeño “KPI” (Key Performance Indicator) los cuales permitirán establecer puntos de control dentro del proceso productivo, de esta manera se conseguirá en primer lugar promover el registro de tiempos, disminuir las Mudras anteriormente mencionadas, además de informar, controlar y evaluar el desempeño del proceso, lo que, contribuirá a la toma de decisiones para la mejora continua de éste.

Realizado por: Flores Hidalgo Brenda Lorena.

Revisó: Dra. Lisaura W. Rodríguez Alvarado e Ing. Jesús Loyo Quijada.

Título: Diagrama de Ishikawa de la ausencia de puntos de control en el proceso.

Fecha: 06/10/2020

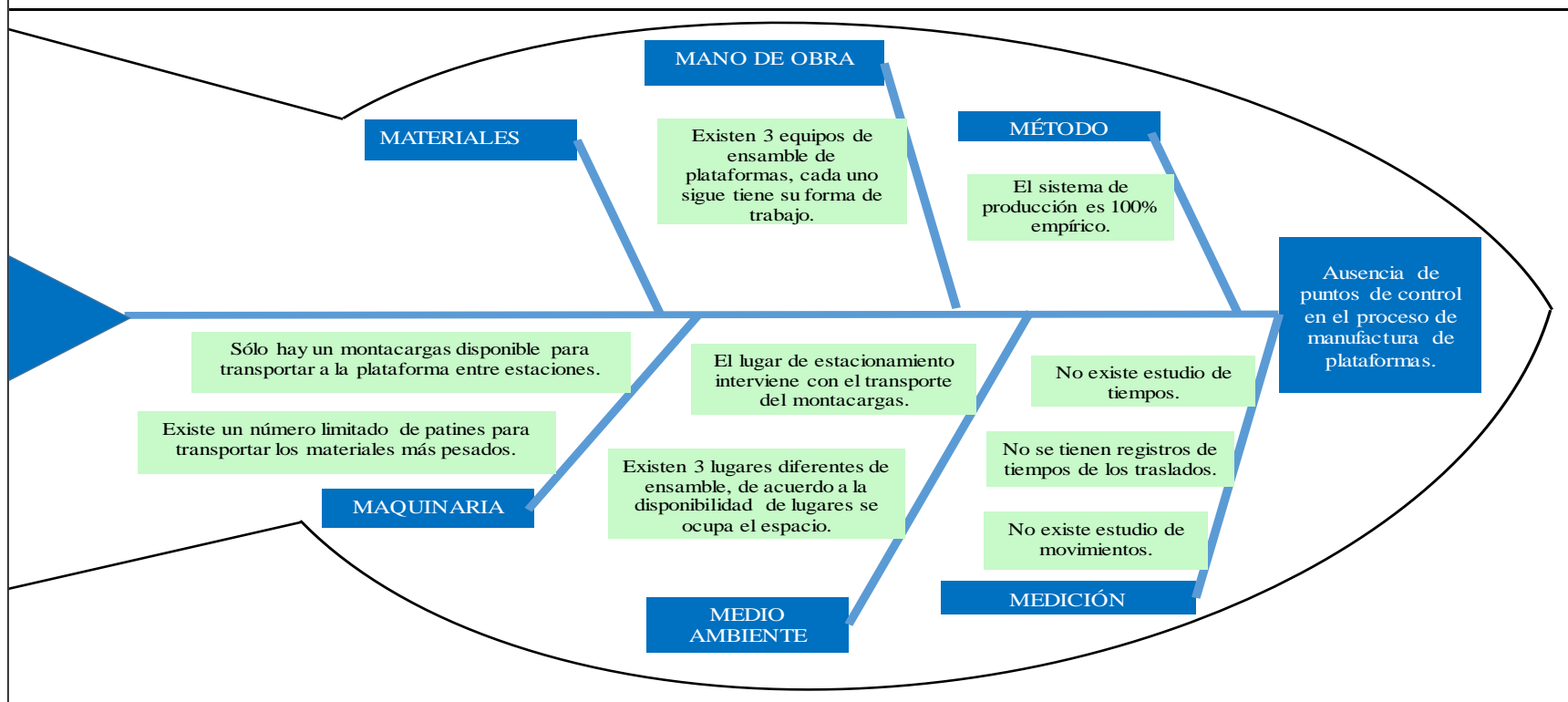


Figura 2.4. Diagrama de Ishikawa de la ausencia de puntos de control en el proceso de manufactura de plataformas. Fuente: Elaboración propia, 2020.

2.3 Exceso de transportes en la línea de producción.

Asimismo, se observó que, existe un exceso de traslados dentro del proceso productivo, lo que ha provocado un desperdicio de tiempo, puesto que, las distancias recorridas por el material son largas, además, dado que, la empresa solo cuenta con un número limitado de montacargas para mover los productos, la mayoría de las veces hay un tiempo de espera hasta que este transporte esté desocupado y pueda mover el producto para continuar con su fabricación, véase figura 2.3.

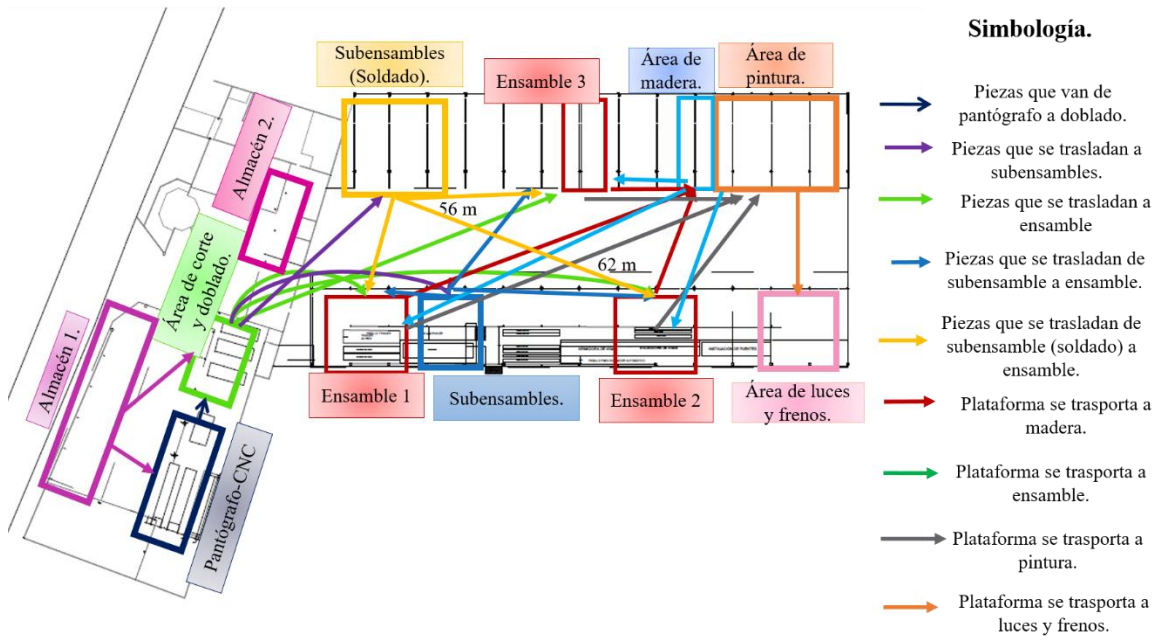


Figura 2.5. Transportes realizados en el proceso de elaboración de plataformas. Fuente: Elaboración propia, 2020.

De la misma manera, al tener 3 espacios de ensamble en distintos lugares, el material requerido para esta estación se debe trasladar al lugar de ensamble disponible, por lo cual las distancias de recorrido varían y, por ende, el tiempo. Aunado a esto, con base en la destrucción actual del proceso existe un retroceso, es decir, la plataforma en cierto punto de su elaboración debe regresar a una estación anterior para continuar con su manufactura, lo que también genera una merma de tiempo, en la figura 2.4 se aprecia el diagrama de Ishikawa de este dilema, en dicho esquema se muestran las causas y efectos del mismo.

Como alternativa a esta problemática, se propondrá una re-distribución física de la línea de producción de plataformas, la cual permitirá reducir el número de traslados, además de mejorar el flujo de materiales teniendo un mayor aprovechando del espacio, y evitando cualquier retroceso, que pueda generar una merma de tiempo como la que se tiene con la distribución de la planta actual.

Realizado por: Flores Hidalgo Brenda Lorena.

Revisó: Dra. Lisaura W. Rodríguez Alvarado e Ing. Jesús Loyo Quijada.

Título: Diagrama de Ishikawa del exceso de transportes en la línea de producción.

Fecha: 06/10/2020

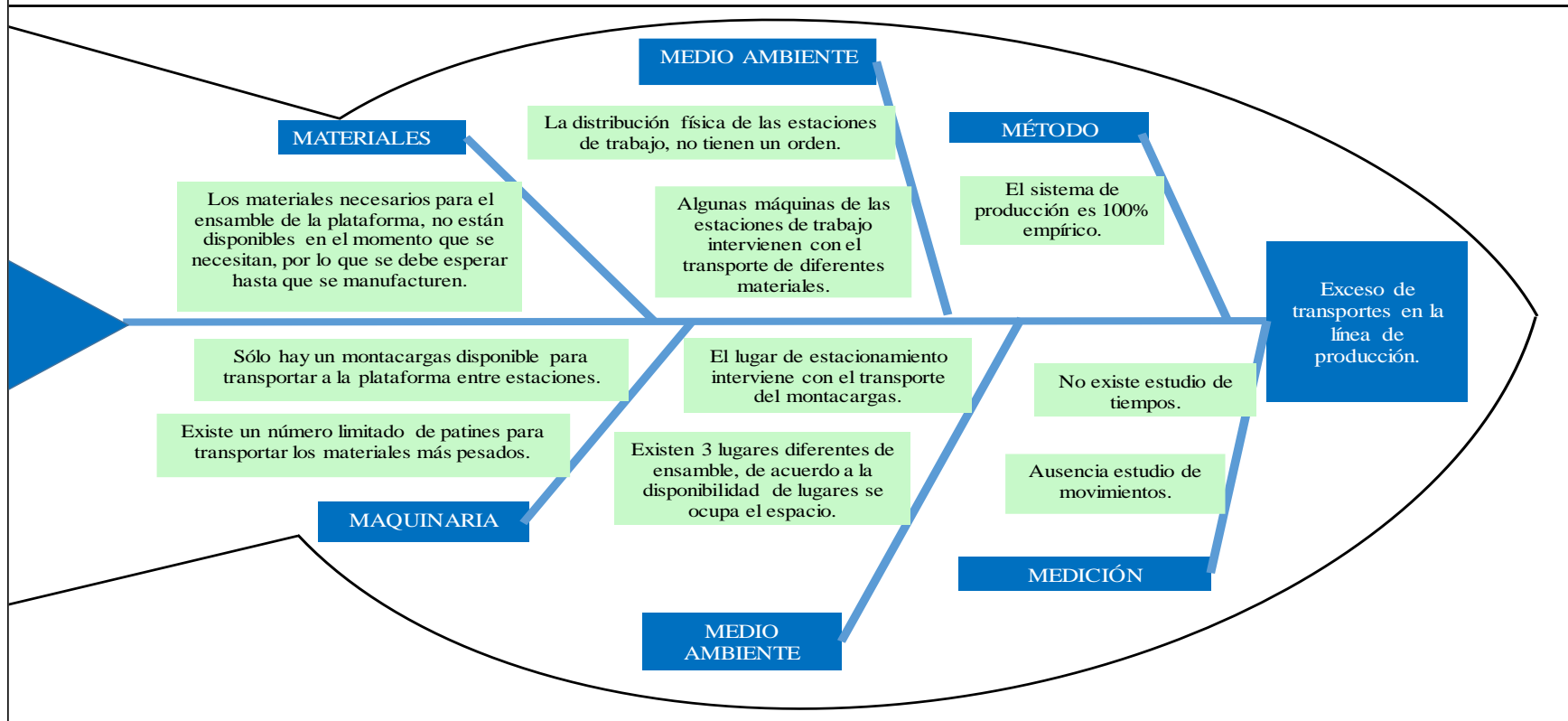


Figura 2.6. Diagrama de Ishikawa del exceso de transportes en la línea de producción. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Capítulo 3. Marco de referencia.

3.1 Mapeo de procesos.

Uno de los objetivos principales de las organizaciones es el ser cada vez más productivas, para lograr dicho objetivo, es necesario emplear estrategias que permitan conocer a fondo cada uno de los procesos que se desarrollan dentro de ella, los cuales son la estructura medular de la organización.

De acuerdo con la norma ISO 9000:2015, un proceso es un conjunto de actividades necesarias para la elaboración de un producto o servicio, tal como se muestra en la figura 3.1. No obstante, un proceso productivo se enfoca al logro óptimo de cada uno de los productos o servicios y a obtener una producción eficiente.



Figura 3.1. Estructura básica de un proceso. Fuente: Elaboración propia, 2020.

El mapeo de procesos es una metodología utilizada para analizar de una manera más detallada las diversas actividades que están relacionadas dentro del proceso productivo, con el propósito fundamental de tener una estructura secuencial que permita mostrar esta interacción. Dicha representación se realiza a través de un diagrama de flujo, en el cual a través de una simbología determinada se resumen las operaciones que se desarrollan en cada una de las áreas o departamentos, en la tabla 3.1, se presentan algunos de los símbolos, así como su correspondiente significado, utilizados en la elaboración de un diagrama de flujo.

Tabla 3.1. Simbología básica de un diagrama de flujo. Elaboración propia, 2020 (modificado de UNE, 2003).

Símbolo	Nombre	Significado
	Inicio/Fin	Representa los puntos de inicio o final de un proceso.
	Proceso	Muestra el proceso o actividad.
	Decisión	Formula una pregunta relacionada al flujo del proceso.
	Documento	Fase del proceso que produce un documento
	Flecha/conector	Determina la dirección de un flujo.

Un mapeo de procesos es una representación gráfica que va de lo general a lo particular, por lo que, dentro de esta documentación, existen diversos niveles que permiten desglosar el proceso yendo de los macro procesos hasta los micro procesos, como se muestra en la figura 3.2.

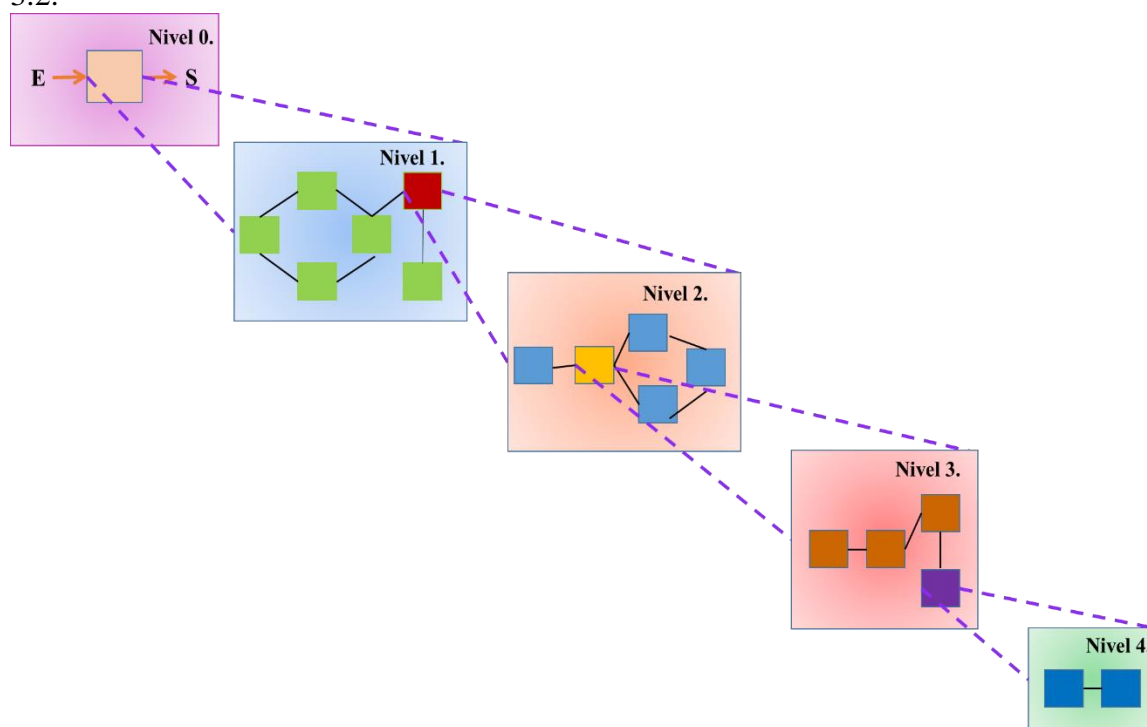


Figura 3.2. Niveles de un mapeo de procesos. Fuente: Elaboración propia, 2020.

A continuación, se describen los diferentes niveles que están involucrados dentro de un mapeo de procesos:

Nivel 0: Modelo estratégico de calidad o de negocio, establece la relación del sistema con el entorno, es decir, representa el macro proceso.

Nivel 1: Muestra los procesos de realización clave y de apoyo existente en la organización, representa los procesos involucrados en el macro proceso.

Nivel 2: Modelo de procesos específicos, en este nivel se definen las etapas del proceso y su secuencia, detalla los procesos actividad por actividad.

Nivel 3: Describe las acciones que integran una actividad.

Nivel 4: Representa las instrucciones para ejecutar las diferentes acciones.

La creación de un mapeo de procesos contribuye asignar responsabilidades y facilitar la comunicación entre los diversos niveles, tanto directivos como operativos, permitiendo obtener mejores resultados.

3.2 Definición de indicadores claves del proceso (KPI-Key Performance Indicator).

Una vez que la organización planifica e implementa la documentación de cada uno de sus procesos, es necesario implementar métricas que permitan darle seguimiento, medición y análisis al proceso productivo.

Un indicador es, un conjunto de datos que ayudan a medir objetivamente la evolución de un proceso o un actividad (UNE, 2003). El objetivo principal de los indicadores es proporcionar información acerca de cada una de las actividades que son fundamentales dentro del proceso productivo. Algunas de las características de los KPI's, son:

- Medible, es decir, son métricas.
- Cuantificable, se expresa a través de un valor numérico o algún valor de clasificación.
- Especifico, se centra en un aspecto a medir.
- Temporal, expresa la información de acuerdo a la frecuencia de medición.
- Relevante, se establece en acciones críticas.

Como se mencionó anteriormente, el desarrollo de los indicadores clave de producción va de la mano con el mapeo de procesos, por lo que, al incluirlos en los mapas, éstos se representan con las letras VP y un número consecutivo, de esta forma se indica que es una variable del proceso.

Es importante que, un indicador no dé lugar a interpretaciones diferentes, por lo que, es necesario que cada indicador, tenga una estructura básica que pueda permitir una definición de los mismos, por ello, es necesario crear una ficha que muestre la información que representa cada uno de los KPI's registrados, la figura 3.3 muestra algunos de los aspectos considerados en la definición de éstos.

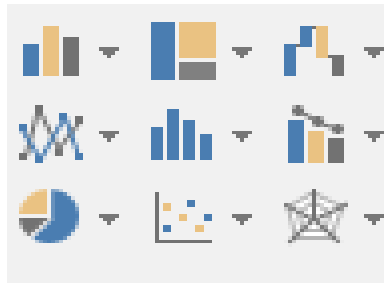
Ficha de indicador	
Nombre del proceso:	Actividad esencial dentro del proceso productivo.
Nombre del indicador	Calificativo para identificar al indicador.
Objetivo del indicador	Muestra el propósito del desarrollo del indicador.
Forma de cálculo	Sistema que se emplea para traducir la información recolectada en un dato
Fuente de información	Manera en la cual se recopila la información
Distribución	Área o departamento dónde se desarrolla el indicador
Responsable	Personal responsable del registro de datos.
Periodicidad	Frecuencia en la que se registraran los datos.
Unidad de medida	Métrica utilizada para presentar el indicador
Presentación del indicador: Forma para representar gráficamente al indicador.	
Gráfica.	
	

Figura 3.3. Ficha de indicador. Fuente: Elaboración propia, 2020 (modificado de UNE, 2003).

El resultado de los KPI's es el fruto de cada una de las actividades que desarrolla el personal involucrado en el área o actividad evaluada, al hacer la lectura de los indicadores es fundamental realizar una comparación entre los objetivos deseados y los resultados obtenidos, para mostrar dicha información se recomienda construir un “Dashboard”, el cual es una herramienta de reporte que permite presentar la información más relevante, de una manera fácil y concisa de leer, posteriormente, se podrá llevar a cabo la toma de decisiones para definir las acciones de mejora a implementar en las áreas que así lo requieran.

Una forma de efectuar acciones que permitan incrementar el rendimiento de las actividades evaluadas, es a través de un plan de mejora, éste se basa en el ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar), el cual es una estrategia de mejora continua, que se apoya en la premisa de que las mejoras provienen de la aplicación de los conocimientos, véase figura 3.4.

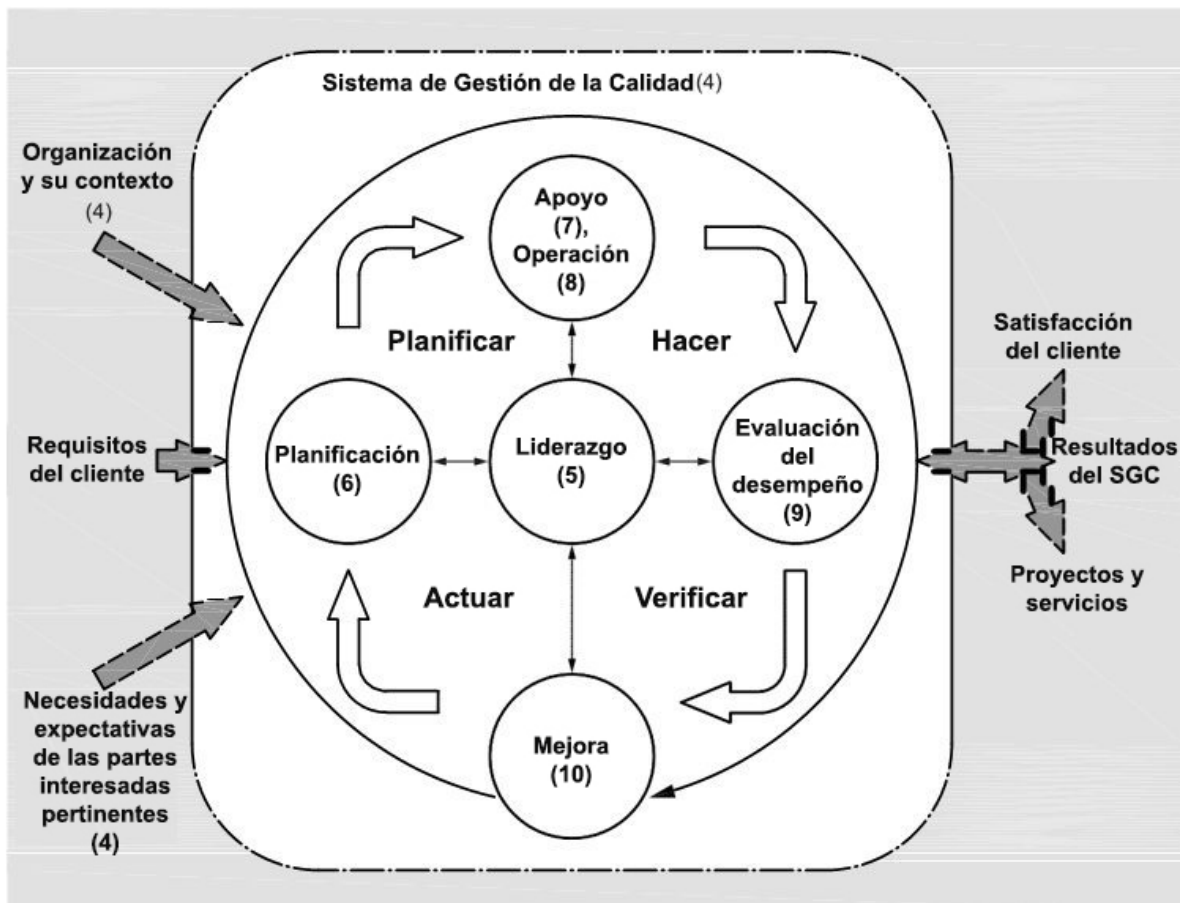


Figura 3.4. Ciclo PHVA. Fuente: ISO 9001:2015.

Los pasos de este ciclo PHVA se pueden describir de la siguiente manera:

- Planificar: Se identifican las oportunidades de mejora, y se elabora un plan que permita proporcionar los resultados deseados, tomando en cuenta las restricciones actuales.
- Hacer: Se implementa lo planeado.
- Verificar: Se revisan los resultados obtenidos y se evalúan las acciones realizadas.
- Actuar: Se toman acciones, para continuar con el cambio y la mejora del sistema.

En resumen, la implementación de indicadores en un proceso productivo permite conocer la manera en la cual se están desarrollando las actividades evaluadas en tiempo real, lo que contribuye a realizar un mejor análisis de la situación, para facilitar la toma de decisiones preventivas o correctivas necesarias, y designar responsabilidades al personal encargado de las áreas afectadas.

3.3 Descripción del SLP (Systematic Layout Planning).

El Systematic Layout Planning o SLP, por sus siglas en inglés, es una metodología utilizada para la resolución de problemas relacionados con la distribución de planta a partir de criterios cualitativos, esta metodología puede ser usada para el diseño de todo tipo de distribuciones (Fernández, 2017). Éste método de distribución se compone de 10 pasos, los cuales se muestran en la figura 3.5.

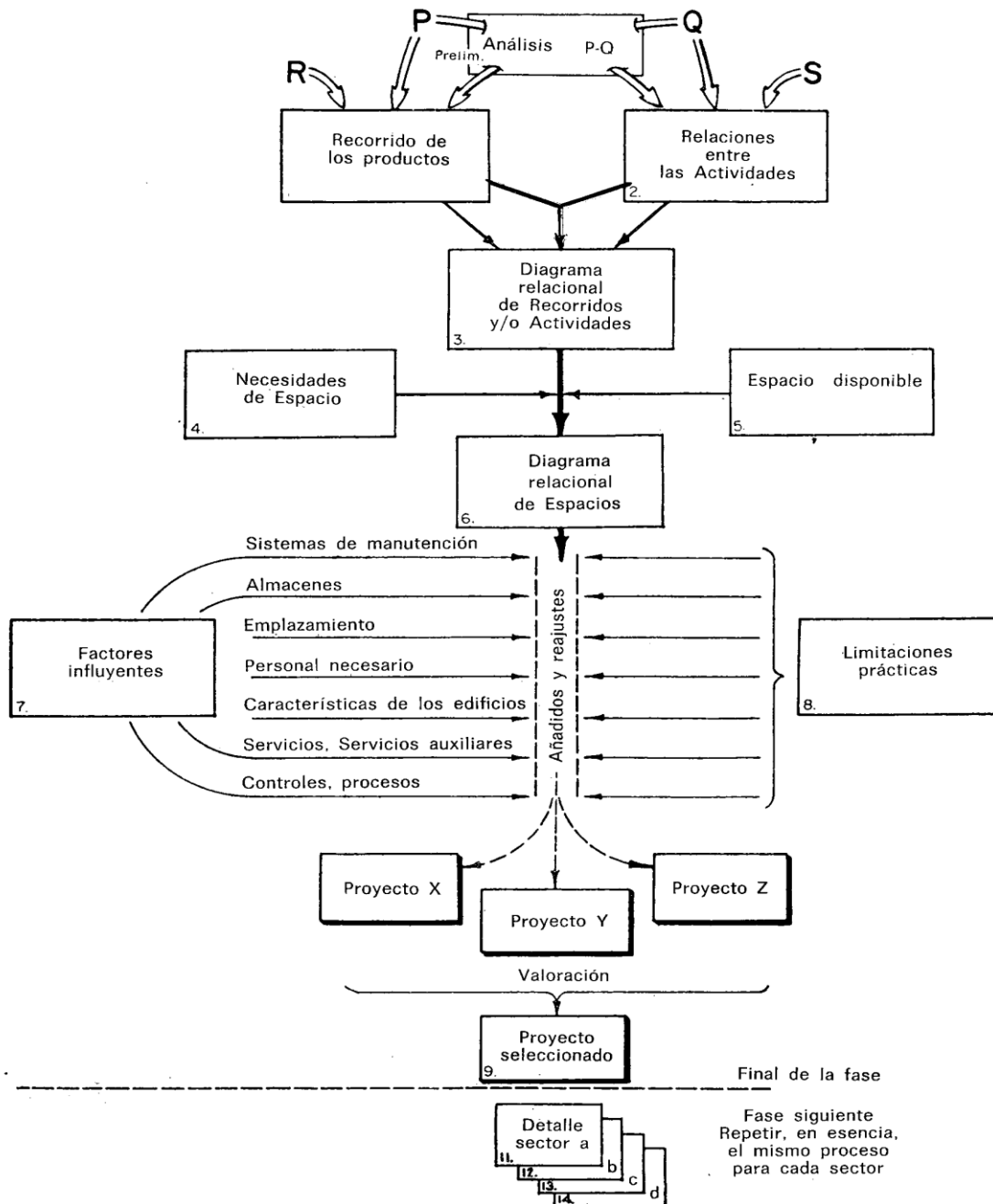


Figura 3.5. Pasos del SLP. Fuente: Planificación y proyección de la empresa industrial, 1968.

Antes de iniciar con el desarrollo de los 10 pasos anteriormente mostrados, es necesario comprender cuales son los 5 elementos que constituyen la base del planteamiento de distribución, éstos elementos se muestran en la llave de planteamiento o llave PQRST, donde cada una de las siglas corresponde a productos, cantidades, recorrido, servicios anexos y tiempo, respectivamente, como se muestra en la figura 3.6.

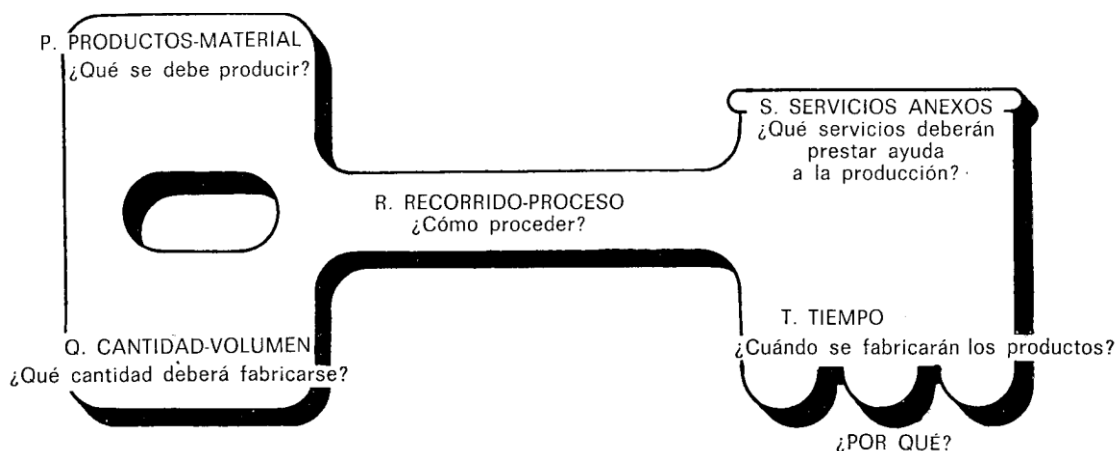


Figura 3.6. Llave de planteamiento. Fuente: *Planificación y proyección de la empresa industrial*, 1968.

Se entiende por producto (P), aquellos artículos fabricados por la empresa o taller objeto de estudio, los productos terminados y los semiterminados. Ahora bien, se concibe como cantidad (Q), el total de productos fabricados, estas las cantidades pueden ser valoradas por un número de piezas, por toneladas, etc. (Muther, *Planificación y proyección de la empresa industrial*, 1968).

Para Muther, el recorrido (R), es proceso y el orden de operaciones, mientras que los servicios anexos (S), son las actividades y funciones necesarias en una zona considerada para ejecutar cualquier proceso, finalmente, el tiempo (T) refiere al momento cuando deben fabricarse los productos.

Una vez comprendidos los conceptos anteriormente expuestos, se requiere realizar un análisis de volumen-variedad, éste análisis se construye a través del gráfico P-Q, donde se muestran las cantidades producidas por producto elaborado, con base en la curva que se proyecta en dicha gráfica se define la manera en la cual se debe considerar la distribución. Si la curva es pronunciada, indica que algunos productos son importantes, por lo tanto, se debe planificar una distribución por producto, no obstante, si la curva es llana, es decir, ningún producto sobresalta, se sugiere realizar una distribución por proceso, dicho comportamiento se presenta en la figura 3.7.

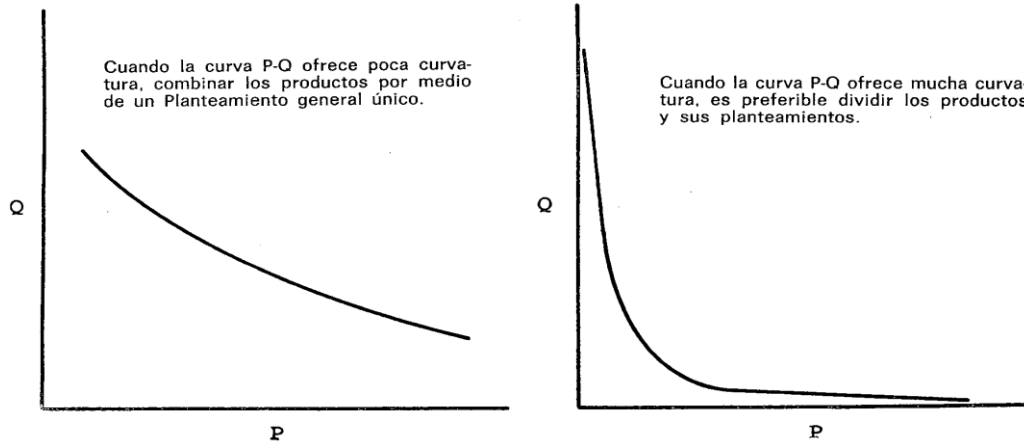


Figura 3.7. Gráfica P-Q. Fuente: *Planificación y proyección de la empresa industrial*, 1968.

Como se puede apreciar en la figura 3.6, después de las letras P y Q, sigue la letra R, es decir, el recorrido, en esta etapa da inicio la implementación de los 10 pasos correspondientes al SLP.

El primer paso es el estudio de flujo de los materiales, esta investigación indica el proceso establecido para la manufactura de un producto, en otras palabras, el análisis de recorrido muestra la secuencia de movimientos de los materiales a lo largo de las diferentes etapas del proceso. Los factores a considerar en el análisis de flujo de materiales, son:

- Intensidad del recorrido, se toma en cuenta la secuencia, la intensidad, es decir, el volumen o cantidad de productos o material a moverse, y la magnitud, la cual hace referencia a la distancia que debe recorrer el material desde su origen hacia su destino.
- Retroceso de los desperdicios o mermas, es el flujo de desechos, sobrantes o el flujo cortado por cambios.

Para el análisis de recorrido, se recomienda realizar un diagrama de operaciones, un diagrama de flujo del proceso, y un diagrama de recorrido, siendo este último parte fundamental del estudio de flujo de materiales, no obstante, es importante mencionar que, cuando se requiere realizar un diagrama de recorrido a más de seis productos o piezas, se puede hacer uso de un diagrama multiproductos, este gráfico reúne todos los productos en un mismo formato, en la parte izquierda se indican las operaciones del proceso productivo, mientras que, en la parte superior se enlistan cada uno de los productos (Muther, *Planificación y proyección de la empresa industrial*, 1968), en la figura 3.8 se ejemplifica un diagrama multiprocesos.

Operación	Pieza o producto A	B	C	D	E	F
Cortar	1	1	1		1	1
Entallar	2	2	2	1		
Aplanar		3	4	2	3	3
Taladrar	3		3		2	2
Curvar	4	4		3	4	4
Pulir		5	5	4	5	

Figura 3.8. Ejemplo de diagrama de multiproductos. Fuente: Planificación y proyección de la empresa industrial, 1968.

Si bien es cierto que, el diagrama multiprocesos muestra el recorrido de varios productos a la vez, este esquema no da los detalles de los acoplamientos de las piezas, por lo que, se requiere un formato que permita agrupar o seleccionar aquellos productos que tienen un conjunto de secuencias operacionales en común, para obtener esta información es necesario construir un diagrama DE-A, en el cual se enlistan cada una de las áreas pertenecientes al proceso productivo en la parte lateral izquierda, así como en la parte superior, ver figura 3.9, posteriormente, de acuerdo, al origen y al destino de cada producto, se localiza, la coordenada correspondiente, donde se coloca, el número de producto, el volumen (en kg, toneladas etc.) y la penalización, esta última es el producto de la distancia por el peso, como se muestra en la ecuación 1.

$$\text{Penalización} = \text{Distancia} * \text{Peso}$$

Ecuación 1.

A partir de la elaboración del diagrama DE-A, se pueden apreciar, cuáles de los transportes realizados contribuyen a un retroceso o a un avance, es fácil observar en la figura 3.9 que el esquema tiene una diagonal que va desde el primer departamento hacia el último, por lo que, los movimientos que se localicen debajo de la diagonal se traducen como retrasos, mientras que, los traslados que están por encima de la misma, se consideran como avances. Asimismo, cabe recalcar que, para el cálculo de retrocesos la distancia debe tomarse doble.

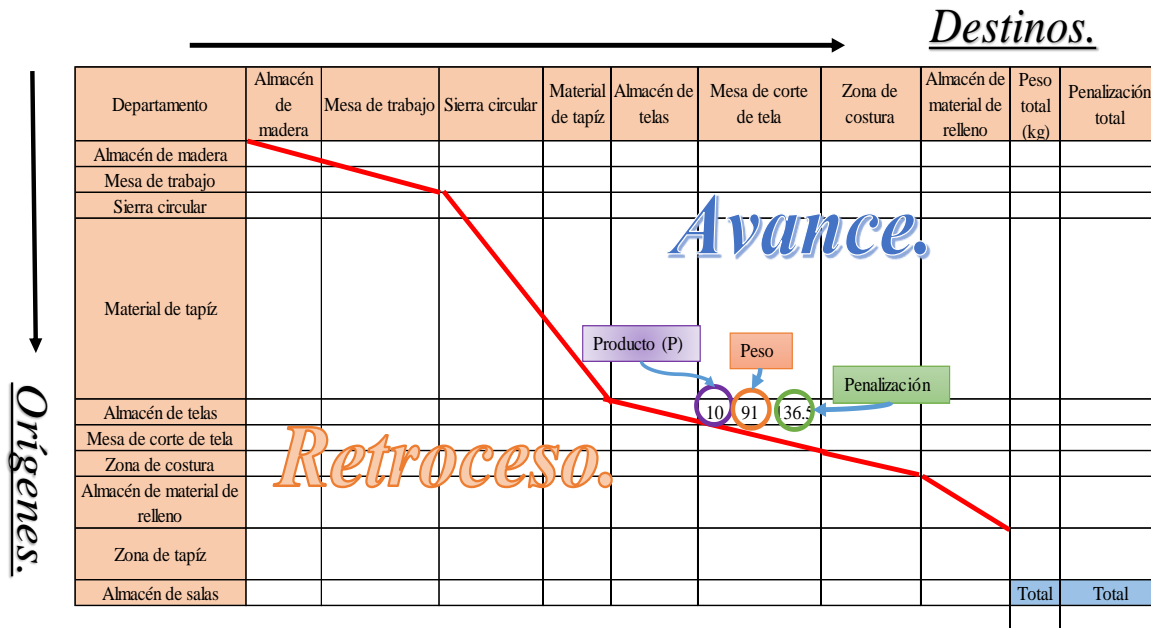


Figura 3.9. Diagrama DE-A. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Después de analizar cada uno de los movimientos expuestos en el diagrama DE-A, es necesario, calcular la eficiencia de la distribución de planta, dicha eficiencia está definida por la ecuación 2.

$$Eficiencia = \frac{Peso\ total}{Penalización\ total} * 100$$

Ecuación 2.

El siguiente paso del SLP, es establecer las relaciones entre las actividades, para ello, se requiere realizar una tabla matricial que muestre las relaciones mutas entre las diferentes áreas, esta representación es conocida como “Carta de Relaciones”, este gráfico además de mostrar el grado de interacción de departamentos (los cuales se denotan con las letras, A, E, I, O, U y X), permite resumir los motivos por los cuales las áreas deben colindar o bien estar separadas, véase la figura 3.10.

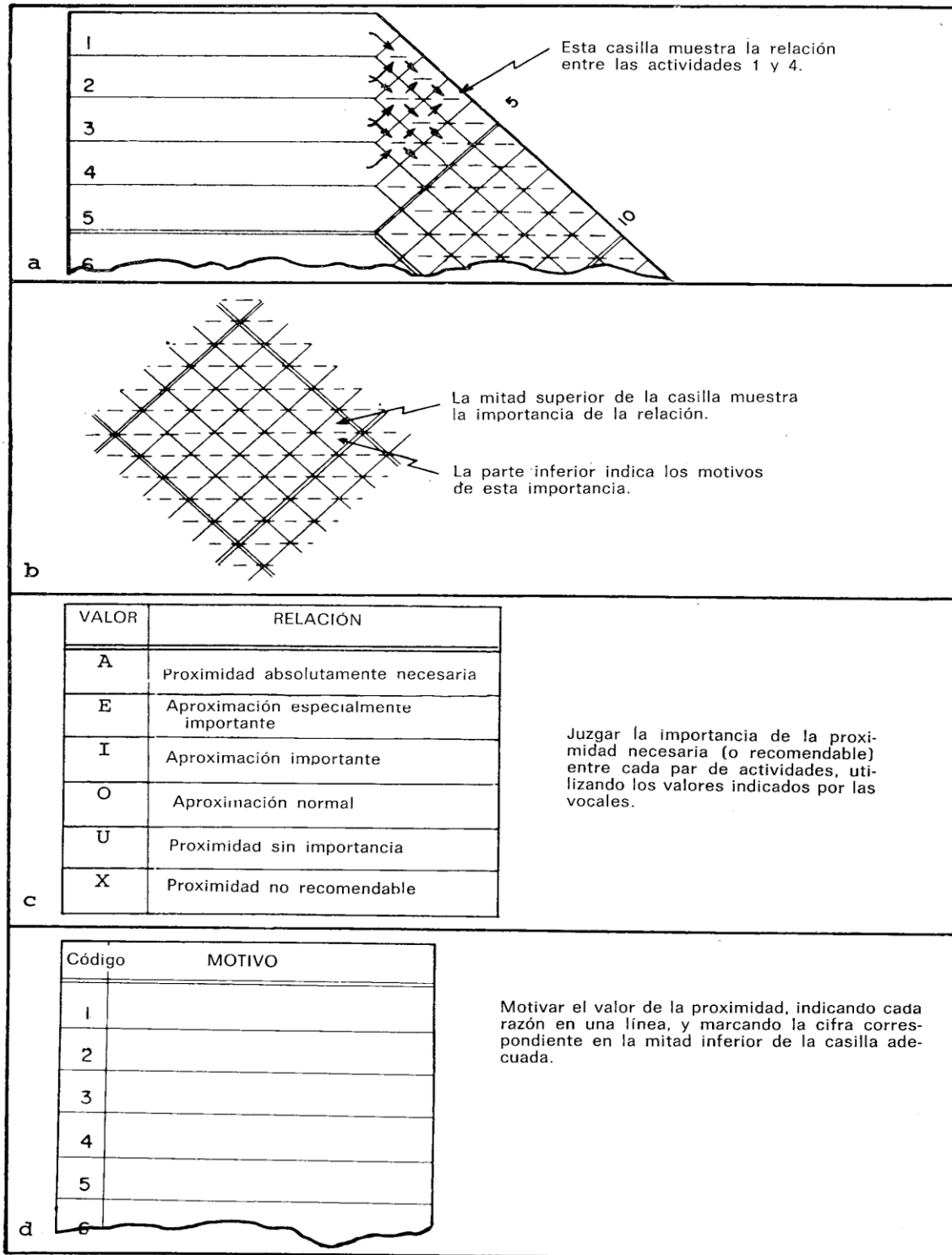


Figura 3.10. Carta de relaciones. Fuente: *Planificación y proyección de la empresa industrial*, 1968.

Una forma eficiente de visualizar el grado de cercanía de las áreas, es a través de la implementación de colores, en la tabla 3.2 se muestra el código de colores utilizado en la elaboración de una carta de relaciones.

Tabla 3.2. Código de colores utilizado en una carta de relaciones. Fuente: Elaboración propia, 20020.

Color	Concepto	Letra
	Absolutamente Necesario	A
	Especialmente Necesario	E
	Importante	I
	Ordinario	O
	Sin Importancia	U
	No Deseable	X

Según Muther, se recomienda evitar demasiadas relaciones tipo A, puesto que, si todo es importante, entonces nada lo es y viceversa, por ello, un porcentaje conveniente en las relaciones A's y X's va del 2%-5%, para E's del 3%-10%, I's y O's un 10%-25%, Para realizar el cálculo de los porcentajes de cada tipo de relación, es necesario determinar el número total de relaciones entre todos los centros de trabajo, el cual está definido por la ecuación 3.

$$N = \frac{n(n - 1)}{2}$$

Ecuación 3.

Donde:

- N es el total de relaciones, y
- n es el número de áreas o centros de trabajo.

Con base en la carta de relaciones, se elabora una hoja de trabajo, este documento resume y sintetiza la información recabada en el diagrama de relaciones, la figura 3.11 ejemplifica el formato de una hoja de trabajo.

No.	Departamento	Códigos de cercanía.					
		A	E	I	O	U	X
1	Almacén de madera						
2	Mesa de trabajo						
3	Sierra circular						
4	Material de tapiz						
5	Almacén de telas						

Figura 3.11. Formato de hoja de trabajo. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Con ayuda de la hoja de trabajo, se construye el diagrama de relación de actividades, este esquema representa el grado de cercanía entre áreas por medio de una clasificación de líneas,

en la figura 3.12 se muestran las normas para el trazado de este diagrama, asimismo, en la figura 3.13 se ejemplifica la implementación éstas reglas.

CÓDIGO DE LAS PROXIMIDADES			
Anotación	Proximidad	Color *	Número de líneas
A	Absolutamente necesaria	Rojo	4 rectas
E	Especialmente importante	Amarillo-Naranja	3 rectas
I	Importante	Verde	2 rectas
O	Normal u ordinaria	Azul	1 recta
U	Sin importancia	-----	0
X	No deseable	Pardo	1 zigzag
XX*	Altamente indeseable	Negro	2 zigzag

Observación: El signo «menos» junto a la letra indica un valor intermedio. En el sistema de anotación en colores o por número de líneas, el signo — se convierte en una línea de puntos.

* Utilización opcional.

Figura 3.12. Código de proximidades. Fuente: *Planificación y proyección de la empresa industrial*, 1968.

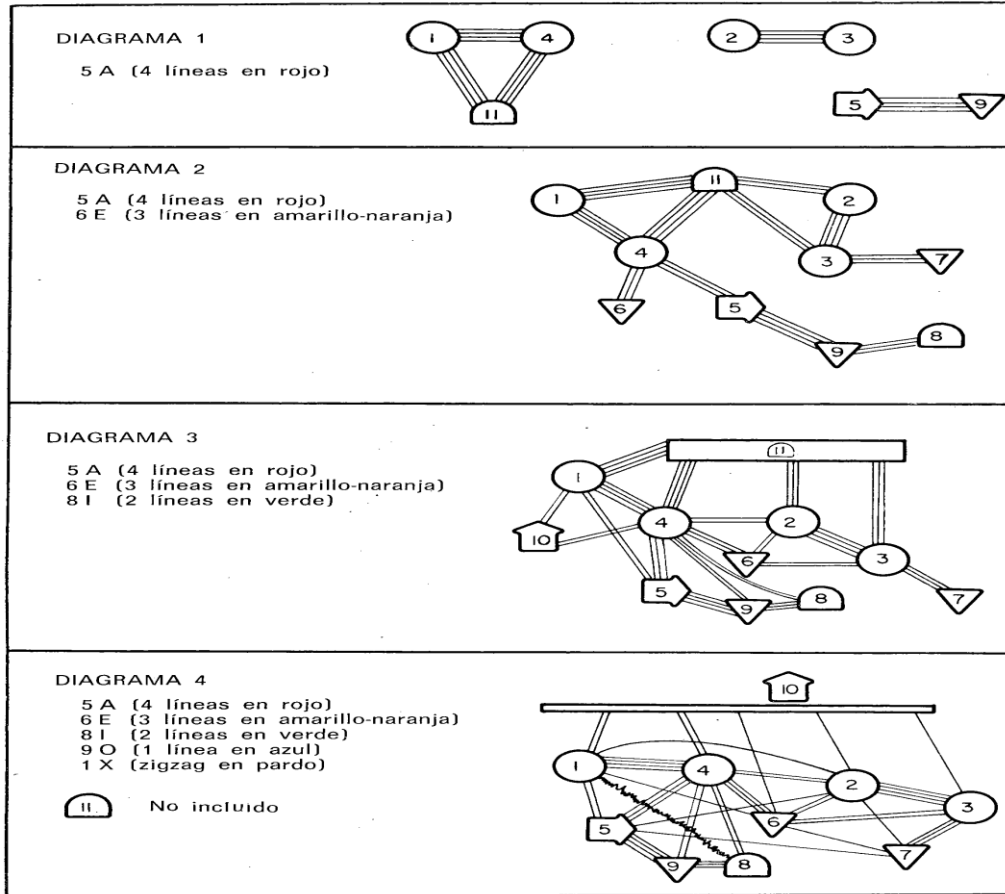


Figura 3.13. Ejemplo de uso del código de proximidades. Fuente: *Planificación y proyección de la empresa industrial*, 1968.

Hasta ahora se han establecido el grado de cercanía entre cada área, no obstante, el hecho de no haber tenido en cuenta los espacios hasta este momento, no implica que el cálculo de espacios no sea importante, sin embargo, establecer el tipo de relación es una base para comenzar con el planteamiento de la distribución. Es por ello que, el cuarto paso del SLP es determinar las necesidades de espacio. Según Muther, existen cinco maneras fundamentales de determinar las necesidades de espacio, las cuales son:

- El cálculo, implica el fraccionamiento de cada sector o actividad en subsectores.
- La conversión, consiste determinar los espacios ocupados actualmente y transformar luego las cifras para el proyecto planeado.
- Las normas de espacio, se utilizan las normas standard para el requerimiento de espacio.
- El planteamiento aproximado, consiste en elaborar planos o maquetas a escala para realizar un planteamiento aproximado.
- La tendencia de ratios, solo sirve para las necesidades generales de espacio, es válido para planificaciones a largo plazo.

Después de establecer las necesidades de espacio pertinentes, se debe desarrollar el quinto paso del Systematic Layout Planning, el cual, consiste en determinar la estimación de la superficie necesaria para cada centro de actividad, para ello, se debe calcular el espacio de máquina, dicho cálculo se realiza con la ecuación 4.

$$ESPACIOM = EBM + EOyM + ETeP$$

Ecuación 4.

Donde:

- *ESPACIOM* = Espacio de máquina (m², ft²).
- *EBM* = Espacio básico de la máquina o área huella (m², ft²).
- *EOyM* = Espacio de operador y mantenimiento, se debe agregar 60 cm alrededor de la máquina para mantenimiento, y de 60 a 90 cm en el lado del operador, (m², ft²).
- *ETeP* = Espacio de trabajo en proceso, corresponde al almacenamiento amortiguador de entrada y/o salida, desperdicio, desecho, reproceso, herramientas, troqueles y suministros, (m², ft²).

El sexto paso es elaborar un diagrama relacional de bloques, éste se construye a través de la carta de relación elaborada en el paso 3, en él se elaboran las plantillas correspondientes a cada una de las áreas y se colocan el grado de relación en las esquinas de dicha plantilla, tal como se muestra en la figura 3.14.

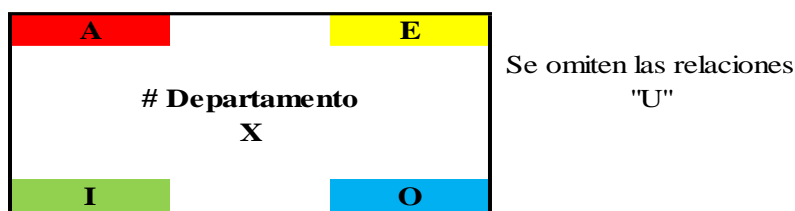


Figura 3.14. Formato de plantilla para diagrama adimensional. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Para la construcción del diagrama adimensional, es necesario tomar en cuenta lo siguiente:

- Los departamentos con una relación tipo A, deben tener un lado completo en contacto.
- Los departamentos con relación E, deben tener al menos una esquina en contacto.
- Las I y O se pueden considerar, si es preciso, las esquinas como contacto para satisfacer el grado de cercanía.
- No debe existir contacto alguno con departamentos que tengan X.

Una forma de cuantificar el grado de efectividad del diagrama adimensional, es a través de la evaluación de penalizaciones, se entiende como penalización a la infracción de las normas mencionadas anteriormente, en el caso de infringir la regla de las relaciones A, se debe colocar una marca, cuando no se esté tocando un lado completo. Una marca para las A y X que estén en contacto con una esquina, esta infracción también aplica para una E, en caso de que no toque al menos una esquina, no obstante, si se infringe una relación tipo X, se deben

colocar dos marcas, la figura 3.15 muestra un ejemplo de un diagrama adimensional con algunas penalizaciones.

6	<u>2</u>	<u>2</u>	3	ESPACIO MUERTO
5	<u>X=7</u>	7	<u>X=5</u>	
1	2	1	6	
5	3,1	1, 2	7, 6	<u>3,7</u>
6		3		<u>5</u>
-	2, 7	4	-	6
-	-	3	-	
4		1		ESPACIO MUERTO
3	-	5, 7, 6	-	

Figura 3.15. Ejemplo de diagrama adimensional de bloques con penalizaciones. Fuente: Elaboración propia, 2020.

El diagrama adimensional presenta un escenario ideal, donde todos los departamentos se pueden acoplar de manera perfecta, no obstante, esto no siempre es así, por lo que, se recomienda construir un diagrama dimensional, en el cual, se representen los departamentos con las dimensiones requeridas de acuerdo al cálculo de espacio, tal como se muestra en la figura 3.16.

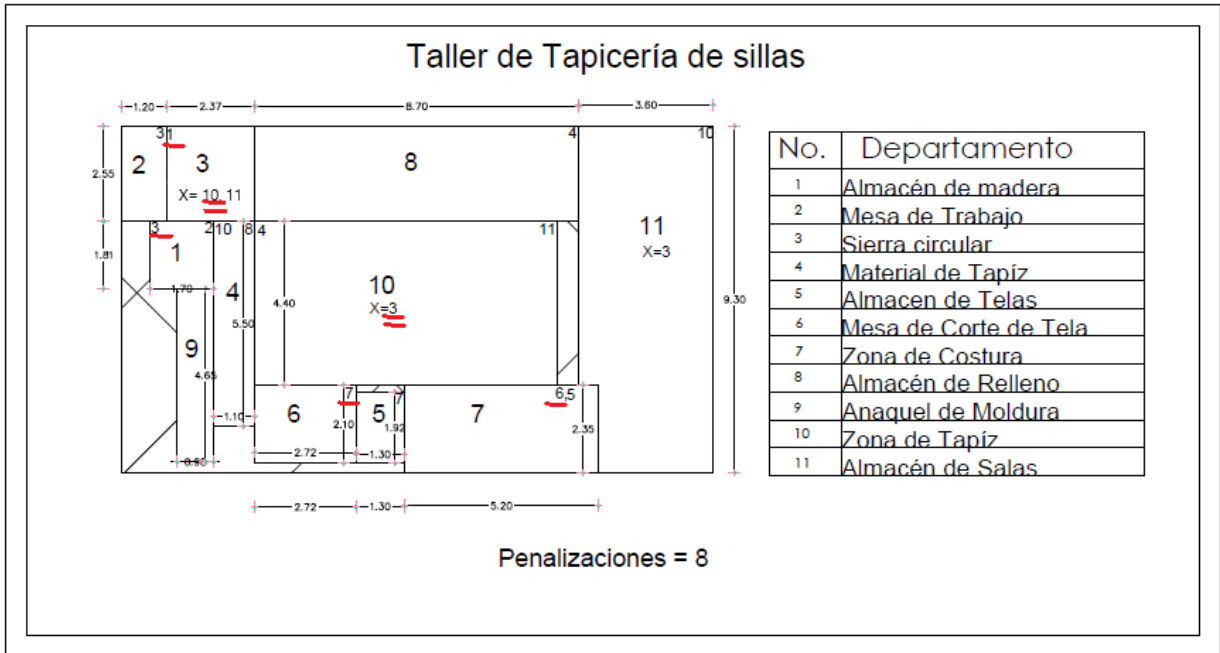


Figura 3.16. Ejemplo de diagrama dimensional. Fuente: Elaboración propia, 2020.

El séptimo punto y el octavo paso del SLP son las consideraciones de modificación y las limitaciones prácticas, en estos dos puntos se deben tomar en cuenta si el área de trabajo necesita algún almacén, sistemas de manutención, o bien, si se tiene el personal necesario, además es importante considerar las características constructivas de los edificios, la orientación de los edificios, el uso de suelo en las áreas colindantes, las instalaciones eléctricas, la geometría del terreno, etc., estas características deben ser añadidas al análisis para realizar su posterior reajuste.

Después del análisis de todas las limitantes y de las consideraciones que se requieren, es momento de desarrollar realizar las propuestas de distribución, se recomienda que sea más de una pero menos de cinco.

Como se mencionó anteriormente un escenario donde los departamentos se acoplen de manera perfecta es casi imposible, por lo que, los centros de trabajo no siempre se pueden tener una forma cuadrada o rectangular, por esta razón, es necesario cambiar la forma de los departamentos, tal como se muestra ver figura 3.17.

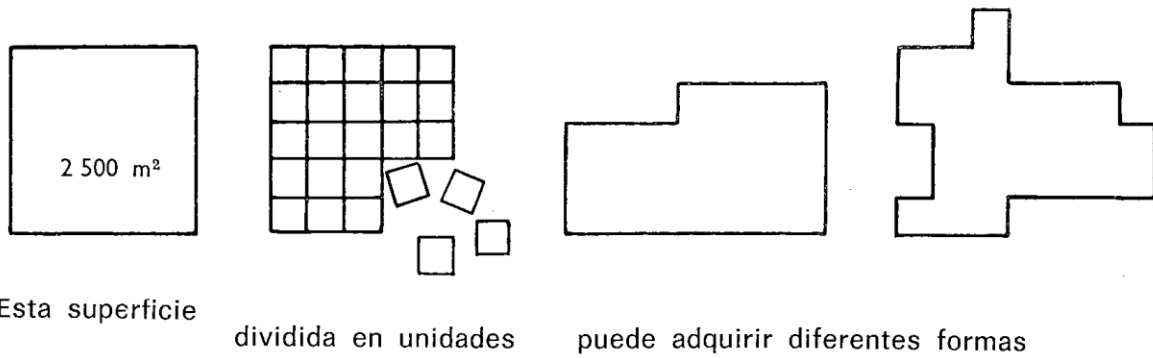


Figura 3.17. Ejemplo de cambio de la forma de un departamento. Fuente: Planificación y proyección de la empresa industrial, 1968.

Una herramienta que permite calcular si la forma de los centros de trabajo es aceptable, es a través del cálculo del factor F, véase ecuación 5.

$$F = \frac{P}{4\sqrt{A}}$$

Ecuación 5.

Donde:

- F = Factor de forma, si $1 \leq F \leq 1.4$ la forma del departamento es aceptable.
- P = Perímetro del departamento.
- A = Área del departamento.

Finalmente, cada una de las propuestas de distribución una serie de ventajas y desventajas, por lo que, se debe implementar el último paso del SLP, el cual consiste en evaluar cada uno de los planteamientos y seleccionar la mejor opción.

Existen diversas maneras de llegar a una elección, no obstante, Muther sugiere tres técnicas de selección:

- Comparación de ventajas y desventajas: Consiste en confrontar las ventajas y los inconvenientes.
- Comparación de costes y justificación: Es la comparación de los costos y el desarrollo de un análisis financiero, trata de justificar y verificar si el proyecto es económicamente realizable.
- Análisis de factores o criterios: Este método radica en analizar aquellos factores que se consideran importantes en la distribución, posteriormente se valora la importancia de éstos factores, después, se ponderan y suman todas las valoraciones, para finalmente, comparar los valores totales de cada propuesta, la figura 3.18 ejemplifica el formato utilizado en esta técnica, asimismo, la figura 3.19, muestra los criterios de calificación.

Enumerar los factores, puntos de vista, criterios y objetivos implicados o deseados para el planteamiento.

Identificar las distintas soluciones mediante letras

FACTORES/PTOS. DE VISTA	Peso	ACOTACION. BRUTAS O PONDERADAS					COMEN- TARIOS
		A	B	C	D	E	
1							
2							
3							
4							
5							
TOTALES							

Indicar la importancia relativa de cada factor

Acotar cada solución para cada uno de los factores en la esquina superior.

Multiplicar el peso por la acotación bruta para obtener el valor ponderado

Totalizar todas las acotaciones ponderadas para cada proyecto y comparar los totales.

Figura 3.18. Formato para el análisis de factores. Fuente: Planificación y proyección de la empresa industrial, 1968.

VALORES Y CONVENIOS REFERENTES A LAS ACOTACIONES		
Acotación vocales	Significación	Valor numérico
A	Casi perfecto (Excelente)	4
E	Especialmente bueno (Muy bueno)	3
I	Importantes resultados obtenidos (Bueno)	2
O	Resultados ordinarios (Mediano)	1
U	Resultados sin importancia (Mediocre)	0
X	Imposible	

Figura 3.19. Criterios de calificación. Fuente: Planificación y proyección de la empresa industrial, 1968.

A continuación, se presentan los factores de evaluación más utilizados (Muther, Planificación y proyección de la empresa industrial, 1968):

1. Facilidad de una futura expansión.
2. Adaptabilidad.
3. Flexibilidad del planteamiento.
4. Eficacia del recorrido de los productos.
5. Eficacia de la manutención.
6. Eficacia del almacenaje.
7. Utilización de las superficies.
8. Seguridad y vigilancia.
9. Condiciones de trabajo y moral del personal.
10. Facilidad de supervisión y de control.
11. Prestigio, valor promocional, relaciones públicas.
12. Calidad del producto.
13. Problemas de conservación.
14. Adaptación a la estructura general de la empresa.
15. Utilización de los equipos.
16. Utilización de las condiciones naturales y de los alrededores.
17. Capacidad de enfrentarse a las necesidades.
18. Inversiones necesarias.
19. Economías, beneficios, rentabilidad.

3.4 Análisis costo-beneficio.

El análisis costo beneficio es un método de evaluación de proyectos, utilizado para evaluar proyectos del sector privado o público, con el propósito de determinar si el proyecto es rentable desde el punto de vista de un bienestar social, para el desarrollo de este análisis se debe tomar en cuenta el valor del dinero en el tiempo en el ritmo de los flujos de las ganancias que se obtienen después del inicio del proyecto (Urbina, 2013).

La razón B/C se define como la razón del valor equivalente de los beneficios al valor equivalente de los costos. Las medidas de valor equivalentes que podrían aplicarse son el valor presente, valor anual o valor futuro, aunque por costumbre se emplean el VP o el VA, (Sullivan, Wicks, & Luxhoj, 2004), la relación costo-beneficio está definida por la ecuación 6.

$$\frac{B}{C} = \frac{VP (\text{Beneficios del proyecto propuesto})}{VP (\text{Costos totales del proyecto prpuesto})} = \frac{VP (B)}{I + VP (C\&M)}$$

Ecuación 6.

Donde:

VP = Valor presente

B = Beneficios del proyecto propuesto.

I = Inversión inicial del proyecto propuesto.

$C\&M$ = Costos de operación y mantenimiento del proyecto propuesto.

Si la razón del análisis B/C es mayor a 1 significa que el proyecto es rentable, por lo contrario, si el cociente es menor o igual a cero, implica que el proyecto no es favorable.

Capítulo 4. Mapa del proceso de producción.

Tal como se mencionó en el capítulo 2, actualmente la empresa basa su sistema de producción de plataformas en un proceso totalmente empírico, esta condición ha causado la nula existencia de algún documento que especifique la manera en la cual se debe comenzar con la manufactura de dicho producto.

A continuación, se presenta el mapeo del proceso que aborda la fabricación de la plataforma yendo desde lo general hasta los puntos más específicos.

4.1 Modelo estratégico.

El primer mapa desarrollado es el modelo estratégico o modelo de negocios, en este esquema se puede observar de manera concisa la representación del macro proceso, el cual inicia, con una orden del cliente, posteriormente se elabora el producto (en este caso la plataforma) para finalmente obtener el producto final, véase figura 4.1.

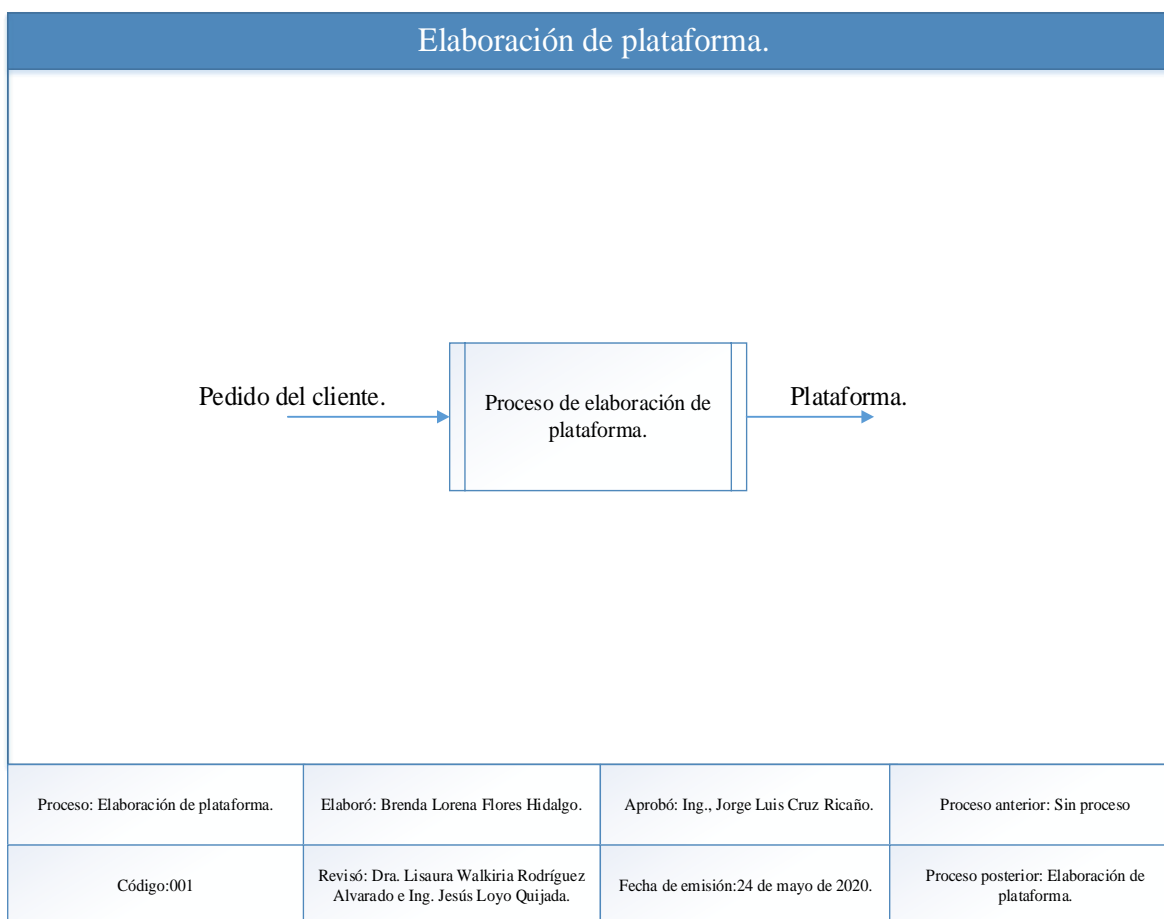


Figura 4.1. Mapa del modelo de negocios (nivel 0). Fuente: Elaboración propia, 2020.

4.2 Mapa global de las interacciones entre áreas.

Una vez establecido el modelo de negocios presentado previamente, se realizó un acercamiento al proceso de producción, para la creación de este mapa, se ejecutaron algunas entrevistas a los jefes de las diferentes áreas involucradas en la fabricación de la plataforma, estas áreas son:

- Ventas: Se encarga de recibir las ordenes y entregar los productos terminados al cliente.
- Diseño: Su función es realizar el prototipo del producto en 3D, así como elaborar los planos correspondientes para su posterior elaboración.
- Planeación: Revisa si existen los requerimientos necesarios para la producción.
- Producción: Supervisa a las diferentes estaciones de trabajo.
- Compras: Se encarga de solicitar a los diferentes proveedores el material necesario cuando éste haga falta.
- Almacén: Lleva el control de los materiales que salen y entran.
- Control de calidad: Supervisa que el producto tenga las características de manufactura de acuerdo a la norma y a los requisitos del cliente.

Es importante mencionar que, para la elaboración de este esquema se necesitaron aproximadamente 2 días, una vez definido el diagrama, se presentó a los jefes de cada área para el otorgamiento de su aprobación.

Como se puede observar en la figura 4.2, cada una de las áreas involucradas es esencial para el proceso productivo, no obstante, el área de diseño, puede ser quizás una de las más importantes, ya que el personal de este departamento, se encarga de definir si los proyectos a manufacturar son factibles, puesto que, algunas de las veces éstos pueden ser rechazados si la empresa no tiene las herramientas necesarias para su fabricación.

Asimismo, se pueden observar pequeños círculos enumerados, los cuales muestran diferentes las notificaciones que se deben mandar a las diversas áreas, en este caso, dado que la empresa cuenta con un servicio de atención al cliente, cuando éste decide no adquirir el producto, el área de ventas se da a la tarea de indagar porque no se ha realizado la compra.

De igual manera, cuando se tiene una orden de trabajo, este dato se le notifica a cada una de las áreas con el propósito fundamental de preparar todo lo necesario para comenzar con la producción del producto.

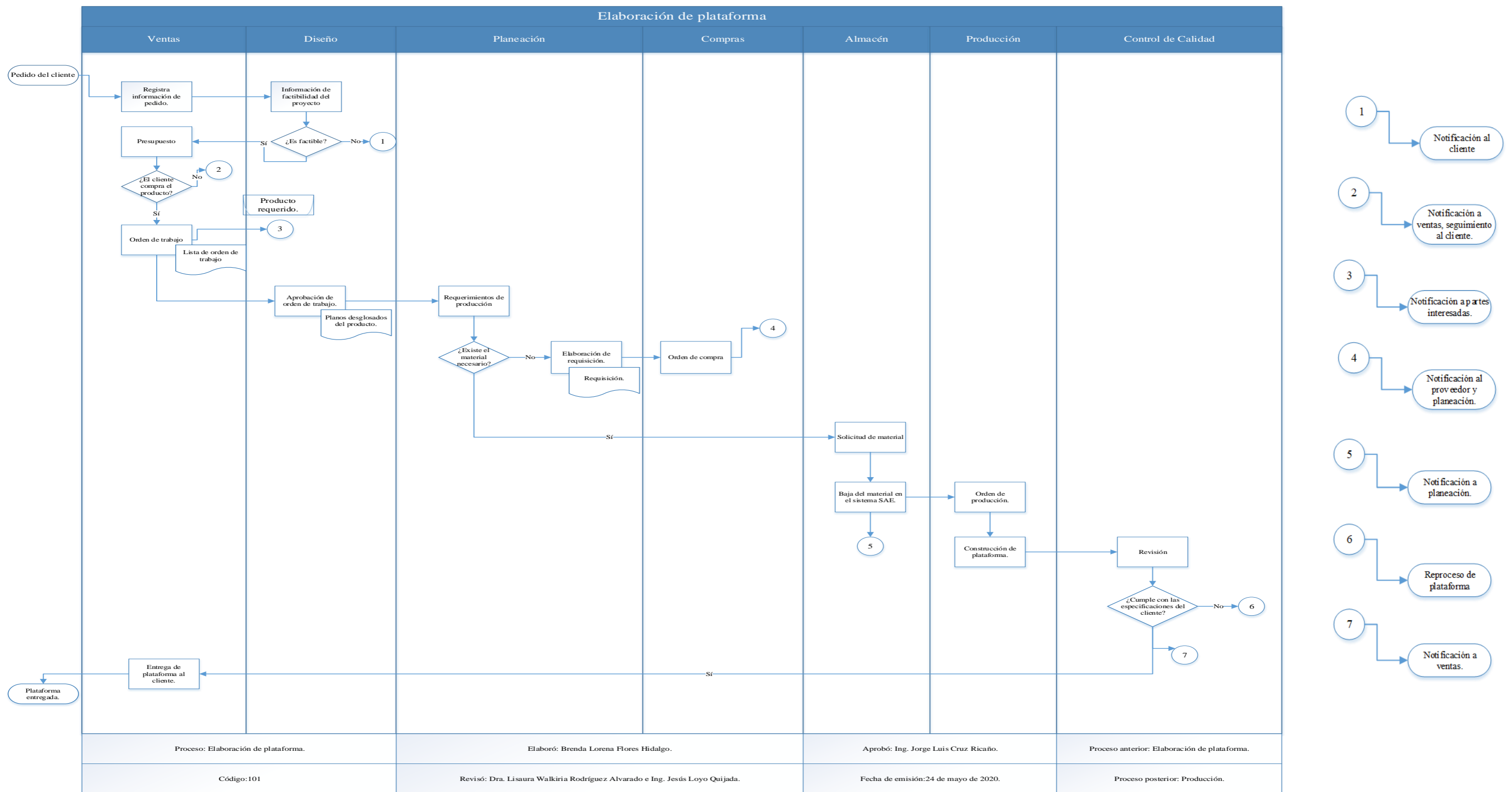


Figura 4.2. Mapa global de las interacciones entre áreas (nivel 1). Fuente: Elaboración propia, 2020.

4.3 Mapa del proceso específico del proceso de producción.

Con el objetivo de examinar más el proceso de producción de plataformas, se realizó un acercamiento a las actividades realizadas en el área de producción, es decir, se creó un nivel 2, dicha área está compuesta por 8 estaciones de trabajo, cada una de ellas realiza una serie de actividades esenciales para elaborar cada una de las piezas que conforman una plataforma.

Para esta fase del mapeo se optó por resumir las actividades que se desarrollan en cada estación y englobar de manera un tanto general el proceso. Este esquema tiene una forma especial, ya que las estaciones interactúan de diferente forma unas entre otras.

Todo el proceso de fabricación inicia con la orden de producción, en lo que respecta a la estación de Pantógrafo-CNC el primer paso es realizar el corte de almas y cuellos, cabe mencionar que, estas dos piezas son de suma importancia para la manufactura de la plataforma, pues constituyen la estructura de ésta, posteriormente, se cortan las demás piezas, dicho corte puede ser en CNC o en cizalla, no obstante, algunas de estas piezas requieren un doblado, por lo tanto, pasan por la tercera estación.

La cuarta estación es subensambles, en ella, se elaboran las vigas, el cual es el ensamble de almas y cuellos, seguidamente, se realizan los demás subensambles, cuando todo esto se tiene fabricado, los materiales pasan a la quinta estación, ensamble, en esta zona, como su nombre lo indica, se realiza el ensamble de todas y cada una de las piezas cortadas, dobladas, subensambladas hechas anteriormente, una vez ensamblada, de acuerdo a los requerimientos del cliente, si la plataforma se solicita con un piso de madera, ésta pasa a la siguiente estación, donde se cortan los diferentes tablonés de madera para colocar el piso, después la plataforma regresa a la zona de ensamble para la colocación de piso de lámina antiderrapante, caso contrario ocurre si el piso de madera no es un requisito, pues si no se requiere pasa inmediatamente a la colocación de piso de lámina.

Después de que la plataforma se encuentra ensamblada, pasa a la séptima estación, pintura, donde de acuerdo al color que el cliente desee ésta se pinta, finalmente, la plataforma pintada pasa a la estación de luces y frenos donde, como su nombre lo indica, se colocan aquellos accesorios necesarios para que la plataforma pueda estar en circulación.

Como se puede observar, en la figura 4.3 existen diversos “VP”, los cuales hacen referencia a las variables de proceso (véase capítulo 3), ocho de ellos se colocaron en los transportes claves dentro del proceso productivo y el noveno se colocó en la parte final, en donde se evalúa el grado de cumplimiento entre el producto y los requerimientos del cliente, asimismo, se pueden observar pequeños círculos enumerados, los cuales, como se mencionó en el punto 4.2 indican las notificaciones a las diferentes áreas.

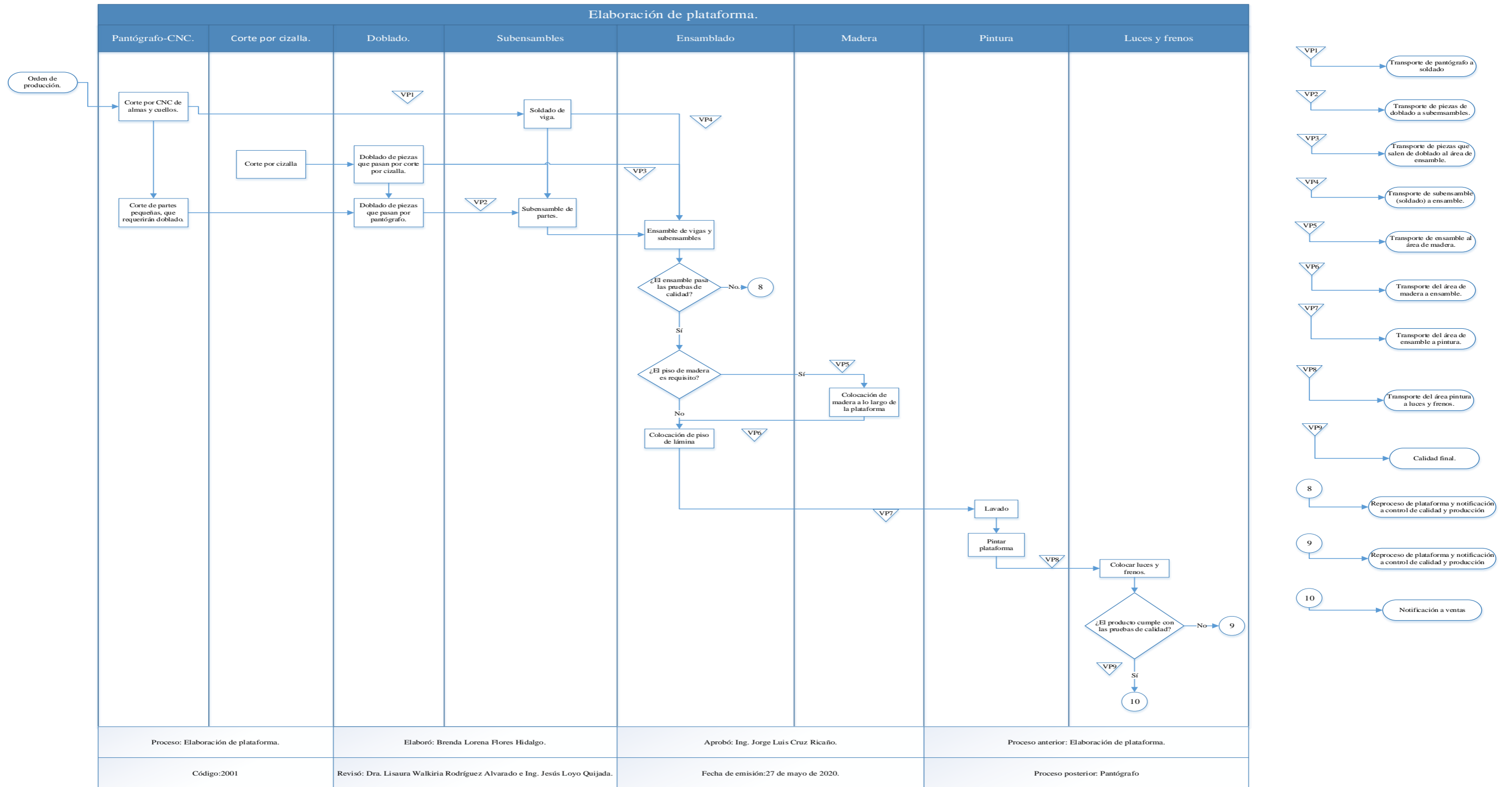


Figura 4.3. Mapa del proceso específico del proceso de producción (nivel 2). Fuente: Elaboración propia, 2020.

4.4 Mapa de los subprocesos de las áreas de producción.

Como se ha mencionado previamente, cada una de las estaciones que conforman el área de producción ejecutan diferentes tareas esenciales para la manufactura de las piezas de la plataforma.

Con el propósito de representar de una manera concisa en que radican las diferentes tareas de cada estación, se desarrollaron los mapas pertinentes a un nivel 3, es importante mencionar que, para la creación de dichos esquemas, se necesitaron observar las diversas fases del proceso una y otra vez, para analizar la secuencia de operaciones.

Asimismo, se ejecutaron entrevistas a los encargados de las estaciones, quienes indicaron si los esquemas eran correctos o era necesario modificarlos, todo este proceso de recopilación de información tomó aproximadamente 20 días. A continuación, se presentan los mapas nivel 3, que engloban las actividades desarrolladas en las diferentes estaciones.

La figura 4.4 muestran la secuencia de operaciones que se realizan en Pantógrafo, asimismo, éste mapa representa los recursos necesarios para la elaboración de cada una de las piezas, además muestra una serie de indicaciones necesarias antes de ejecutar el corte por CNC.

Como se puede observar en el mapa, las primeras piezas a cortar son las almas y cuellos, esto debido a que conforman la estructura base de la plataforma. Además, dado que, para el corte de las piezas se siguen las mismas indicaciones, es fácil notar que éstas se repiten en todo el diagrama.

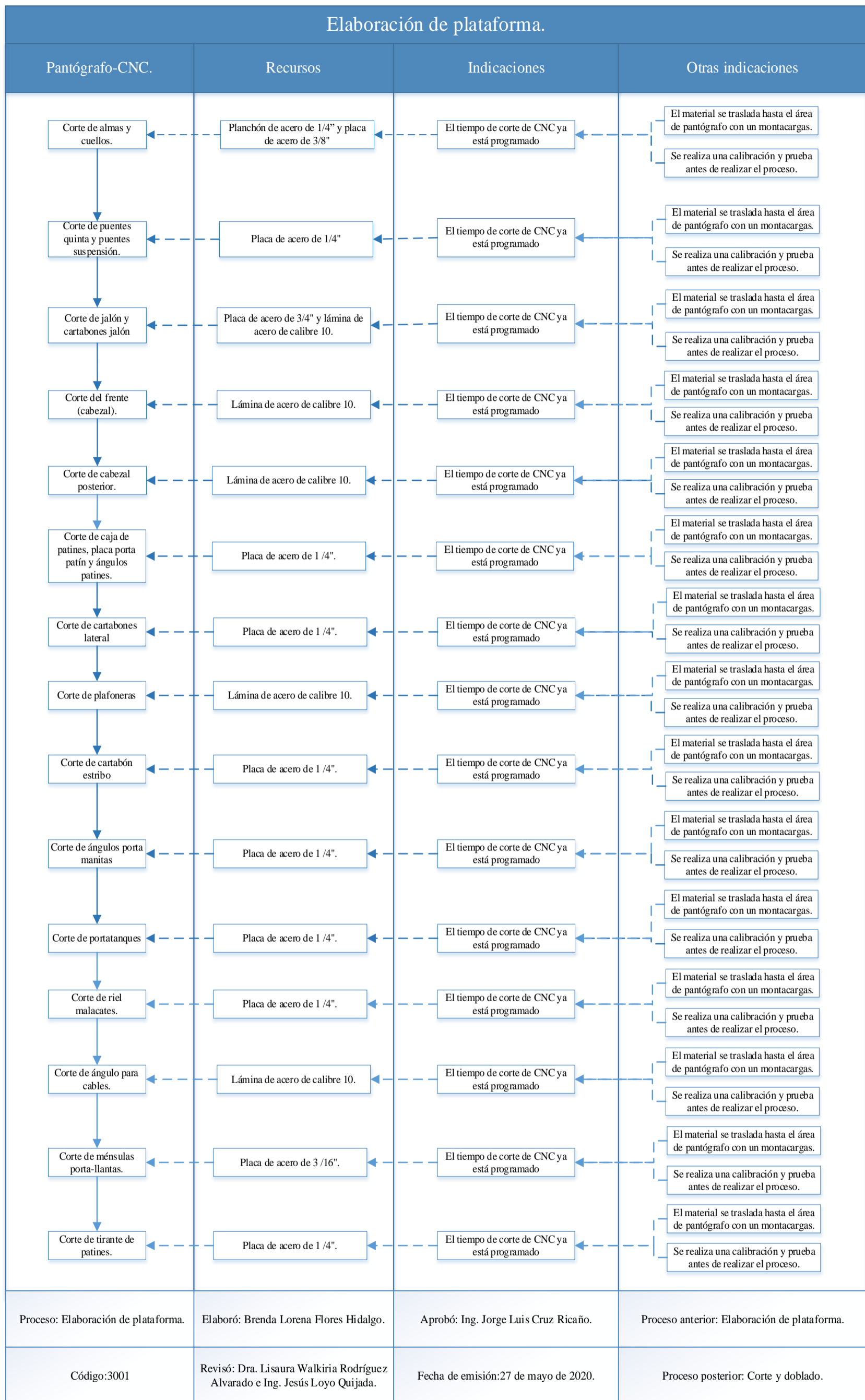


Figura 4.4. Mapa del proceso de la estación de pantógrafo (nivel 3). Fuente: Elaboración propia, 2020.

Caso similar ocurre en el mapa perteneciente a la estación de Corte por cizalla, en él se representan, las piezas a trabajar, los recursos y las indicaciones necesarias, no obstante, este diagrama informa que para algunas de las piezas que se manufacturan en esta área se tiene un stock, esto debido a que son piezas en común para otros productos que se elaboran en la empresa, ver figura 4.5.

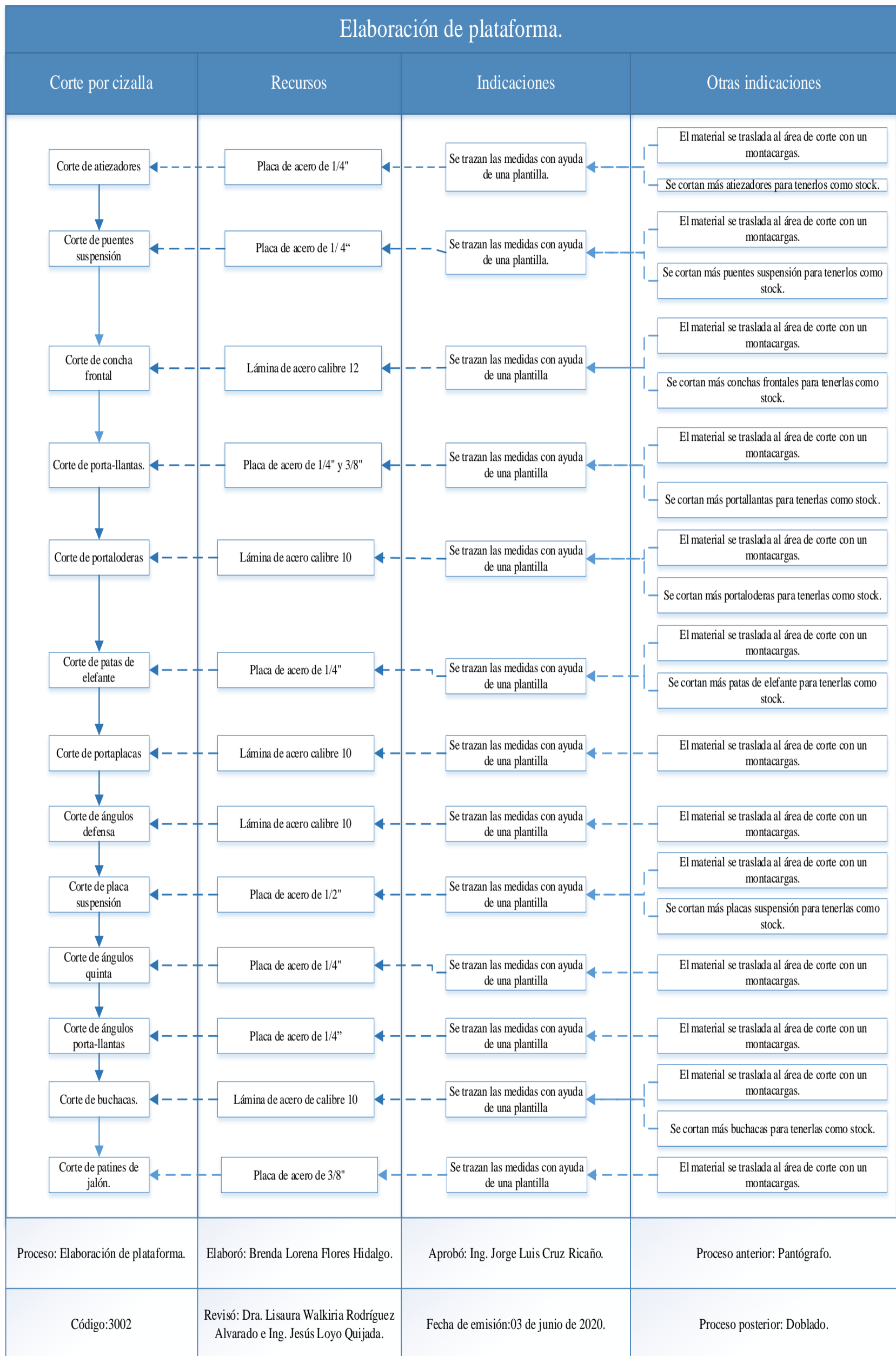


Figura 4.5. Mapa del proceso de la estación de corte por cizalla (nivel 3). Fuente: Elaboración propia, 2020.

Dada la naturaleza del proceso, algunas piezas cortadas, deben pasar a la estación de doblado, para facilitar la visualización de la procedencia de las piezas se crearon dos mapas, uno para las piezas que vienen de cizalla y otro para las piezas cortadas en pantógrafo, véanse figuras 4.6 y 4.7.

Elaboración de plataforma.			
Doblado de piezas que vienen de pantógrafo	Recursos	Indicaciones	Otras indicaciones
Doblado de puentes suspensión y puentes quinta.		Se trazan las medidas con ayuda de una plantilla	Las piezas se trasladan al área de doblado con un montacargas. Se realiza la calibración en la dobladora.
Doblado de jalón.		Se trazan las medidas con ayuda de una plantilla	Las piezas se trasladan al área de doblado con un montacargas. Se realiza la calibración en la dobladora.
Doblado de frente (cabezal).		Se trazan las medidas con ayuda de una plantilla	Las piezas se trasladan al área de doblado con un montacargas. Se realiza la calibración en la dobladora.
Doblado de cabezal posterior.		Se trazan las medidas con ayuda de una plantilla	Las piezas se trasladan al área de doblado con un montacargas. Se realiza la calibración en la dobladora.
Doblado de caja patines.		Se trazan las medidas con ayuda de una plantilla	Las piezas se trasladan al área de doblado con un montacargas. Se realiza la calibración en la dobladora.
Doblado de ángulos patines.		Se trazan las medidas con ayuda de una plantilla	Las piezas se trasladan al área de doblado con un montacargas. Se realiza la calibración en la dobladora.
Doblado de riel malacates.		Se trazan las medidas con ayuda de una plantilla	Las piezas se trasladan al área de doblado con un montacargas. Se realiza la calibración en la dobladora.
Doblado de cartabones lateral.		Se trazan las medidas con ayuda de una plantilla	Las piezas se trasladan al área de doblado con un montacargas. Se realiza la calibración en la dobladora.
Doblado de plafoneras.		Se trazan las medidas con ayuda de una plantilla	Las piezas se trasladan al área de doblado con un montacargas. Se realiza la calibración en la dobladora.
Doblado de cartabón estribo.		Se trazan las medidas con ayuda de una plantilla	Las piezas se trasladan al área de doblado con un montacargas. Se realiza la calibración en la dobladora.
Doblado de ángulos portamanitas.		Se trazan las medidas con ayuda de una plantilla	Las piezas se trasladan al área de doblado con un montacargas. Se realiza la calibración en la dobladora.
Doblado de portatanques.		Se trazan las medidas con ayuda de una plantilla	Las piezas se trasladan al área de doblado con un montacargas. Se realiza la calibración en la dobladora.
Doblado de ángulos para cables.		Se trazan las medidas con ayuda de una plantilla	Las piezas se trasladan al área de doblado con un montacargas. Se realiza la calibración en la dobladora.
Doblado de ménsulas para llantas.		Se trazan las medidas con ayuda de una plantilla	Las piezas se trasladan al área de doblado con un montacargas. Se realiza la calibración en la dobladora.
Doblado de tirantes de patines.		Se trazan las medidas con ayuda de una plantilla	Las piezas se trasladan al área de doblado con un montacargas. Se realiza la calibración en la dobladora.
Proceso: Elaboración de plataforma.	Elaboró: Brenda Lorena Flores Hidalgo.	Aprobó: Ing. Jorge Luis Cruz Ricaño.	Proceso anterior: Pantógrafo.
Código:3003	Revisó: Dra. Lisaura Walkiria Rodríguez Alvarado e Ing. Jesús Loyo Quijada.	Fecha de emisión:03 de junio de 2020.	Proceso posterior: Subensambles.

Figura 4.6. Mapa del proceso de la estación de doblado de las piezas que vienen de pantógrafo-CNC (nivel 3). Fuente: Elaboración propia, 2020.

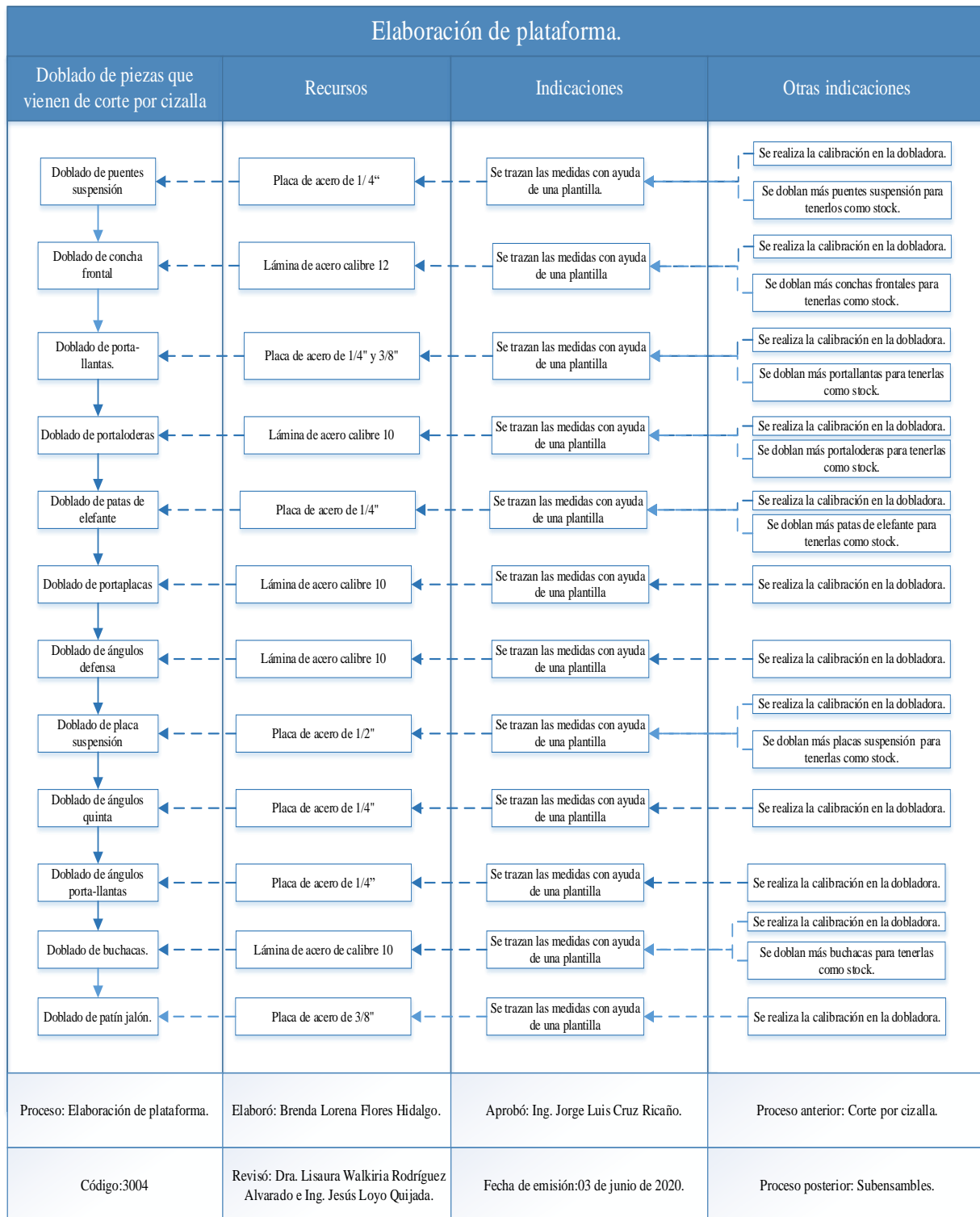


Figura 4.7. Mapa del proceso de la estación de doblado de las piezas que vienen de corte por cizalla (nivel 3). Fuente: Elaboración propia, 2020.

En la estación de subensambles se ensamblan las piezas necesarias para la manufactura de vigas, concha frontal, portallantas, bordas, patas de elefante y patines, en este caso, además de elaborar un mapa nivel 3, se optó por realizar un cuarto nivel, que explicara de manera más detallada en que consiste cada uno de los subensambles, tal como se muestra en las figuras 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, 4.13 y 4.14.

Elaboración de plataforma.			
Subensambles.	Recursos	Indicaciones	Otras indicaciones
<pre> graph TD A[Vigas.] --> B[Concha frontal.] B --> C[Portallantas.] C --> D[Borda] D --> E[Patas de elefante.] E --> F[Patines] </pre>			
Proceso: Elaboración de plataforma.	Elaboró: Brenda Lorena Flores Hidalgo.	Aprobó: Ing. Jorge Luis Cruz Ricaño.	Proceso anterior: Doblado.
Código:3005	Revisó: Dra. Lisaura Walkiria Rodríguez Alvarado e Ing. Jesús Loyo Quijada.	Fecha de emisión:10 de junio de 2020.	Proceso posterior: Ensamble.

Figura 4.8. Mapa del proceso de la estación de subensambles (nivel 3). Fuente: Elaboración propia, 2020.

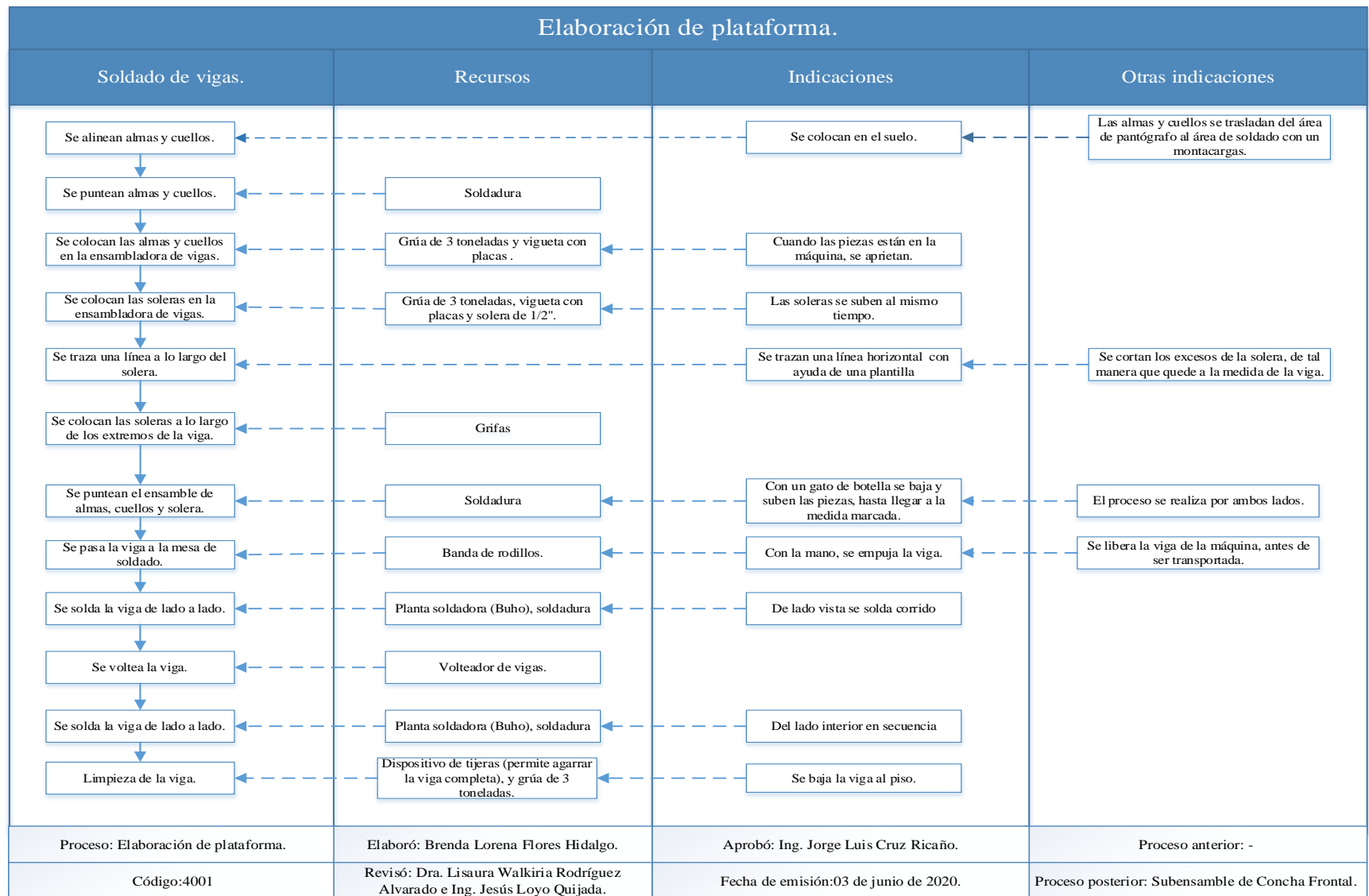


Figura 4.9. Mapa del proceso del subensamble de vigas (nivel 4). Fuente: Elaboración propia, 2020.

Elaboración de plataforma.			
Subensamble Concha Frontal.	Recursos	Indicaciones	Otras indicaciones
	<p>3 piezas que conforman la concha frontal que pasan por corte y doblado.</p> <p>PTR de acero negro de 1/2"x 1/2"</p> <p>Piezas traídas de corte y doblado.</p> <p>PTR de acero negro de 1/2"x 1/2"</p> <p>Piezas traídas de corte y doblado.</p> <p>Soldadura</p>	<p>Se hacen los quiebres requeridos para darle forma.</p> <p>Se colocan 4 enfrente y 2 en los lados.</p>	
Proceso: Elaboración de plataforma.	Elaboró: Brenda Lorena Flores Hidalgo.	Aprobó: Ing. Jorge Luis Cruz Ricaño.	Proceso anterior: Soldado de Vigas.
Código:4002	Revisó: Dra. Lisaura Walkiria Rodríguez Alvarado e Ing. Jesús Loyo Quijada.	Fecha de emisión: 10 de junio de 2020.	Proceso posterior: Subensamble de portallantas.

Figura 4.10. Mapa del proceso del subensamble de concha frontal (nivel 4). Fuente: Elaboración propia, 2020.

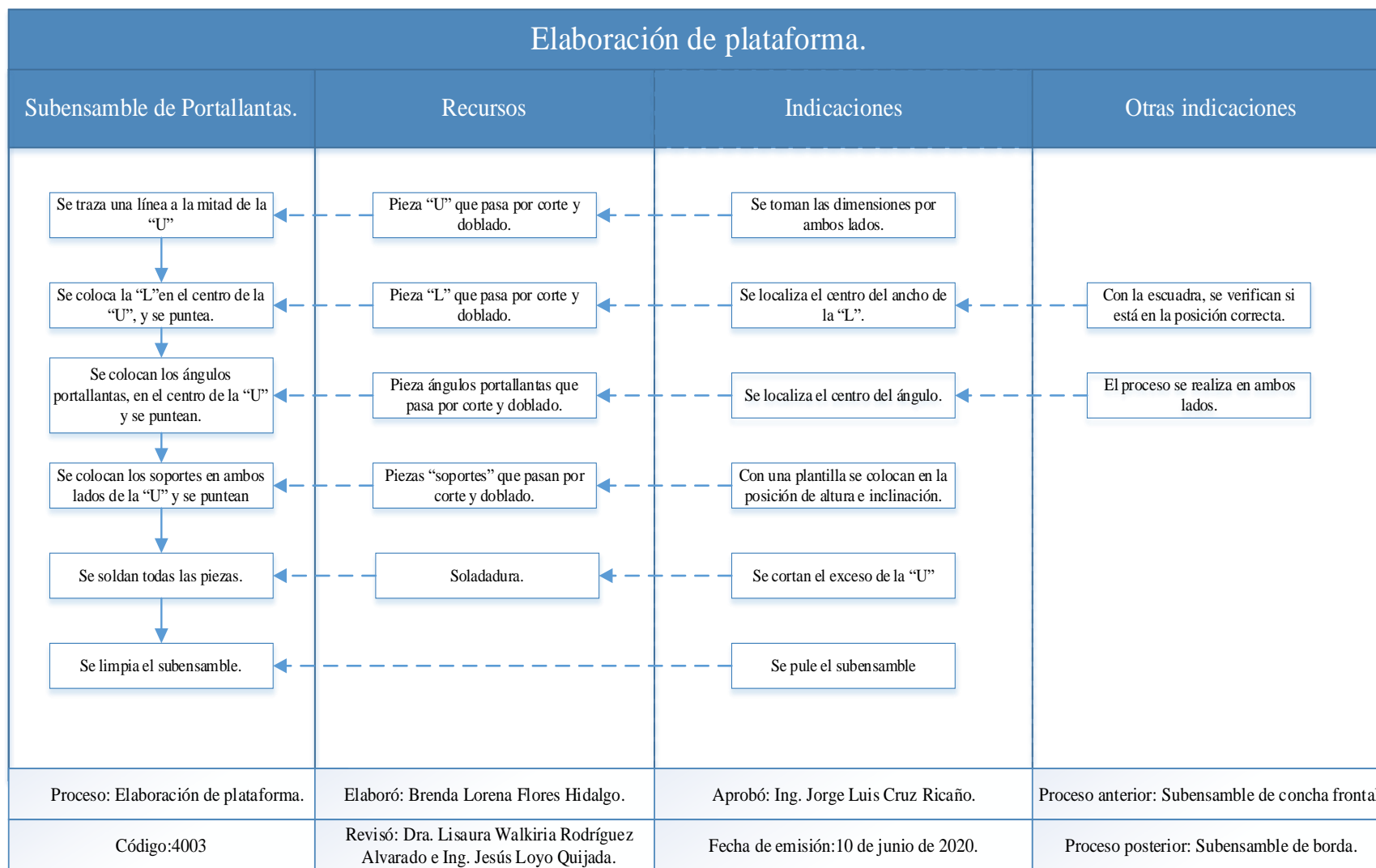


Figura 4.11. Mapa del proceso del subensamblado de portallantas (nivel 4). Fuente: Elaboración propia, 2020.

Elaboración de plataforma.			
Subensamble de Borda.	Recursos	Indicaciones	Otras indicaciones
<p>Se coloca el canal de acero</p> <p>Se colocan las buchacas y se puntean.</p> <p>Se coloca el PTR y se puntea.</p> <p>Se coloca los ganchos y se puntean.</p> <p>Se colocan las plafoneras y se puntean</p>	<p>Canal de acero de 5" a 12.20</p> <p>Buchacas que pasan por corte y doblado.</p> <p>PTR de acero de 1.5"x1.5"</p> <p>Perfil de acero redondo de 1/2"</p> <p>Plafoneras, piezas que pasan por pantógrafo y doblado.</p>	<p>Se corta a la medida requerida</p> <p>Con una plantilla se traza la posición en la que irá cada buchaca.</p> <p>Con una plantilla se traza la posición en la que irá cada PTR.</p> <p>Se trazan las medidas donde se colocaran los ganchos.</p> <p>Se trazan las medidas donde se colocaran las plafoneras.</p>	<p>El proceso de fabricación de bordas se repite 2 veces, pues se necesitan 2 bordas.</p> <p>El PTR se corta a 1 y 3/4"</p> <p>Se realiza un doblés a los ganchos.</p>
Proceso: Elaboración de plataforma.	Elaboró: Brenda Lorena Flores Hidalgo.	Aprobó: Ing. Jorge Luis Cruz Ricaño.	Proceso anterior: Subensamble de portallantas.
Código:4004	Revisó: Dra. Lisaura Walkiria Rodríguez Alvarado e Ing. Jesús Loyo Quijada.	Fecha de emisión:10 de junio de 2020.	Proceso posterior: Subensamble de patas de elefante.

Figura 4.12. Mapa del proceso del subensamble de borda (nivel 4). Fuente: Elaboración propia, 2020.

Elaboración de plataforma.			
Subensamblado de Pata de elefante.	Recursos	Indicaciones	Otras indicaciones
<pre> graph TD A[Se coloca la base pata.] --> B[Se coloca y se puntea la pared pata de elefante derecha.] B --> C[Se coloca y se puntea la pared pata de elefante izquierda.] C --> D[Se coloca y se puntea la tapa.] D --> E[Se solda toda la tapa.] </pre>	<p>Pieza base, traída de corte.</p> <p>Pieza lateral, traída de corte y doblado.</p> <p>Pieza lateral, traída de corte y doblado..</p> <p>Pieza lateral, traída de corte.</p>	<p>Se utiliza el molde, que la empresa ha generado para ensamblar las patas de elefante.</p> <p>Se utiliza el molde, que la empresa ha generado para ensamblar las patas de elefante.</p> <p>Se utiliza el molde, que la empresa ha generado para ensamblar las patas de elefante.</p> <p>Se utiliza el molde, que la empresa ha generado para ensamblar las patas de elefante.</p>	<p>Este proceso se repite 4 o 2 veces, pues se necesitan 4 o 2 patas de elefante dependiendo del tipo de plataforma a manufacturar.</p> <p>Se colocan dos soportes para darle la altura a la que irá la tapa.</p>
Proceso: Elaboración de plataforma.	Elaboró: Brenda Lorena Flores Hidalgo.	Aprobó: Ing. Jorge Luis Cruz Ricaño.	Proceso anterior: Subensamblado de bordas.
Código:4005	Revisó: Dra. Lisaura Walkiria Rodríguez Alvarado e Ing. Jesús Loyo Quijada.	Fecha de emisión:10 de junio de 2020.	Proceso posterior: Subensamblado de patines.

Figura 4.13. Mapa del proceso del subensamblado de pata de elefante (nivel 4). Fuente: Elaboración propia, 2020.

Elaboración de plataforma.			
Subensamble de Patines.	Recursos	Indicaciones	Otras indicaciones
<p>Se trae e juego de patín mecánico</p> <p>Se colocan la caja de patines</p> <p>Se coloca la placa portapatín</p> <p>Se solda la pata de elefante en el ski a uno de los patines.</p> <p>Se solda la pata de elefante en el ski al otro patín..</p>	<p>Par de patines mecánicos.</p> <p>Caja para patín que pasa por pantógrafo y doblado, tornillos de 5/8" x 1.5" grado 8, tuercas y tornillos de presión.</p> <p>Placa portapatín cortada en pantógrafo, tornillos de 1/2" x 1.5"</p> <p>Pata de elefante, bisagras, perfil de acero redondo de 5/8".</p> <p>Plata de elefante, perfil de acero redondo de 5/8", cadena.</p>	<p>Este proceso elaboración de patines se repite 2 veces, pues se necesitan 2 juegos de patines.</p> <p>Se atornillan cajas y patines, con una pistola se aprietan.</p> <p>Se colocan los tonillos, y se aprieta</p> <p>Se reparte la posición de la pata de elefante, se puntea.</p> <p>Se solda una la cadena a la pata de elefante.</p>	<p>Se hacen dos cordones de soldado a cada una de las tuercas.</p> <p>Se trazan la medida de la altura a la que se colocará la placa.</p> <p>Se solda un gancho..</p> <p>Se colocan 2 ganchos en la parte lateral.</p>
Proceso: Elaboración de plataforma.	Elaboró: Brenda Lorena Flores Hidalgo.	Aprobó: Ing. Jorge Luis Cruz Ricaño.	Proceso anterior: Subensamble de Patas de elefante.
Código:4006	Revisó: Dra. Lisaura Walkiria Rodríguez Alvarado e Ing. Jesús Loyo Quijada.	Fecha de emisión:10 de junio de 2020.	Proceso posterior: -

Figura 4.14. Mapa del proceso del subensamble de patines (nivel 4). Fuente: Elaboración propia, 2020.

La figura 4.15 muestra la secuencia de operaciones de la estación de ensamble, para la realización de este mapa, se trató de homologar las operaciones realizadas, puesto que, en esta parte del proceso, existen 3 equipos encargados de ensamblar las plataformas, no obstante, cada uno de ellos tiene su método de trabajo, por lo que, para la creación de este diagrama, se tomaron las diferentes opiniones de integrantes de los equipos de trabajo, con lo cual se llegó a una homologación del método.

Asimismo, en la parte final del diagrama, se puede observar, el retroceso que realiza la plataforma al regresar de la estación de madera a la estación de ensamble, para la colocación del piso de lámina antiderrapante.

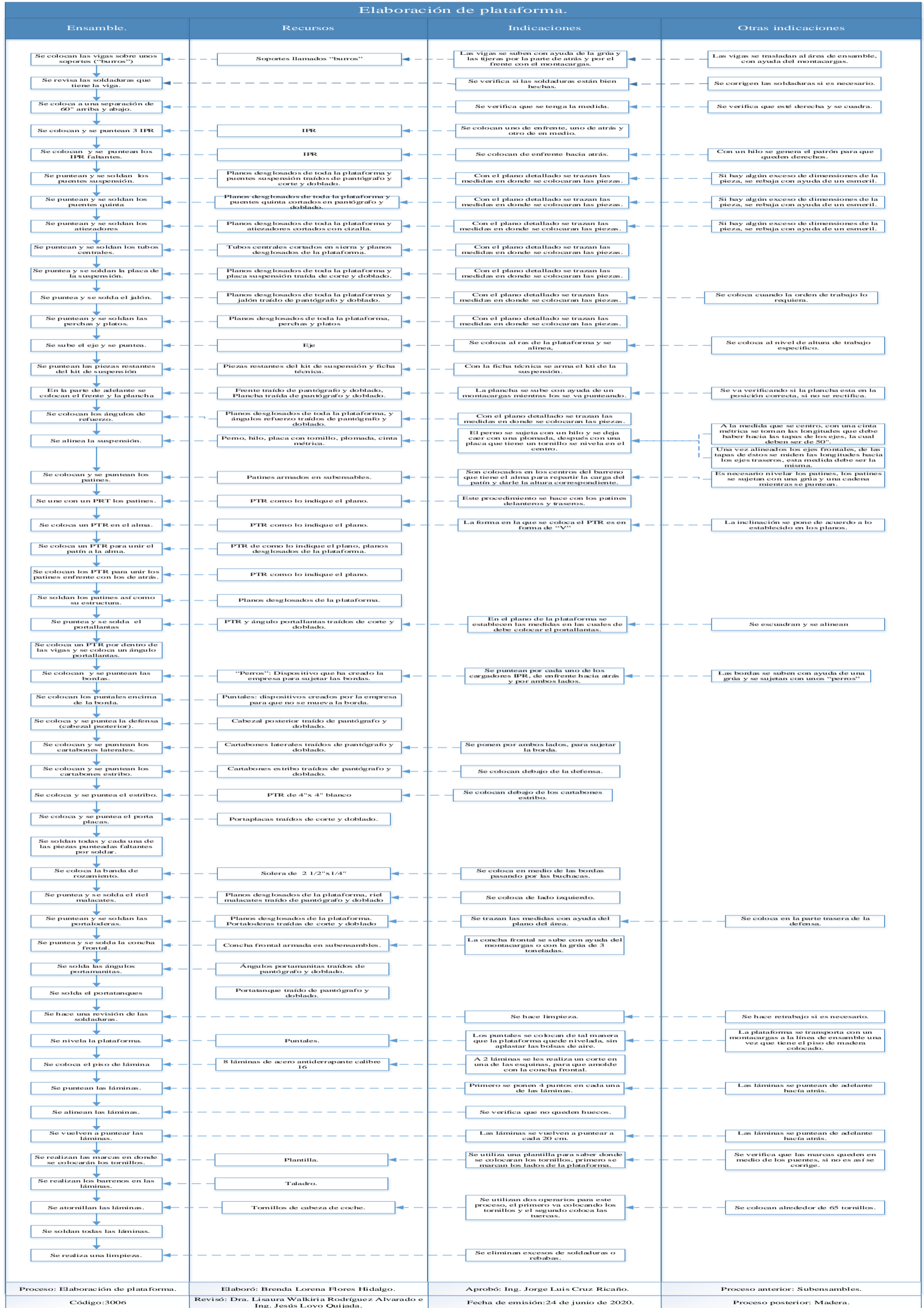


Figura 4.15. Mapa del proceso de la estación de ensamble (nivel 3). Fuente: Elaboración propia, 2020.

Al igual que en subensambles, en esta estación se elaboró un nivel 4, el cual hace referencia al corte por sierra de perfiles o tubos que se utilizan para el ensamble de plataformas, véase figura 4.16.

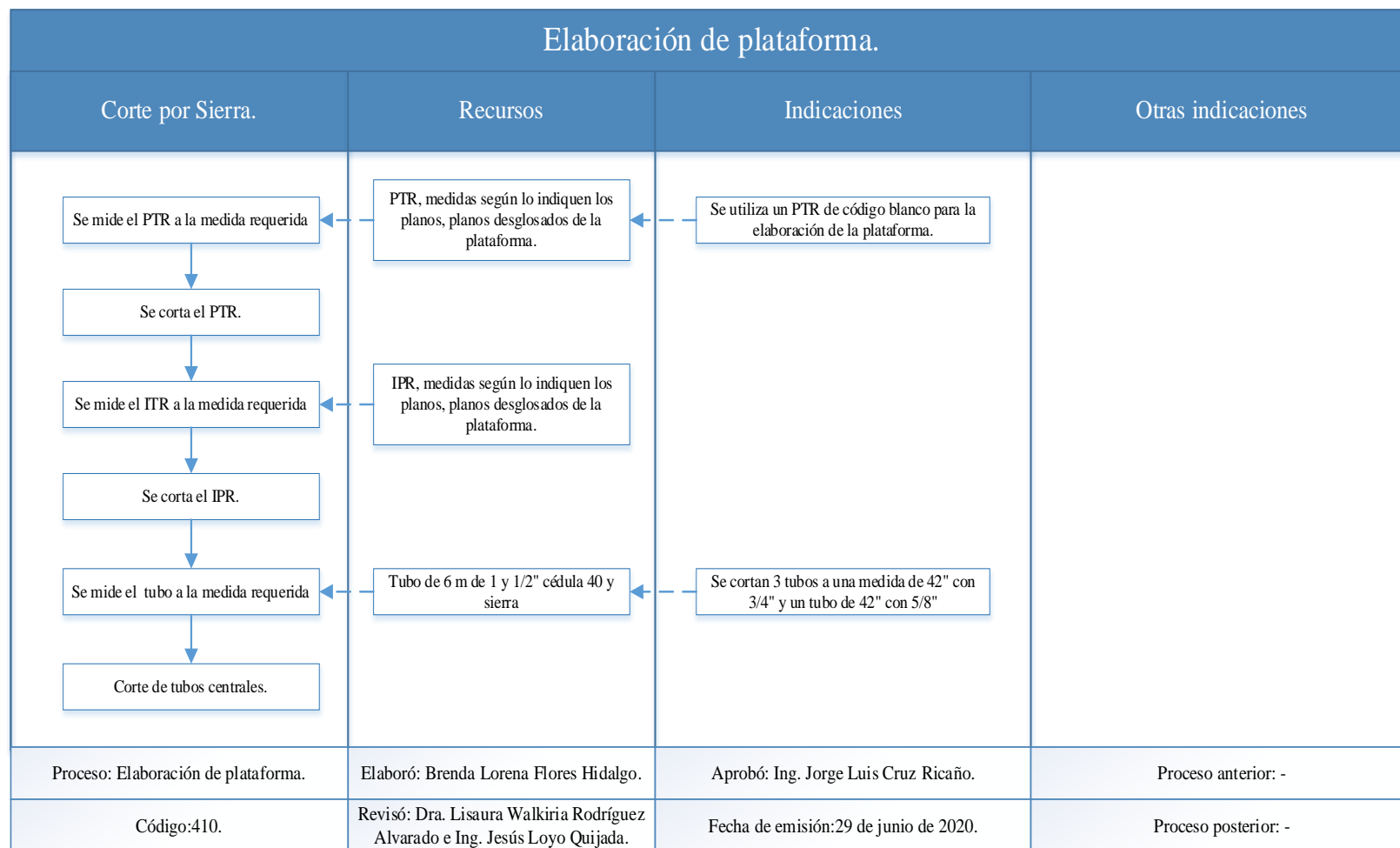


Figura 4.16. Mapa del proceso de corte por sierra (nivel 4). Fuente: Elaboración propia, 2020.

En la figura 4.17 se puede observar los pasos a seguir para la colocación de piso de manera, este diagrama muestra los recursos a utilizar, así como las indicaciones previas a seguir antes de realizar éste proceso.

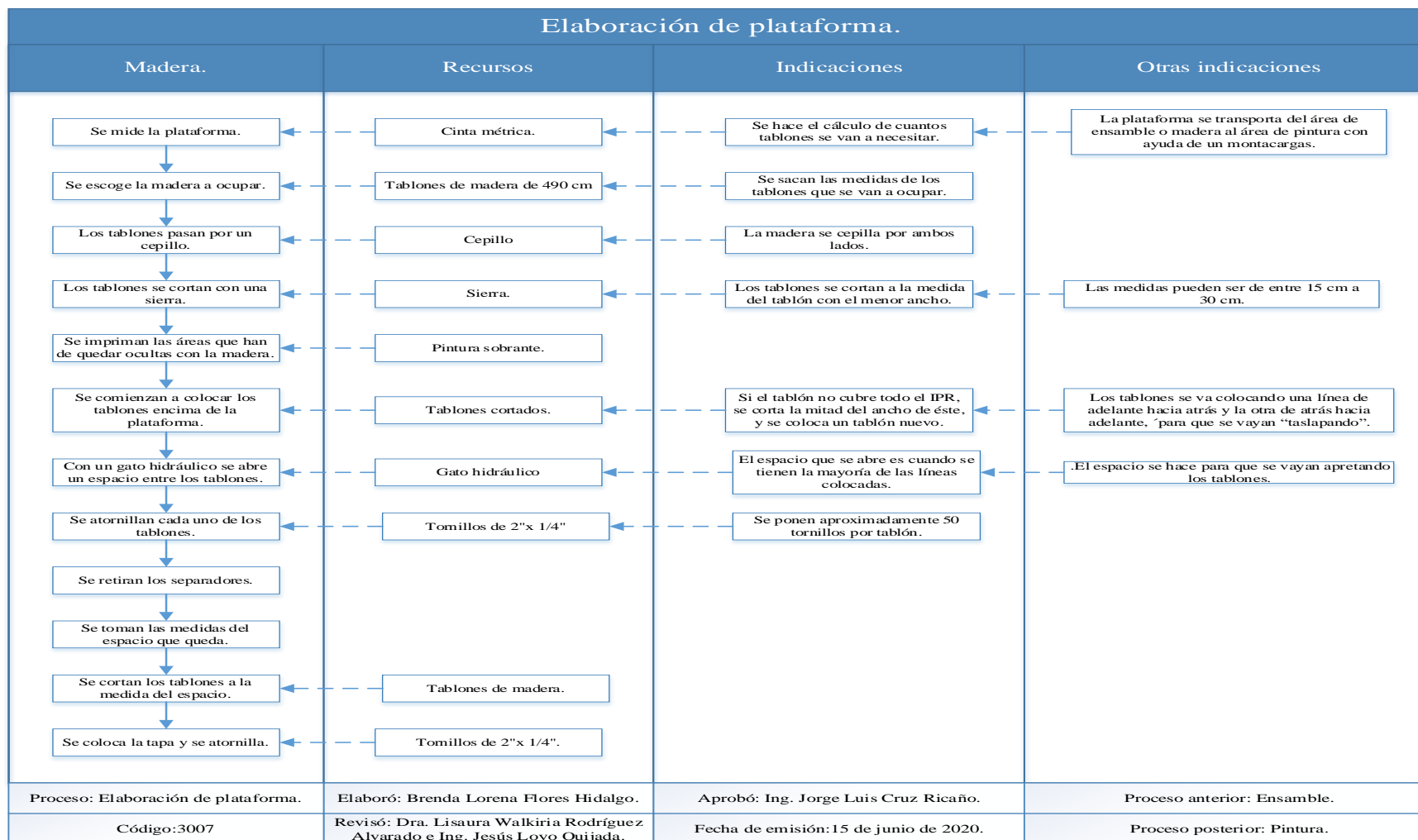


Figura 4.17. Mapa del proceso de la estación de madera (nivel 3). Fuente: Elaboración propia, 2020.

La serie de operaciones que se realizan en la estación de pintura se muestran en la figura 4.18, una parte fundamental de este esquema, es la acción de lavado, pues este paso es esencial para que, posteriormente, puedan aplicar los distintos aditivos a la plataforma que permitan que la pintura se impregne en ella.

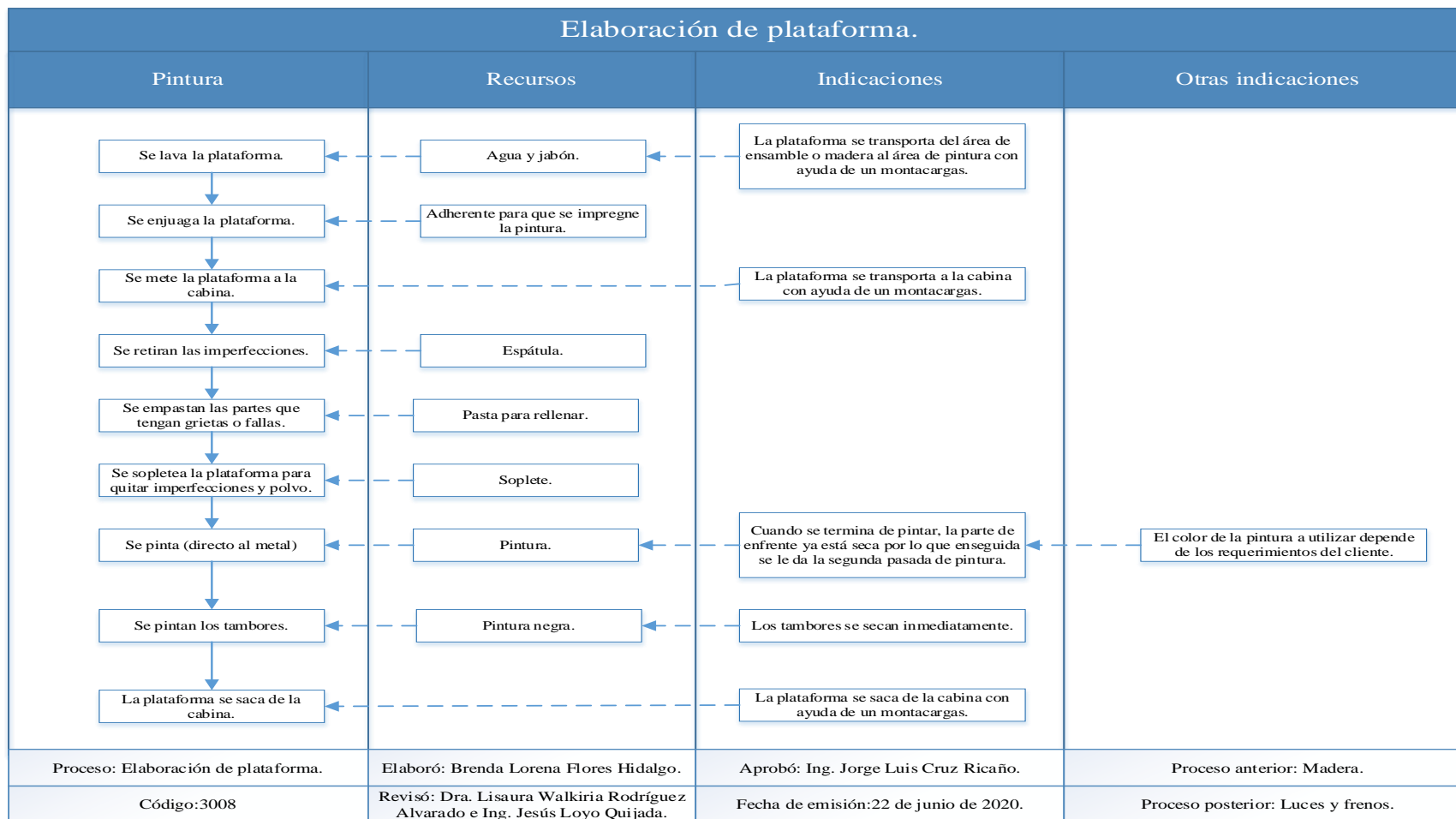


Figura 4.18. Mapa del proceso de la estación de pintura (nivel 3). Fuente: Elaboración propia, 2020.

La última estación es luces y frenos, en la figura 4.19 se observa el procedimiento de dicha estación, no obstante, al igual que en la zona de subensambles, fue necesario elaborar algunos mapas nivel 4, pues como se muestra en el esquema nivel 3, la plataforma requiere la instalación de luces, frenos y llantas, por lo que, para visualizar de una manera más sencilla estos procesos, se crearon los diagramas pertinentes a dichas instalaciones, tal como se muestran en la figura 4.20, 4.21 y 4.22.

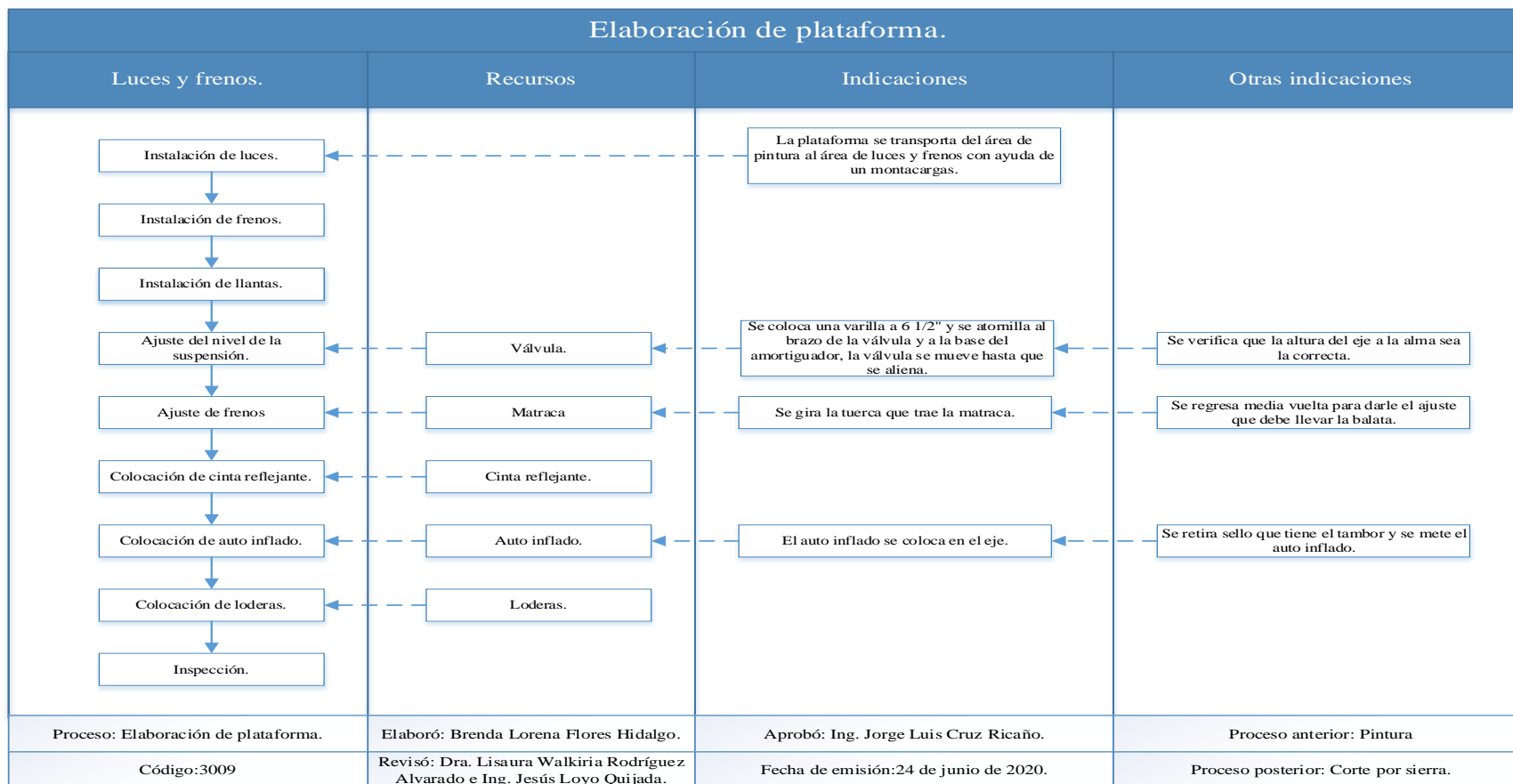


Figura 4.19. Mapa del proceso de la estación de luces y frenos (nivel 3). Fuente: Elaboración propia, 2020.

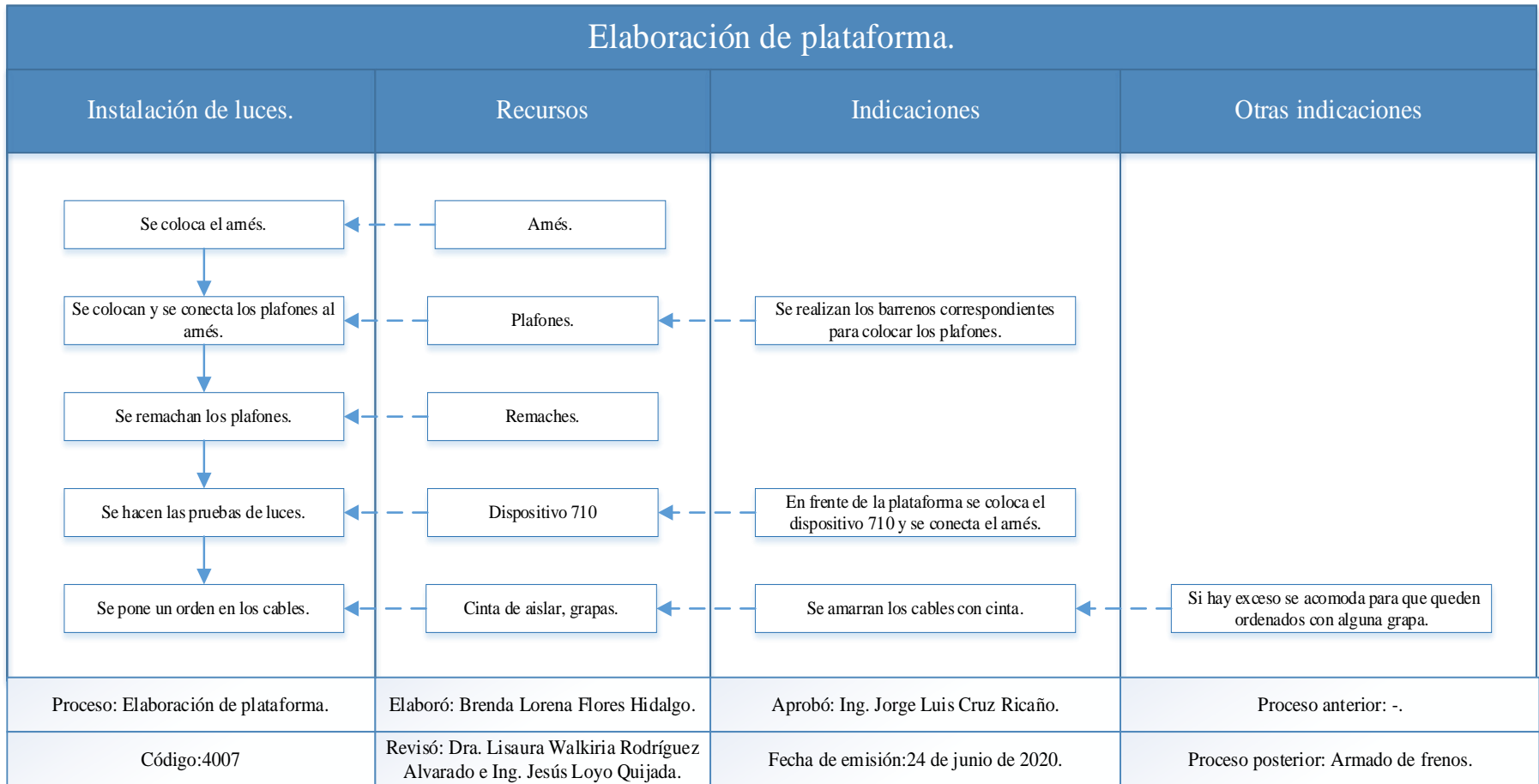


Figura 4.20. Mapa del proceso de la instalación de luces (nivel 4). Fuente: Elaboración propia, 2020.

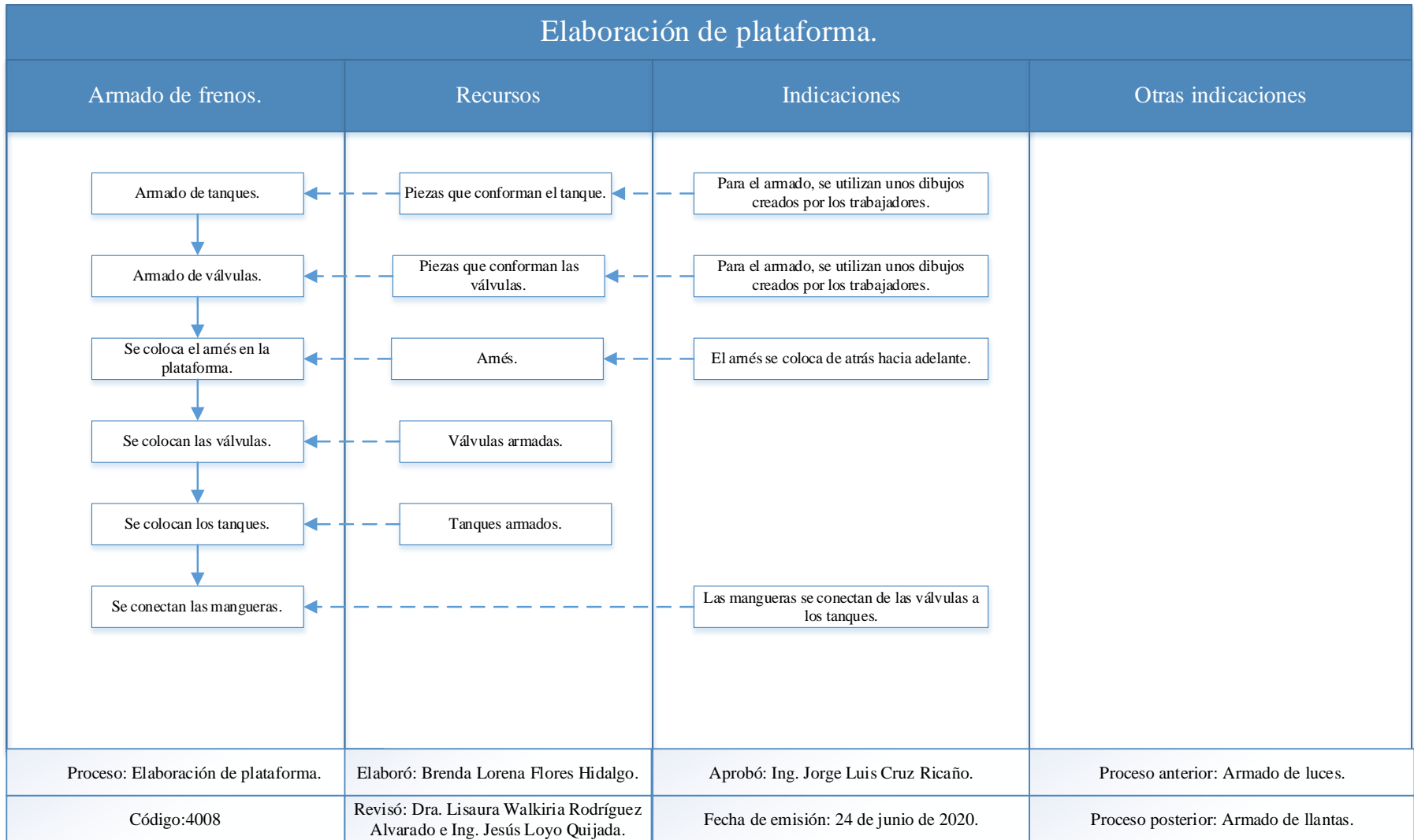


Figura 4.21. Mapa del proceso de instalación de frenos (nivel 4). Fuente: Elaboración propia, 2020.

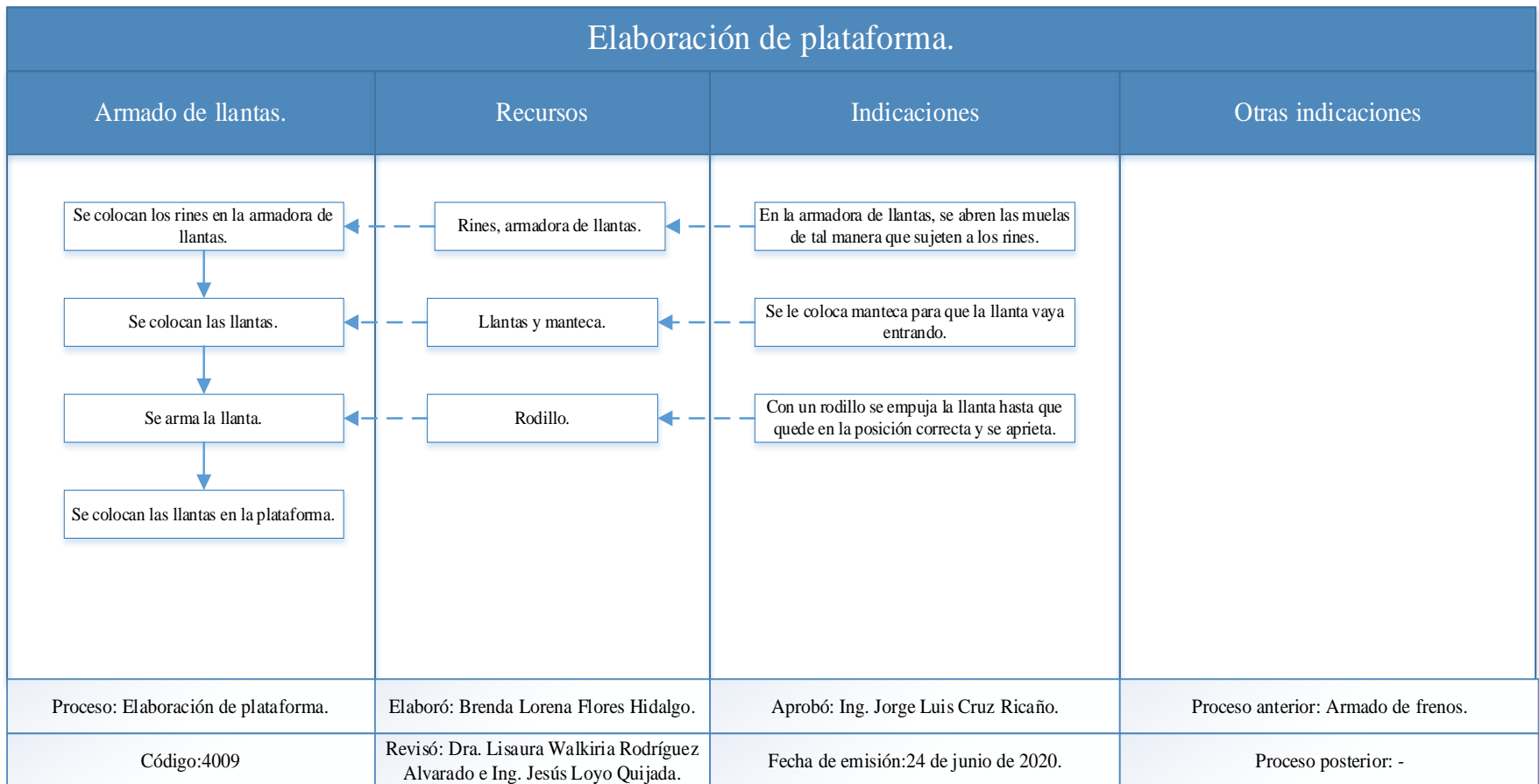


Figura 4.22. Mapa del proceso de instalación de llantas (nivel 4). Fuente: Elaboración propia,2020.

Finalmente, con el desarrollo de los mapas presentados anteriormente, se pretende una mejora en la definición de roles y responsabilidades, con lo que se podrá optimizar la comunicación entre áreas, para identificar los problemas ocultos que en un inicio eran difíciles de localizar y retrasaban el proceso de fabricación de plataformas

Capítulo 5. Indicadores claves del proceso de producción de plataformas.

En el capítulo anterior, se presentó el mapa del proceso de producción, el cual, muestra la interacción entre las diferentes estaciones del proceso, véase figura 4.3 mapa del proceso específico del proceso de producción (nivel 2), con el propósito fundamental de implementar algunas métricas que permitan identificar el grado de rendimiento del proceso, en el esquema, se registraron 9 indicadores claves del proceso (KPI's), los cuales se expondrán a continuación.

5.1 Determinación de puntos críticos del proceso.

Los indicadores, tienen por objeto proporcionar información sobre parámetros ligados a las actividades o procesos que simbolizan una acción crítica o importante para éstos, en el proceso de producción de plataformas existen diversos transportes que son de suma importancia en la fabricación del producto, en seguida se justifica la implementación de los diferentes KPI desarrollados.

El primer indicador “VP1” hace referencia al traslado de pantógrafo a soldado de almas y cuellos, véase figura 5.1, se consideró desarrollar un KPI en esta parte del proceso, ya que, éstas piezas constituyen la estructura base de la plataforma, no obstante, deben de pasar por un proceso previo, es decir, las almas y cuellos deben ser ensambladas para constituir las vigas.

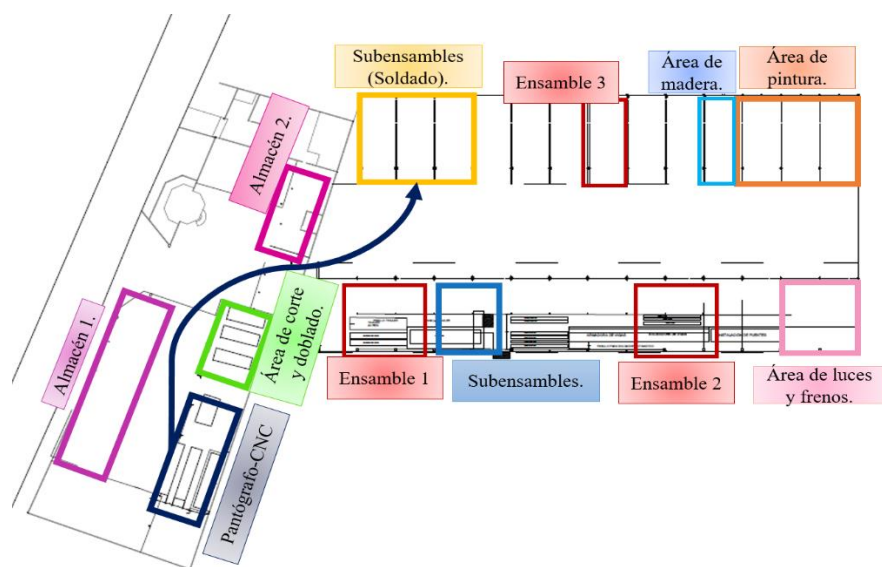


Figura 5.1. Traslado correspondiente al VP1. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Asimismo, el segundo indicador, “VP2”, es el transporte de las piezas de doblado a subensambles, como se muestra en la figura 5.2, se decidió implementar un KPI en esta fase

de la manufactura de la plataforma pues, dada la naturaleza del proceso, éstas piezas también requieren ser procesadas antes de ser llevadas a ensamble.

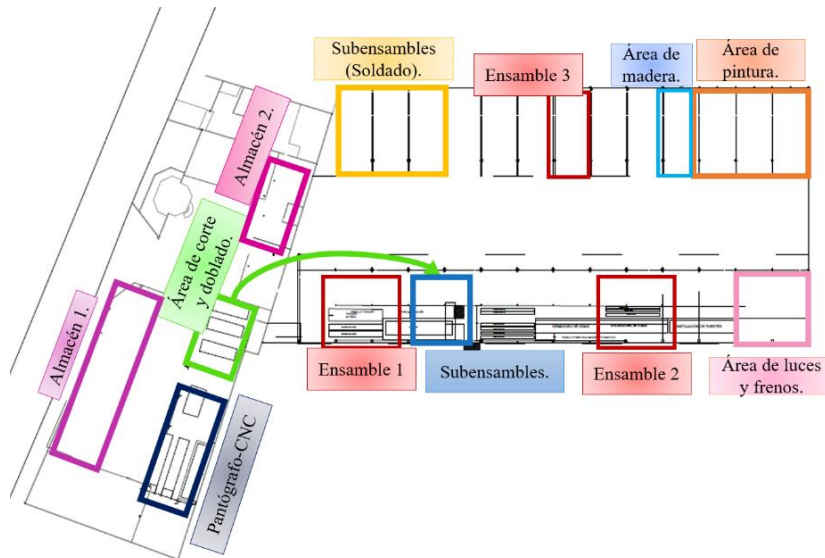


Figura 5.2. Transporte correspondiente al VP2. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Del mismo modo, otro de los transportes importantes, es el traslado de las piezas que salen de doblado a ensamble, como es el caso del “VP3”, ver figura 5.3, cabe señalar que, dado que existen 3 lugares de ensamble ubicados en diferentes locaciones, tanto la distancia y como el tiempo de transporte cambian, por lo que, es necesario tener una métrica que monitoree la velocidad a la que se están moviendo dichas piezas.

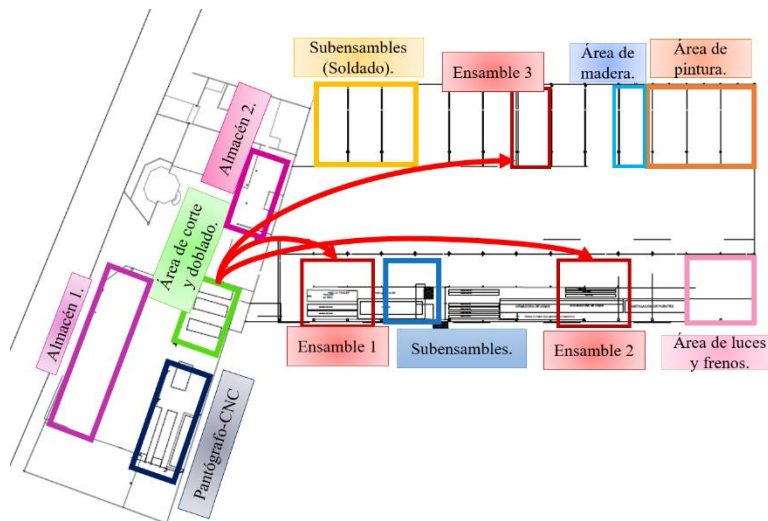


Figura 5.3. Transporte correspondiente al VP3. Fuente: Elaboración propia, 2020.

El siguiente indicador, “VP4”, hace referencia al transporte de subensables (soldado) a ensamble de vigas, pues tal como se mencionó anteriormente, éstos subensables son las piezas con las que inicia el ensamble de la plataforma, es importante recalcar que, al tener 3

estaciones de ensamble, tanto las distancias como el tiempo cambian de acuerdo al lugar a donde se traslade, tal como se presenta en la figura 5.4.

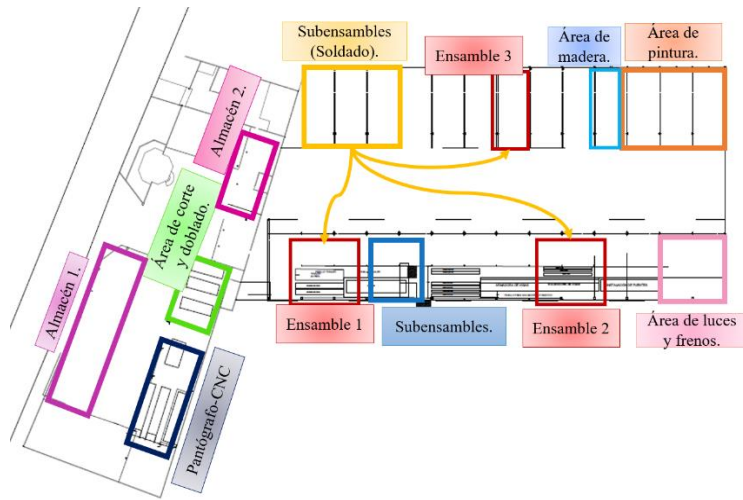


Figura 5.4. Transporte correspondiente al VP4. Fuente: Elaboración propia,2020.

En lo que respecta al “VP5”, registra los datos del transporte de la estación de ensamble a la estación de madera, para la colocación del piso de este mismo material, por otro lado, el “VP6”, representa el traslado de la plataforma desde madera hacia ensamble, para la instalación del piso de lámina antiderrapante, considerando las diferentes ubicaciones de las estaciones de ensamblado tal como se muestran en las figuras 5.3 y 5.4 respectivamente.

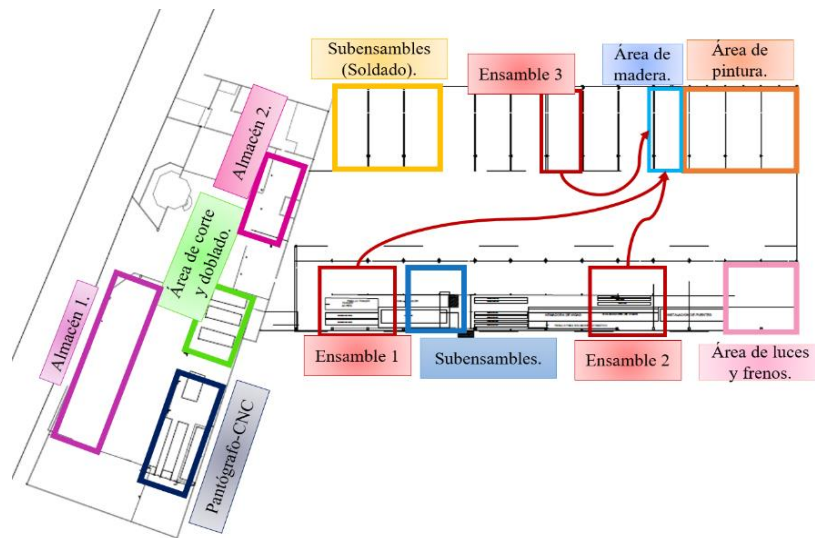


Figura 5.5. Transporte correspondiente al VP5. Fuente: Elaboración propia, 2020.

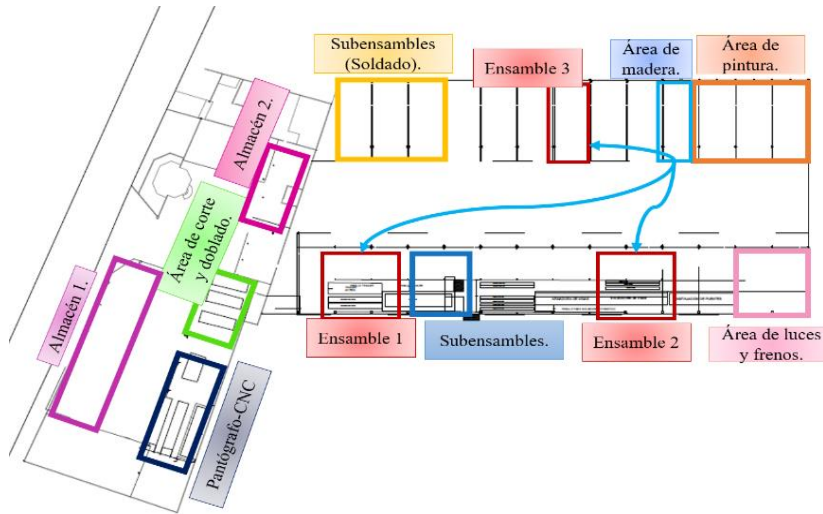


Figura 5.6. Transporte correspondiente al VP6. Fuente: Elaboración propia, 2020.

El indicador “VP7” pretende registrar la velocidad de movimiento del transporte de la plataforma desde ensamble hacia la estación pintura. Dado que el proceso de pintado es uno de los más tardados, pues se requiere tener el producto lo antes posible para permitir que la pintura seque, es necesario identificar la velocidad a la que se está moviendo el subproducto.

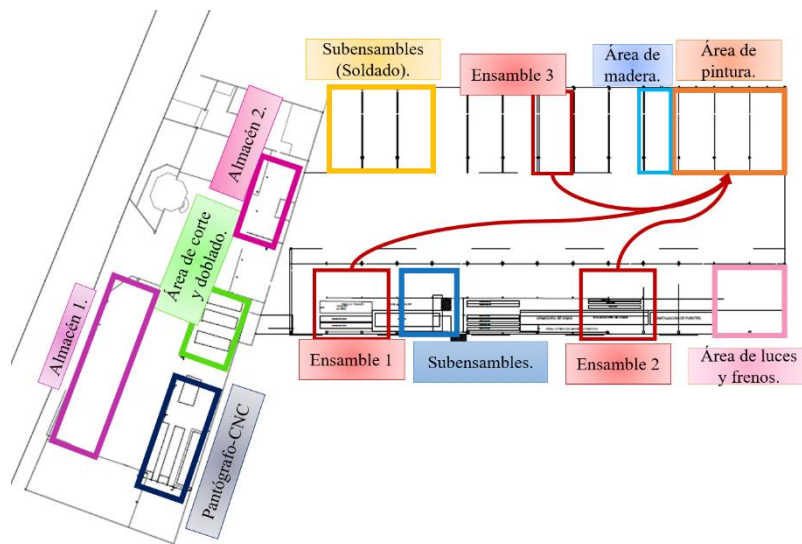


Figura 5.7. Transporte correspondiente al VP7. Fuente: Elaboración propia, 2020.

El octavo indicador “VP8”, muestra el registro de datos del transporte del área de pintura al área de luces y frenos, en este caso se generó una métrica para esta fase del proceso, cabe mencionar que, es el último traslado, por tanto, es necesario indagar que tanto se tardará la plataforma pintada en llegar a la última estación de trabajo, véase figura 5.8.

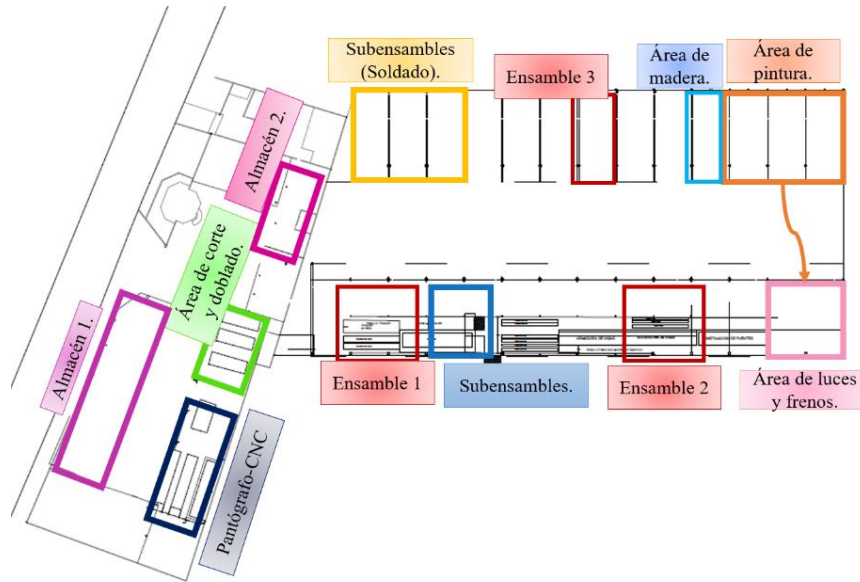


Figura 5.8. Transporte correspondiente al VP8. Fuente: Elaboración propia, 2020.

De igual manera, se desarrolló un KPI, “VP9”, al final del proceso realizado en la estación de luces y frenos, dicho indicador pertenece a la revisión de calidad, a través de él se pretende conocer el grado de cumplimiento de los requerimientos del cliente.

Por último, se creó el indicador “VP10”, el cual corresponde al análisis de costos por el tipo de plataforma, con ayuda de este indicador se busca conocer cuál es la ganancia por minuto por plataforma vendida.

5.2 Tabla de relaciones de puntos críticos.

La tabla 5.1 sintetiza las características de los diferentes KPI’s presentados anteriormente, es fácil observar que, la unidad que representa la mayoría de las métricas (8 de los 10 indicadores), es la velocidad, esto debido a la existencia de diferentes ubicaciones de la estación de ensamble, pues lo que se proyecta es contar con un dato cuantificable que relacione la distancia (m) y el tiempo de traslado (s). Por otro lado, el noveno indicador se representa a través del porcentaje, esto a razón de facilitar la visualización de un número que indique el grado de cumplimiento, posteriormente, el décimo indicador se interpreta con base en la relación \$/min, tal KPI cual está diseñado para indicar la cantidad de dinero ganado por minuto, de acuerdo al tipo de plataforma vendida.

De la misma manera, en la tabla resumen se presenta una propuesta del tiempo en el cual se debe medir cada uno de los diferentes indicadores, la cual es por turno, esto se consideró con el propósito de comenzar con una forma sencilla el registro de datos, para posteriormente, transitar a un registro por día. Finalmente, en la última columna, es fácil notar que, hasta el momento no existen estándares de los diversos indicadores, por tanto, es necesario comenzar con el registro de datos de éstas métricas.

Tabla 5.1. Tabla de relaciones de puntos críticos. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Registra el área de aplicación del KPI	Registra el nivel de organización que maneja el KPI	Registra la letra del indicador que se enfocara el KPI	¿Qué actividad o actividades realiza el área?	Relata que es lo que se hace de forma general	En que unidad se mide (% , piezas, días , horas , etc.)	¿En qué tiempo se mide la actividad (Mes , día , semana, hora)?	Registra si hay o no hay estándares
AREA	NIVEL	SQPCDME	Nombre de la actividad	Descripción de actividad	COMO SE MIDE	FRECUENCIA DE MEDICION	HAY ESTANDAR
Subensambles	Operativo	VP1	Velocidad de traslado de almas y cuellos	Las almas y cuellos se transportan al área de soldado (subensambles).	m/s	Turno	X
Subensambles	Operativo	VP2	Velocidad de traslado de las piezas que van hacia subensambles para fabricar la concha frontal, patas de elefante, patines, portallantas y bordas	Las piezas para la fabricación de concha frontal, patas de elefante, patines, portallantas y bordas pasan a subensambles.	m/s	Turno	X
Ensamble	Operativo	VP3	Velocidad de traslado de las piezas (exentas de subensambles) que van hacia ensamble para fabricar la plataforma	Las piezas para la plataforma pasan directamente a ensamble (sin pasar por subensambles).	m/s	Turno	X
Ensamble	Operativo	VP4	Velocidad de traslado de vigas	Las vigas se transportan al área de ensamble.	m/s	Turno	X
Madera	Operativo	VP5	Velocidad de traslado de plataforma	La plataforma se traslada al área de madera.	m/s	Turno	X
Ensamble	Operativo	VP6	Velocidad de traslado de plataforma con piso de madera	La plataforma se traslada al área de ensamble.	m/s	Turno	X
Pintura	Operativo	VP7	Velocidad de traslado de plataforma con piso antiderrapante	La plataforma se traslada al área de pintura.	m/s	Turno	X
Luces y Frenos	Operativo	VP8	Velocidad de traslado de plataforma pintada	La plataforma se traslada al área de luces y frenos.	m/s	Turno	X
Calidad	Operativo	VP9	Requisitos aceptados	Aceptación o rechazo de los requisitos solicitados.	%	Turno	X
Contabilidad	Operativo	VP10	Utilidades obtenidas por el tipo de plataforma.	Dinero ganado por minuto, de acuerdo al tipo de plataforma.	\$/min	Turno	X

Es importante mencionar, que en el apartado de unidad, se observa la abreviación de m/s, la cual hace referencia a metros/segundos, dicha métrica corresponde a la velocidad de traslado, por otro lado, la razón \$/min, se refiere a pesos/min, obtenidos por elaboración de plataforma.

5.2 Ficha de indicadores.

Tal como se ha mencionado anteriormente, la unidad de medida que permitió cuantificar la relación entre distancia y tiempo, fue la velocidad, es importante mencionar que, si bien existen áreas que ya tienen su lugar definido, el tiempo de traslado varía mucho, esto debido a la disponibilidad del montacargas o al tráfico de materiales que exista en ese momento, no obstante, esta métrica contribuye a una fácil visualización del indicador, en las fichas siguientes, se presentan los datos correspondientes a cada uno de los indicadores implementados tal como lo indica la norma, dicho formato se expone en el marco de referencia en el capítulo 3, punto 3.3 definición de indicadores claves del proceso (KPI-Key Performance Indicator), véanse figuras 5.9, 5.10.

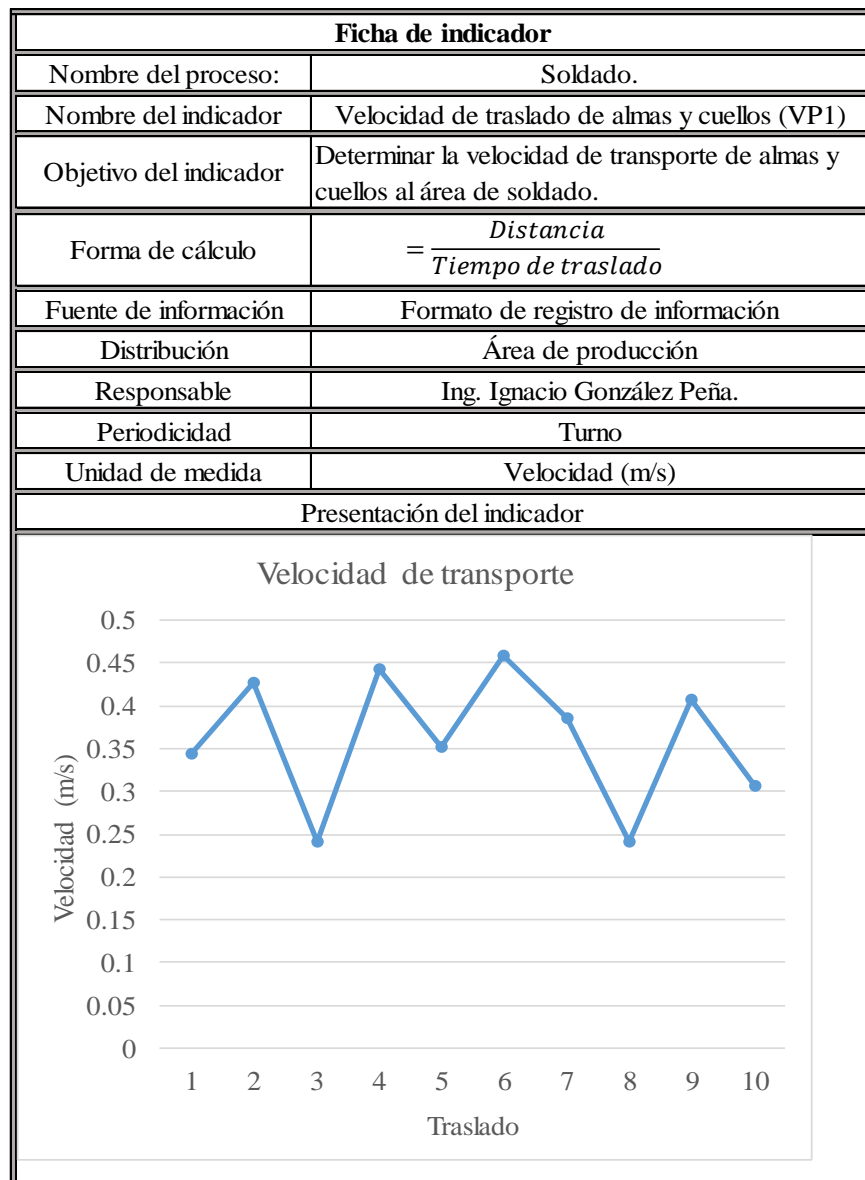


Figura 5.9. Ficha del indicador VP1. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Ficha de indicador																							
Nombre del proceso:	Subensamble.																						
Nombre del indicador	Velocidad de traslado de las piezas que van hacia subensambles para fabricar la concha frontal, patas de elefante, patines, portallantas y bordas (VP2)																						
Objetivo del indicador	Determinar la velocidad de traslado de las piezas que pasan a subensambles																						
Forma de cálculo	$= \frac{Distancia}{Tiempo\ de\ traslado}$																						
Fuente de información	Formato de registro de información																						
Distribución	Área de producción																						
Responsable	Ing. Ignacio González Peña.																						
Periodicidad	Turno																						
Unidad de medida	Velocidad (m/s)																						
Presentación del indicador																							
<table border="1"> <caption>Data for Figure 5.10: Velocity of transport (m/s)</caption> <thead> <tr> <th>Traslado</th> <th>Velocidad (m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0.155</td></tr> <tr><td>2</td><td>0.175</td></tr> <tr><td>3</td><td>0.245</td></tr> <tr><td>4</td><td>0.165</td></tr> <tr><td>5</td><td>0.240</td></tr> <tr><td>6</td><td>0.210</td></tr> <tr><td>7</td><td>0.180</td></tr> <tr><td>8</td><td>0.205</td></tr> <tr><td>9</td><td>0.175</td></tr> <tr><td>10</td><td>0.250</td></tr> </tbody> </table>		Traslado	Velocidad (m/s)	1	0.155	2	0.175	3	0.245	4	0.165	5	0.240	6	0.210	7	0.180	8	0.205	9	0.175	10	0.250
Traslado	Velocidad (m/s)																						
1	0.155																						
2	0.175																						
3	0.245																						
4	0.165																						
5	0.240																						
6	0.210																						
7	0.180																						
8	0.205																						
9	0.175																						
10	0.250																						

Figura 5.10. Ficha del indicador VP2. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Por otro lado, existen diferentes áreas en las cuales el tiempo de traslado, depende de la distancia en la cual se encuentren ubicadas, tal es el caso de la estación de ensamble, ya que, dicha estación al tener 3 localizaciones diferentes, origina que, todas las piezas que vayan hacia esta estación o bien salgan de esta área a otra, se vean afectadas en la velocidad de traslado, como se puede observar en las figuras 5.11, 5.12, 5.13, 5.14, 5.15 y 5.16.

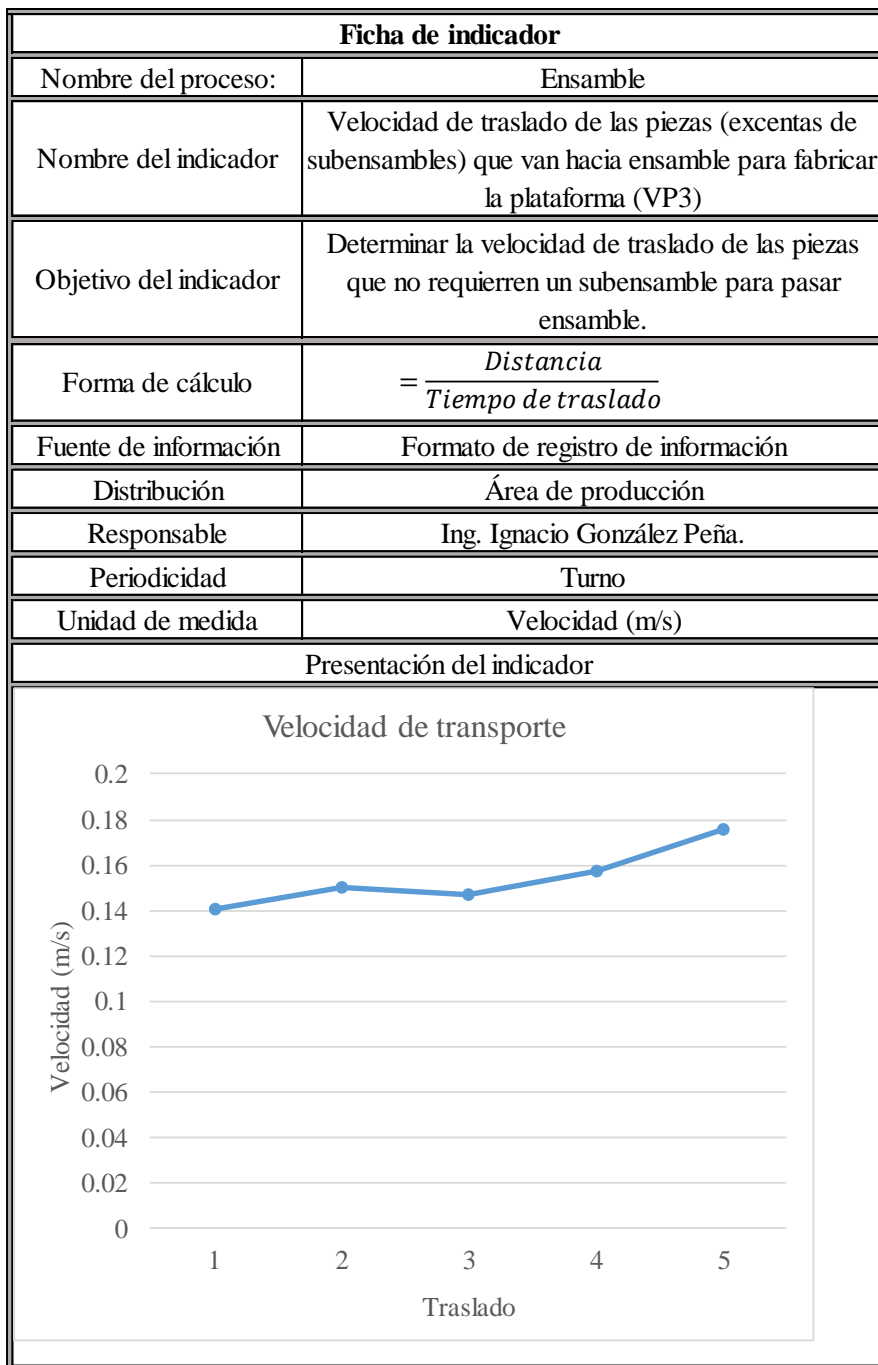


Figura 5.11. Ficha del indicador VP3. Fuente: Elaboración propia, 2020.

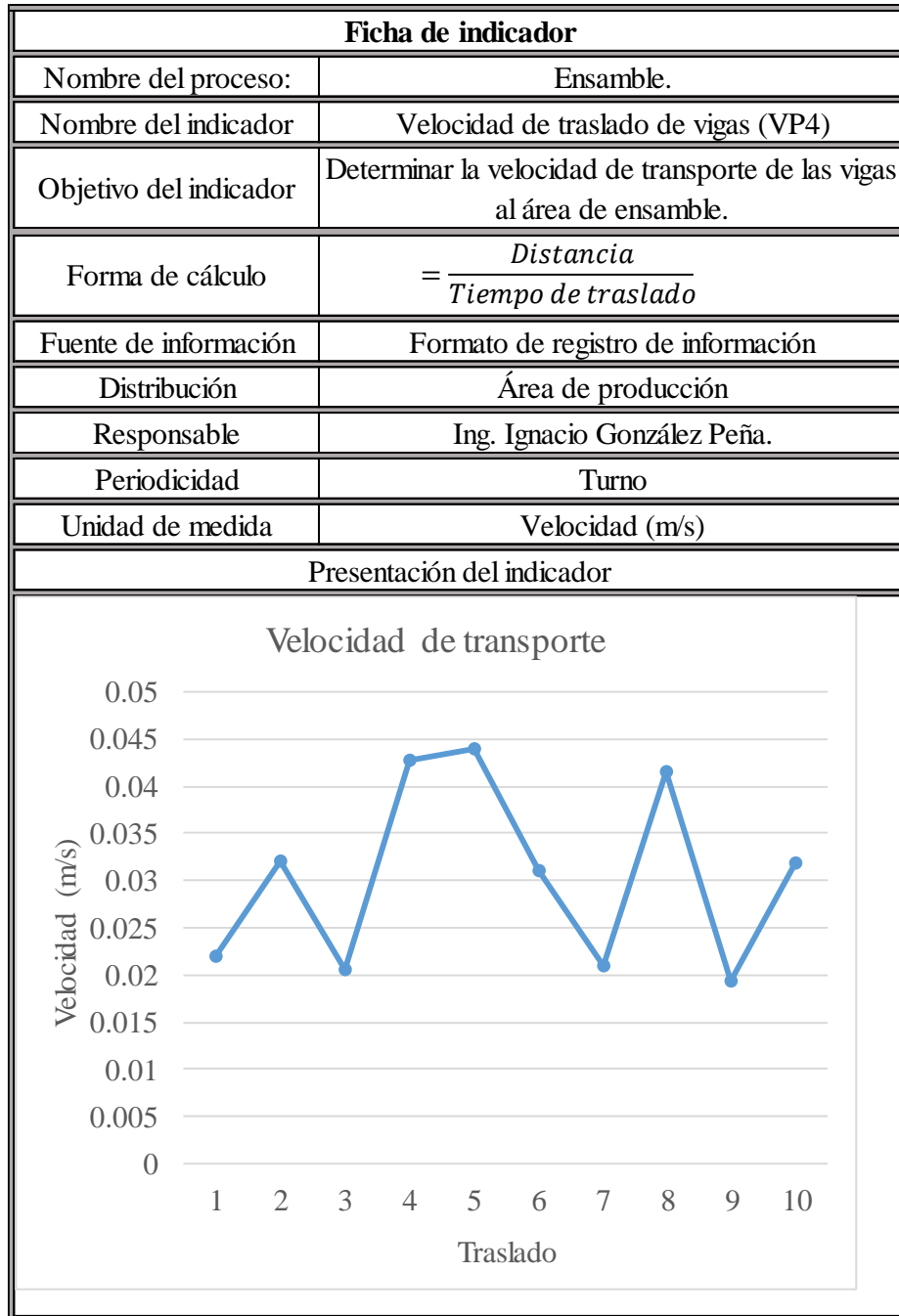


Figura 5.12. Ficha del indicador VP4. Fuente: Elaboración propia, 2020.

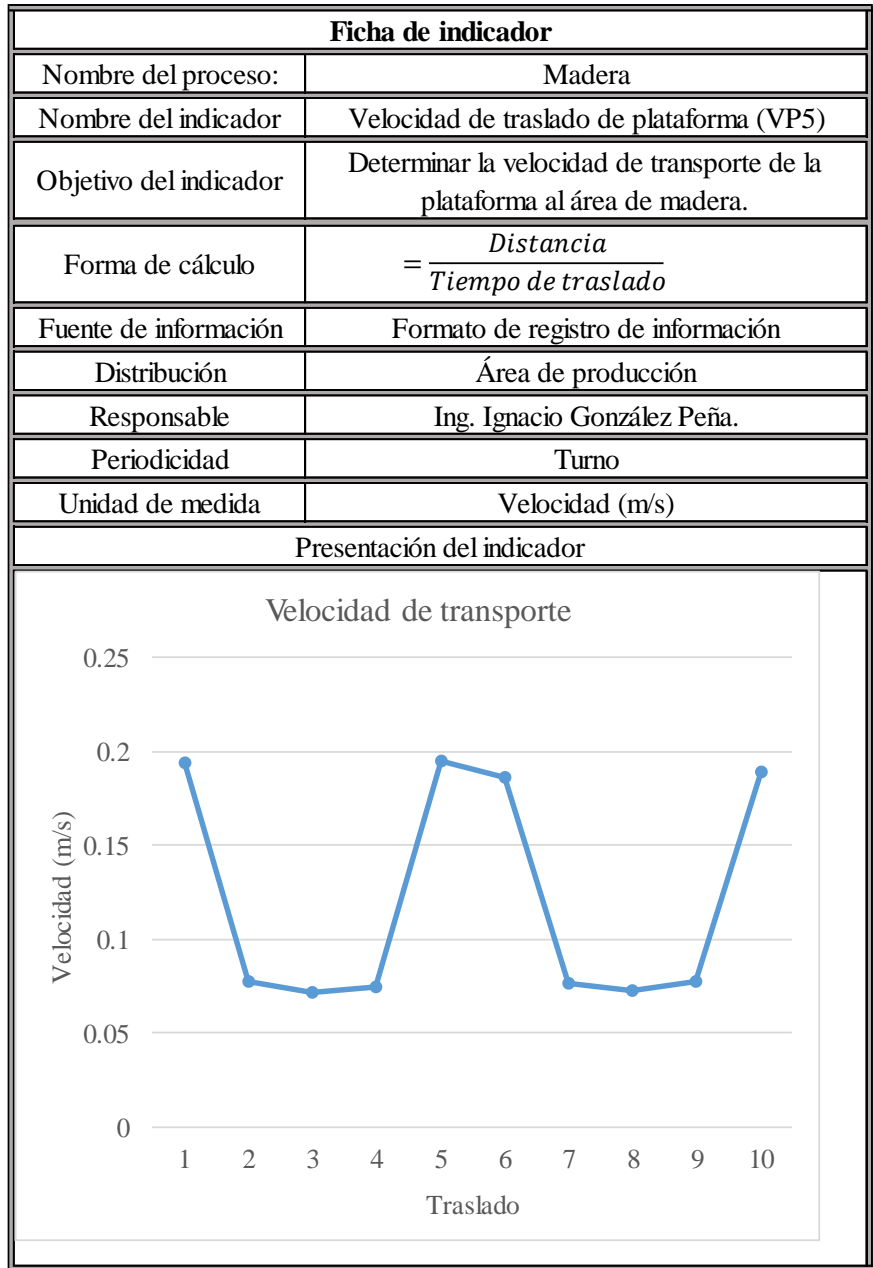


Figura 5.13. Ficha del indicador VP5. Fuente: Elaboración propia, 2020.

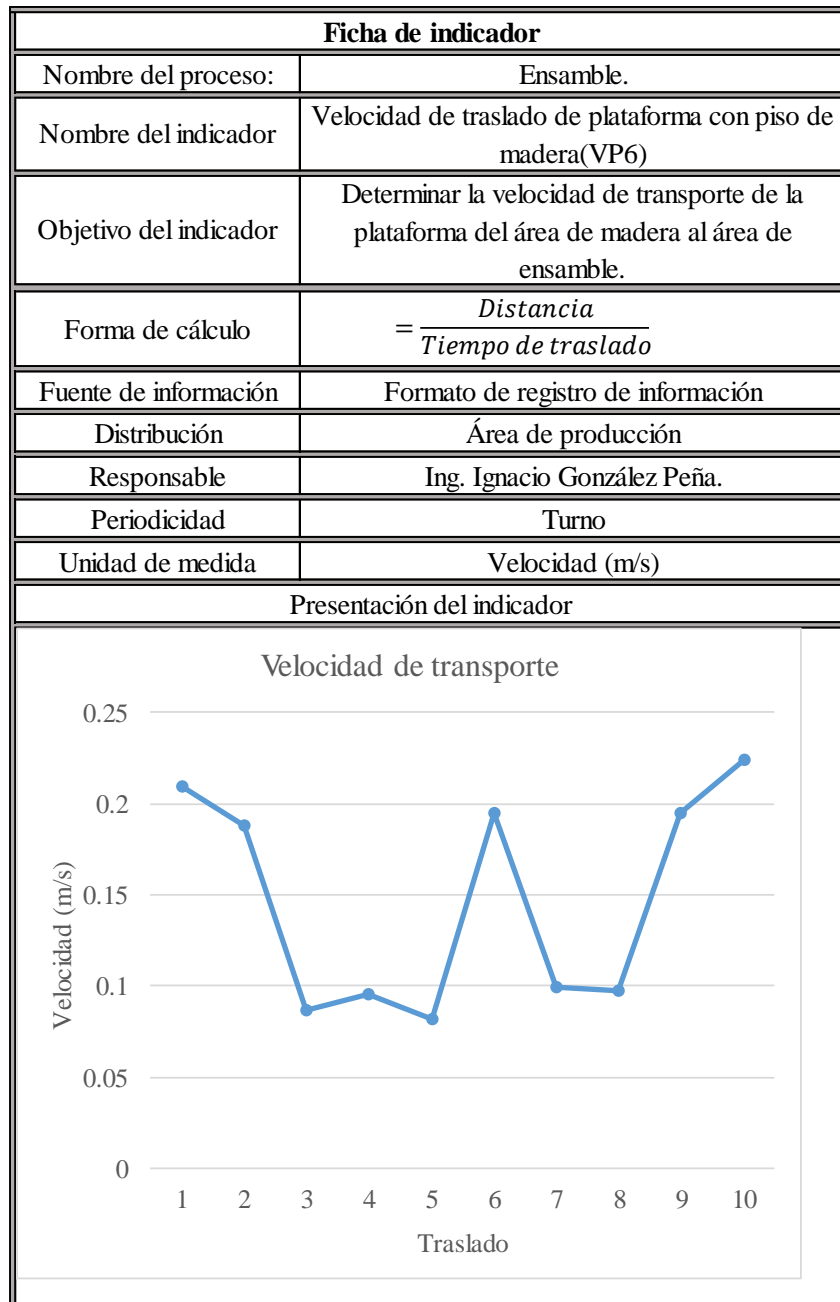


Figura 5.14. Ficha del indicador VP6. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Ficha de indicador																							
Nombre del proceso:	Pintura																						
Nombre del indicador	Velocidad de traslado de plataforma con piso antiderrapante (VP7)																						
Objetivo del indicador	Determinar la velocidad de transporte de la plataforma del área de ensamble al área de pintura.																						
Forma de cálculo	$= \frac{\text{Distancia}}{\text{Tiempo de traslado}}$																						
Fuente de información	Formato de registro de información																						
Distribución	Área de producción																						
Responsable	Ing. Ignacio González Peña.																						
Periodicidad	Turno																						
Unidad de medida	Velocidad (m/s)																						
Presentación del indicador																							
<table border="1"> <caption>Data for Figure 5.15: Velocidad de transporte (m/s)</caption> <thead> <tr> <th>Traslado</th> <th>Velocidad (m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0.17</td></tr> <tr><td>2</td><td>0.19</td></tr> <tr><td>3</td><td>0.12</td></tr> <tr><td>4</td><td>0.14</td></tr> <tr><td>5</td><td>0.195</td></tr> <tr><td>6</td><td>0.16</td></tr> <tr><td>7</td><td>0.09</td></tr> <tr><td>8</td><td>0.145</td></tr> <tr><td>9</td><td>0.21</td></tr> <tr><td>10</td><td>0.11</td></tr> </tbody> </table>		Traslado	Velocidad (m/s)	1	0.17	2	0.19	3	0.12	4	0.14	5	0.195	6	0.16	7	0.09	8	0.145	9	0.21	10	0.11
Traslado	Velocidad (m/s)																						
1	0.17																						
2	0.19																						
3	0.12																						
4	0.14																						
5	0.195																						
6	0.16																						
7	0.09																						
8	0.145																						
9	0.21																						
10	0.11																						

Figura 5.15. Ficha del indicador VP7. Fuente: Elaboración propia, 2020.

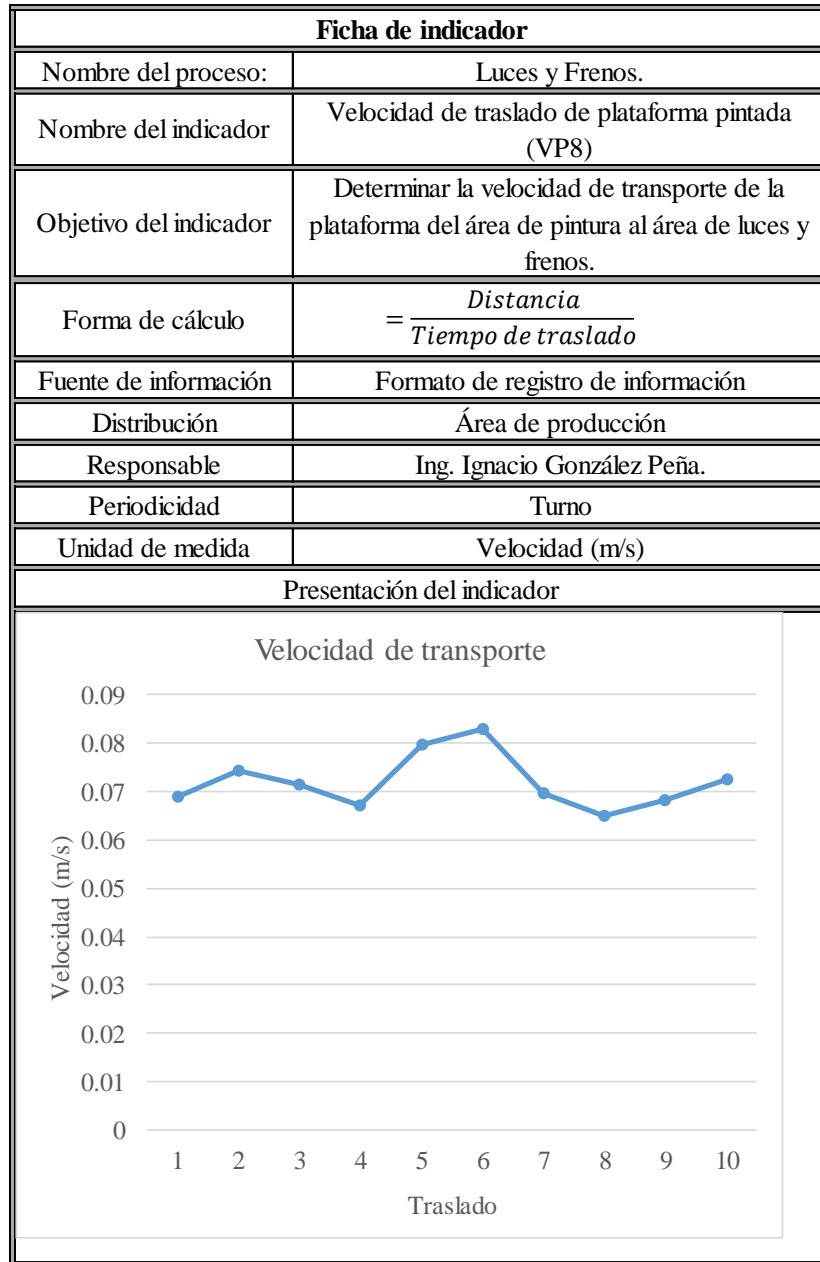


Figura 5.16. Ficha del indicador VP8. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Como se observó en fichas presentadas anteriormente (figuras 5.9-5.16), se registró el tiempo de transporte de 10 traslados (ya sea de material o bien, de una plataforma subensamblada), con el propósito fundamental de contar con muestra que permitiera proyectar el patrón de comportamiento de la velocidad, asimismo, cabe recalcar, que los puntos donde se tienen las velocidades más altas son aquellos donde el tiempo de recorrido es menor, es decir, el material se mueve más rápidamente.

El siguiente indicador desarrollado relaciona el porcentaje de calidad obtenido en cada plataforma, contrarrestando los requisitos aceptados entre los requisitos totales, en este caso, se tomó el registro de 6 plataformas realizadas durante el mes de producción de junio 2020. Dichos registros fueron recabados por el jefe del departamento de calidad, véase Anexo II.

La figura 5.17 muestra que solo dos productos cumplieron con el 100% de los requerimientos totales, lo que implica que, las 4 plataformas restantes, fueron reprocesadas.

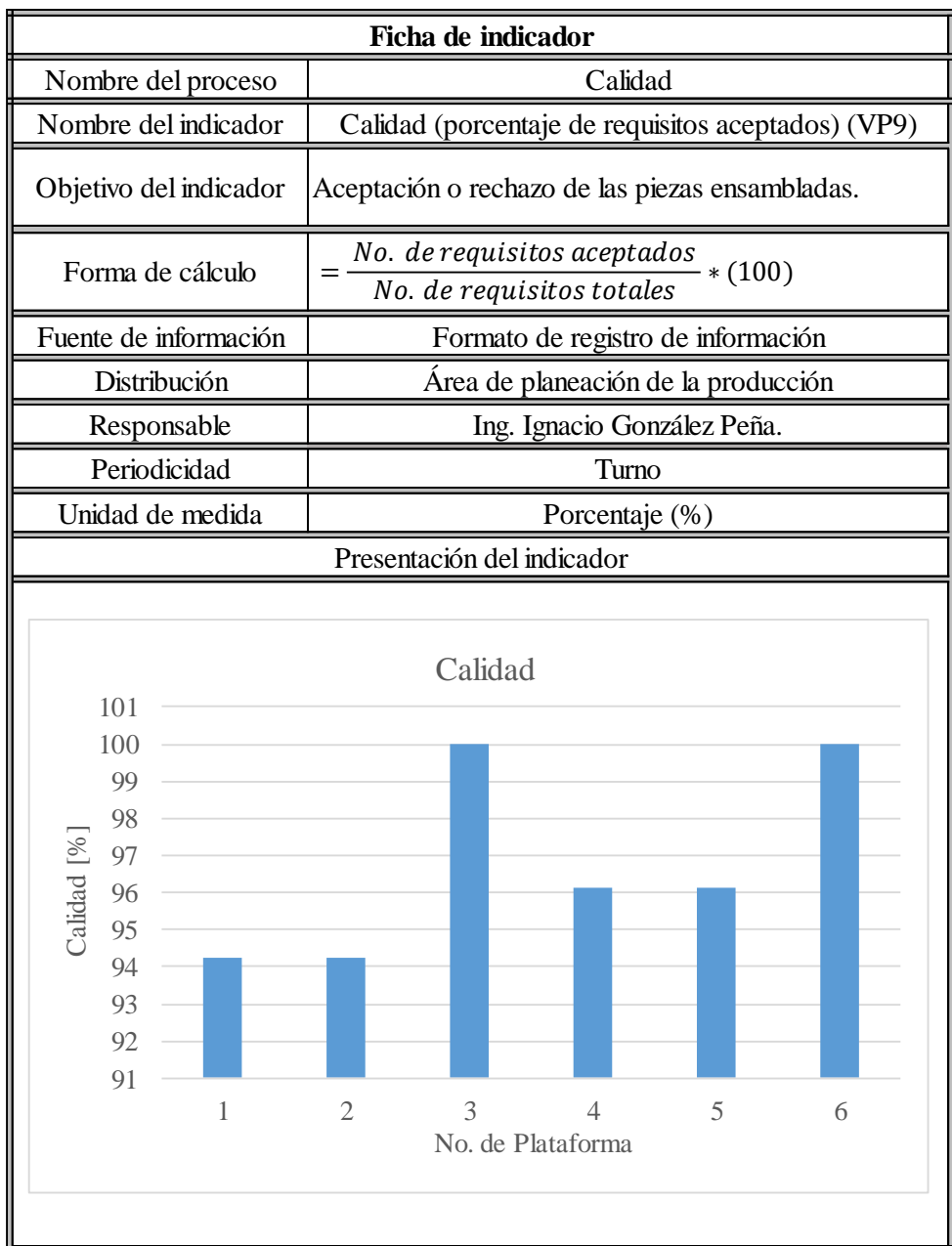


Figura 5.17. Ficha de indicador VP9. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Finalmente, el último indicador elaborado, muestra las utilidades obtenidas por el tipo de plataforma vendida, es importante mencionar que, tal como se puede ver en la figura 5.18, la representación de este KPI es a través de una gráfica de semáforo, ya que este esquema permitió visualizar de una manera concisa el grado de utilidades recibidas. Como se puede observar se fijó un valor objetivo, siendo este de 10 \$/min y de acuerdo al proceso actual, hoy en día la empresa gana 4.14 \$/min cada plataforma de 2 ejes entregada, de esta manera, se pudo realizar una comparación entre el valor objetivo y el valor real, resultando este último en una fase naranja, lo cual indica que, es necesario mejorar el tiempo de producción.


Ficha de indicador	
Nombre del proceso	Costos-Ganancia.
Nombre del indicador	Utilidades obtenidas por el tipo de plataforma.
Objetivo del indicador	Dinero ganado por minuto, de acuerdo al tipo de plataforma.
Forma de cálculo	$= \frac{\text{Tiempo total por fabricación}}{\text{Utilidades por tipo de plataforma.}}$
Fuente de información	Formato de registro de información
Distribución	Área de planeación de la producción
Responsable	Ing. Ignacio González Peña.
Periodicidad	Turno
Unidad de medida	\$/min
Presentación del indicador	
	
Objetivo	10 \$/min
Valor real	4.14 \$/min

Figura 5.18. Ficha de indicador VP9. Fuente: Elaboración propia, 2020.

En última instancia, con el objetivo de mostrar los datos presentados en las fichas de los indicadores de una manera más simple, se elaboró un dashboard, ver figura 5.19, el cual permite dar lectura al comportamiento de los indicadores de una forma concreta, una de las principales representaciones es el comportamiento de la velocidad de los primeros ocho indicadores, véase figura 5.20.

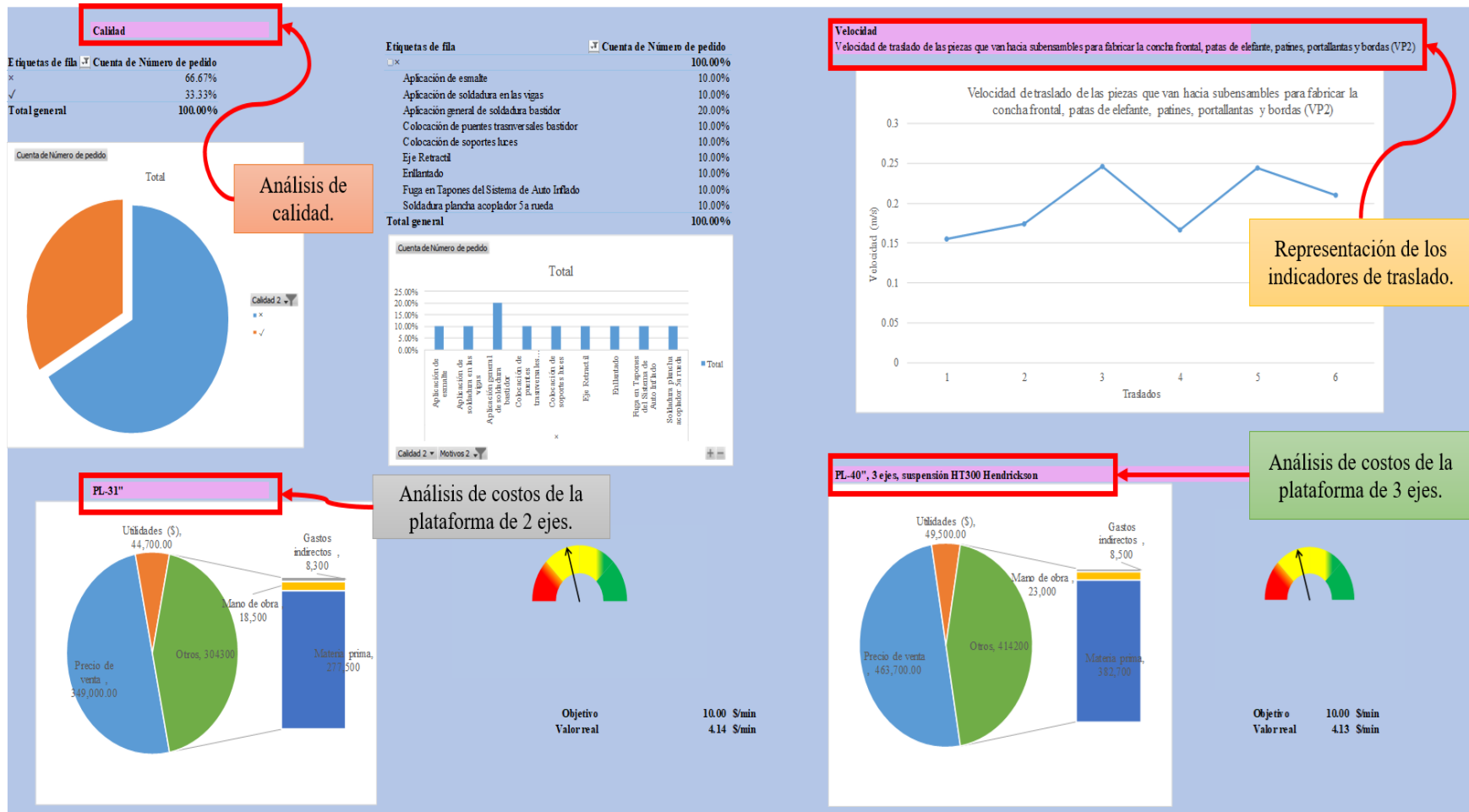


Figura 5.19. Dashboard. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Velocidad

Velocidad de traslado de vigas (VP4)

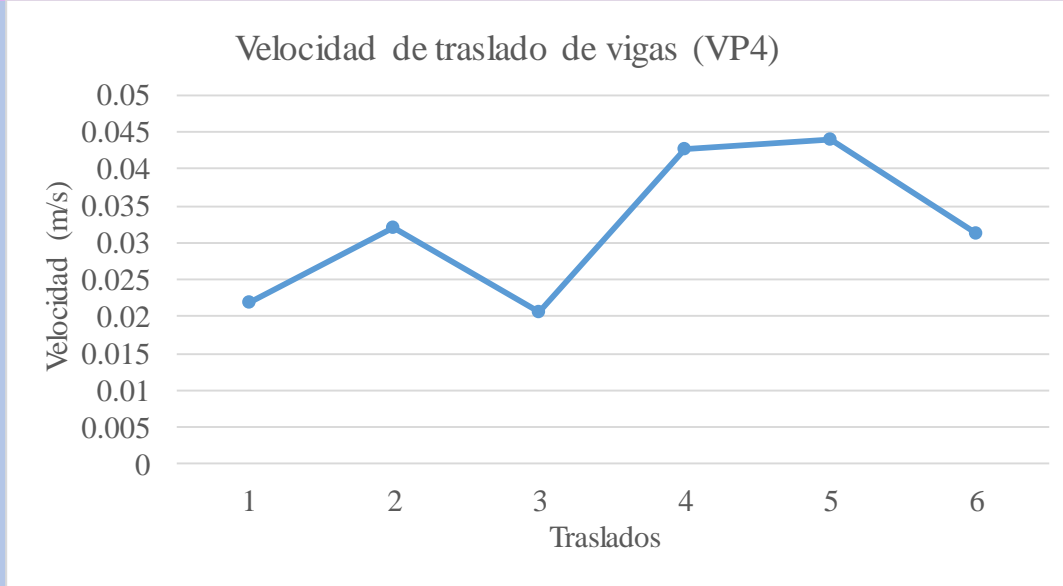


Figura 5.20. Ejemplo de una de las gráficas perteneciente al Dashboard de los diferentes traslados de materiales. Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se puede observar el porcentaje de calidad de productos buenos y de productos malos, es fácil notar en la figura 5.21 que solo una tercera parte de las plataformas manufacturadas cumplen con los requisitos de calidad, no obstante, en la figura 5.22 se presentan las razones por las cuales las plataformas no cumplían con el 100% de calidad, por ejemplo, se aprecia que, el problema que más se presenta es la aplicación general de soldadura en el bastidor, por lo cual, se recomienda, hacer un hincapié en el método de aplicación de ésta.

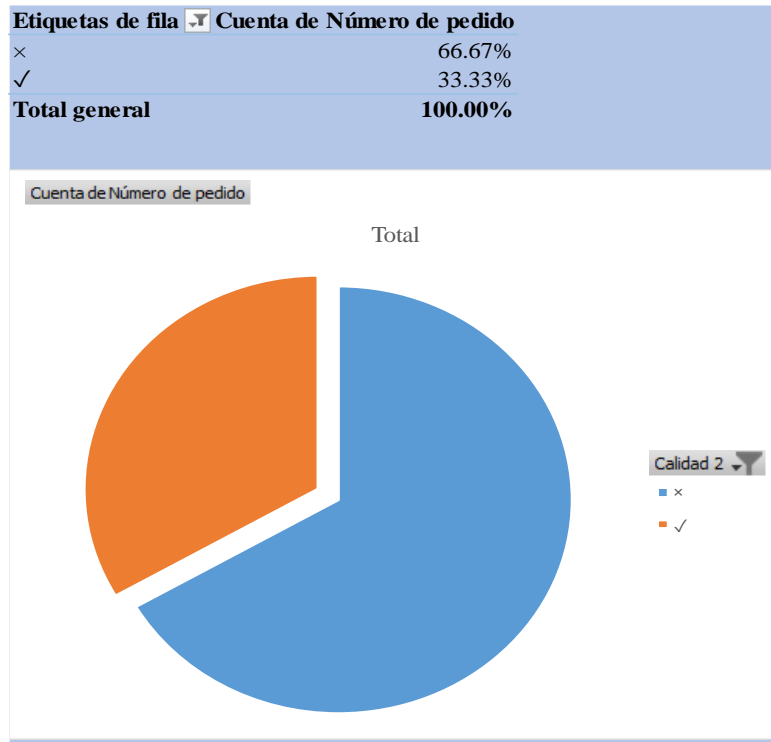


Figura 5.21. Gráfica de pastel del total de plataformas buenas y malas. Fuente: Elaboración propia.

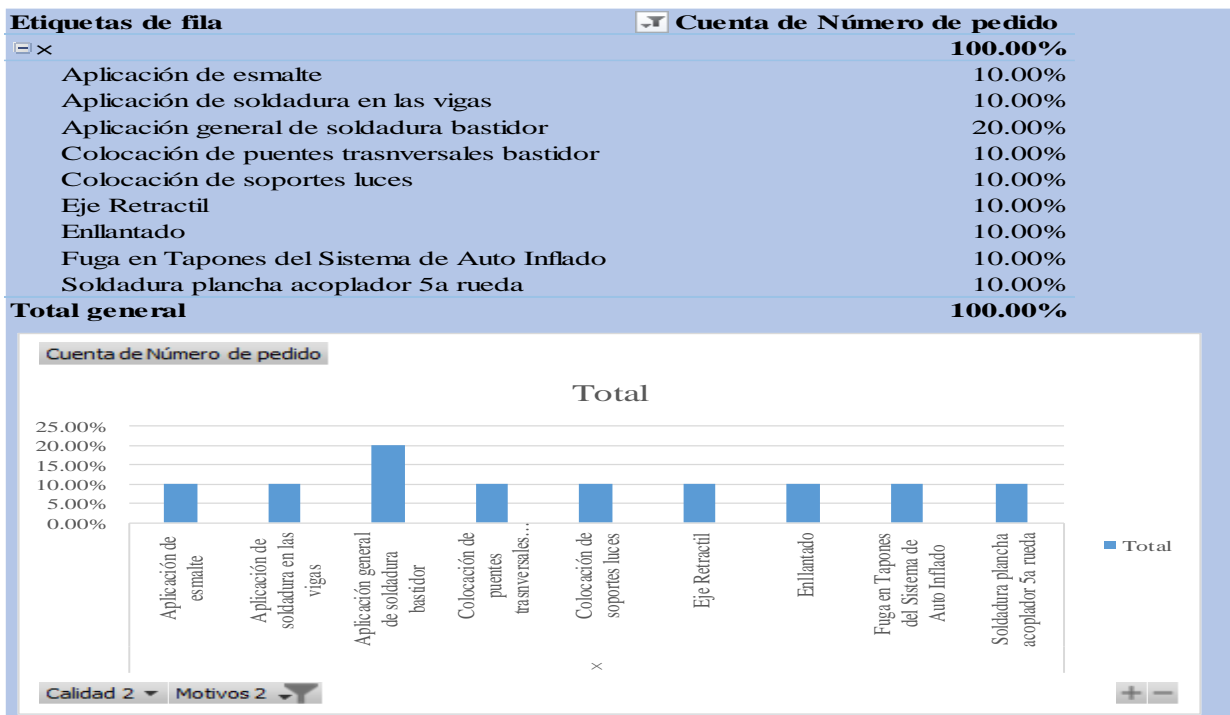


Figura 5.22. Gráfica de barras de las razones de las fallas en la manufactura de plataformas. Fuente: Elaboración propia.

Por último, se presenta un estudio de utilidades, donde de acuerdo al precio de venta y los gastos generados en la fabricación de una plataforma, se calculó la ganancia por minuto que actualmente tiene la empresa, es importante mencionar, que para esta organización las dos plataformas más vendidas son las plataformas de 40" (3 ejes) y 31" (2 ejes), es por ello, que se consideró realizar este cálculo para ambos tipos de plataformas, en la figura 5.23 se puede observar que, por una plataforma de 3 ejes, se obtiene una utilidad 4.13 \$/min, mientras que en la figura 5.24 perteneciente a una plataforma de 2 ejes, se generan 4.14\$/min, cabe recalcar que, la empresa decidió fijar el valor objetivo monetario en 10 \$/min pues, este es el objetivo el cual desean alcanzar.

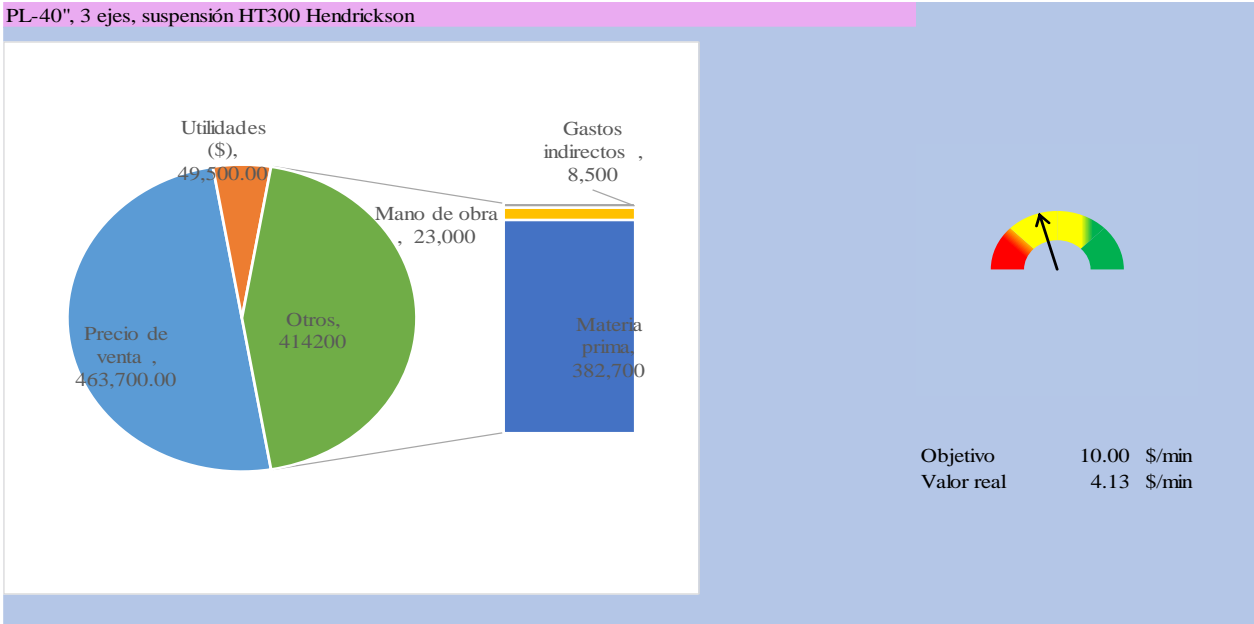


Figura 5.23. Estudio de utilidades en \$/min de una plataforma de 40". Fuente: Elaboración propia.

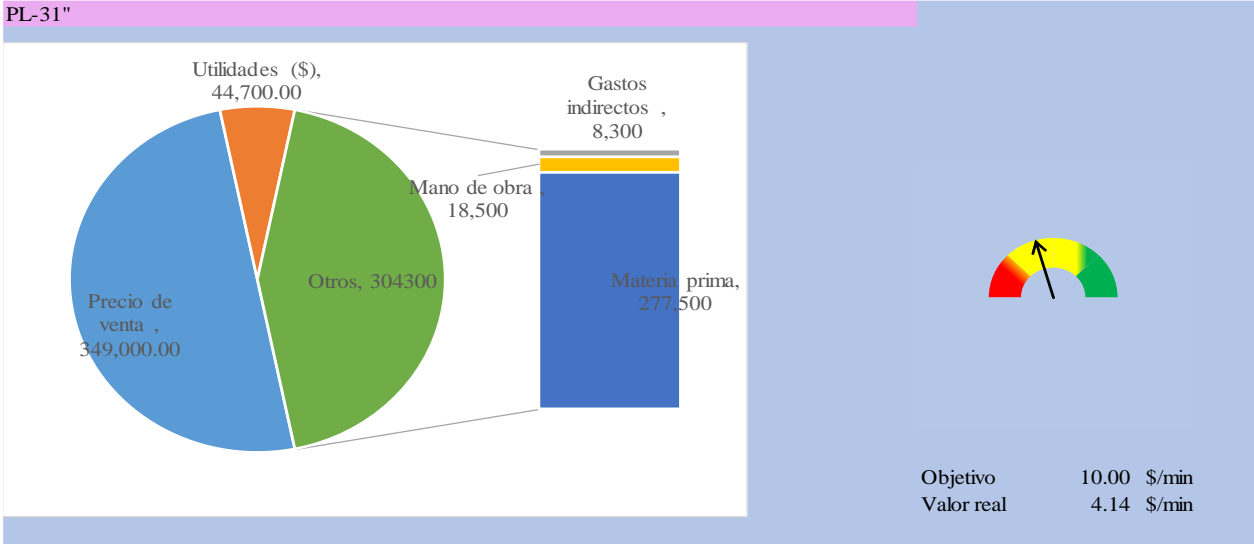


Figura 5.24. Estudio de utilidades en \$/min de una plataforma de 31". Fuente: Elaboración propia.

5.3 Plan de acción.

Con base en el análisis de los indicadores definidos anteriormente, a continuación, se presenta el diagrama de Ishikawa, en él, se resumen las causas de la deficiencia de calidad y el exceso de mermas en el transporte de materiales, de acuerdo con el esquema, se puede observar que la rama que más influye en el exceso de traslados es el medio ambiente, pues de acuerdo con la geometría y la distribución actual de la empresa este proceso se ve afectado directamente, aunado a esto, es fácil notar que, tanto las razones de método, mano de obra y medición son las principales causas por las cuales la calidad se ve afectada, véase figura 5.25.

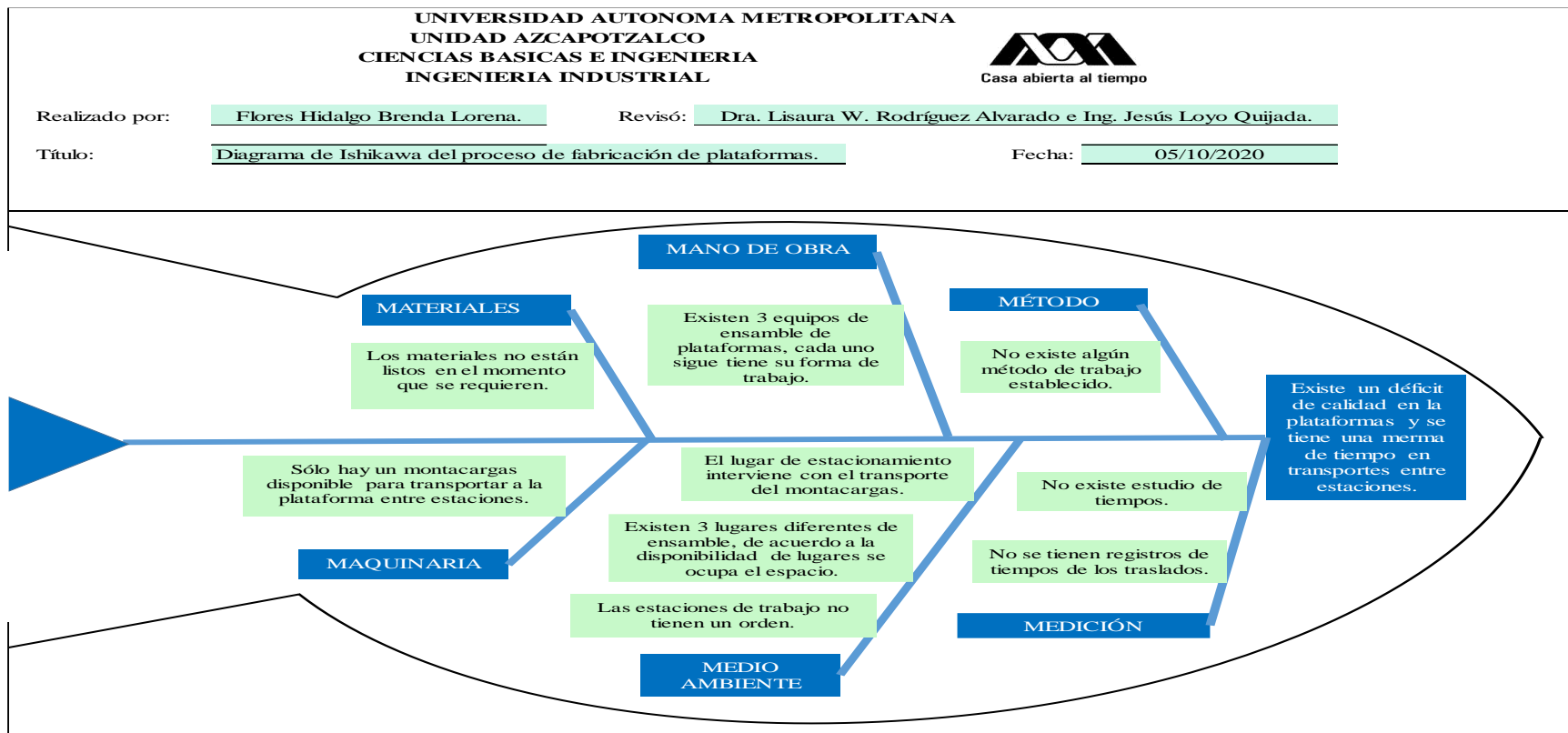


Figura 5.25. Diagrama de Ishikawa del proceso de elaboración de plataformas. Fuente: Elaboración propia.

Con el propósito de efectuar acciones que permitan incrementar el rendimiento de las actividades evaluadas previamente, en seguida, se presenta un plan de mejora, basado en el ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar), véase tabla 5.2 y 5.3.

Tabla 5.2. Plan de mejora (primera parte). Fuente: Elaboración propia.

Acciones correctivas-preventivas

P D C A

PLANEAR			HACER			VERIFICAR		ACTUAR			
NUMERO DE CONTROL	INDICADOR ANTES	FECHA ACTIVACION	DESCRIPCION DEL PROBLEMA	CAUSAS RAICES	ACCIONES	RESPONSABLES	FECHA PROGRAMADA	FECHA REAL	INDICADOR DESPUES	ESTANDARES CREADOS	ESTATUS
01	Velocidad de traslado de almas y cuellos $v=0.3608$ m/s	06/10/2020	La velocidad de traslado es muy lenta, por lo que, el inicio del proceso de elaboración de vigas se retrasa.	El lugar de estacionamiento de los directivos interfiere con el transporte del montacargas, por lo que, algunas veces se tiene que esperar a que los dueños de los automóviles tengan que moverlos.	Redistribuir el espacio de estacionamiento para evitar el embotellamiento.	Jefe de producción	15/03/2021				
02	Velocidad de traslado de piezas que van hacia subensambles $v=0.2012$ m/s	06/10/2020	La velocidad de traslado es muy lenta, por lo que, el inicio del proceso de elaboración de los subensambles requeridos en la siguiente estación se retrasa.	El lugar de estacionamiento de los directivos interfiere con el transporte del montacargas, por lo que, algunas veces se tiene que esperar a que los dueños de los automóviles tengan que moverlos.	Redistribuir el espacio de estacionamiento para evitar el embotellamiento.	Jefe de producción	15/03/2021				
03	Velocidad de traslado de piezas que van hacia ensamble $v=0.1577$ m/s	06/10/2020	La velocidad de traslado es muy lenta, por lo que, la colocación de las piezas en la estación de ensamble se retrasa.	Al tener 3 lugares de ensamble diferentes, tanto la distancia como el tiempo cambian.	Proponer una redistribución física del orden de las estaciones de trabajo	Jefe de producción	15/10/2021				
04	Velocidad de traslado de vigas hacia ensamble $v=0.0306$ m/s	06/10/2020	La velocidad de traslado es muy lenta, por lo que, el inicio del proceso de ensamble de plataformas se retrasa.	Al tener 3 lugares de ensamble diferentes, tanto la distancia como el tiempo cambian, además al tener solo un montacargas disponible, es necesario esperar a que éste transporte se desocupe para utilizarlo.	Proponer una redistribución física del orden de las estaciones de trabajo, tratar de adquirir otro montacargas.	Jefe de producción	15/10/2021				
05	Velocidad de traslado de la plataforma a madera $v=0.1214$ m/s	06/10/2020	La velocidad de traslado es muy lenta, lo que retrasa el inicio del proceso de colocación de piso de madera.	Al tener 3 lugares de ensamble diferentes, tanto la distancia como el tiempo cambian, además al tener solo un montacargas disponible, es necesario esperar a que éste transporte se desocupe para utilizarlo.	Proponer una redistribución física del orden de las estaciones de trabajo, tratar de adquirir otro montacargas.	Jefe de producción	15/10/2021				

Tabla 5.3. Plan de mejora (segunda parte) Fuente: Elaboración propia.

Acciones correctivas-preventivas

P D C A

PLANEAR				HACER		VERIFICAR			ACTUAR		
NUMERO DE CONTROL	INDICADOR ANTES	FECHA ACTIVACION	DESCRIPCION DEL PROBLEMA	CAUSAS RAICES	ACCIONES	RESPONSABLES	FECHA PROGRAMADA	FECHA REAL	INDICADOR DESPUES	ESTANDARES CREADOS	ESTATUS
06	Velocidad de traslado de la plataforma a ensamble v=0.1473 m/s	06/10/2020	La velocidad de traslado es muy lenta, lo que retrasa el inicio del proceso de colocación de piso de lámina antiderrapante.	Se tiene un retroceso en el proceso de producción, al tener 3 lugares de ensamble diferentes, tanto la distancia como el tiempo cambian, además al tener solo un montacargas disponible, es necesario esperar a que éste transporte se desocupe para utilizarlo.	Proponer una redistribución física del orden de las estaciones de trabajo, tratar de adquirir otro montacargas.	Jefe de producción	15/10/2021				
07	Velocidad de traslado de la plataforma a pintura v=0.1522 m/s	06/10/2020	La velocidad de traslado es muy lenta, lo que retrasa el inicio del proceso de pintado.	Al tener 3 lugares de ensamble diferentes, tanto la distancia como el tiempo cambian, además al tener solo un montacargas disponible, es necesario esperar a que éste transporte se desocupe para utilizarlo.	Proponer una redistribución física del orden de las estaciones de trabajo, tratar de adquirir otro montacargas.	Jefe de producción	15/10/2021				
08	Velocidad de traslado de la plataforma a luces y frenos v=0.0720 m/s	06/10/2020	La velocidad de traslado es muy lenta, lo que retrasa el inicio del proceso de colocación de los accesorios de luces y frenos.	Al tener solo un montacargas disponible, es necesario esperar a que éste transporte se desocupe para utilizarlo.	Proponer una redistribución física del orden de las estaciones de trabajo, tratar de adquirir otro montacargas.	Jefe de producción	15/10/2021				
09	Calidad: 33.33% Productos Buenos 66.67% Producto Malos	06/10/2020	En el momento en el que se hace una revisión de acuerdo con los requerimientos del cliente, existen algunas características que no se cumplen.	Existen 3 equipos en la estación de ensamble, cada uno de ellos tiene su forma de trabajo, por ende, no existe un método de trabajo documentado.	Observar el proceso de ensamble de plataformas, con el propósito de tratar de homologar la serie de pasos que conlleva el ensamble del producto.	Jefe de producción y jefe de calidad.	20/12/2020				
10	Ganancia Plataforma de 3 ejes: 4.13\$/min Plataforma de 2 ejes: 4.14\$/min	06/10/2020	El proceso de fabricación es tardado, por lo que las utilidades se reparten en cada uno de estos días, resultando una menor ganancia por minuto.	Existen 3 equipos en la estación de ensamble, cada uno de ellos tiene su forma de trabajo, por ende, no existe un método de trabajo documentado.	Implementar la secuencia de operaciones documentadas en el mapeo del proceso, para comenzar a generar un método de trabajo.	Jefe de producción	31/11/2020				

Como se puede observar, en la última parte del plan de mejora, correspondiente al paso de actuar, aún no tiene un registro de actividades hasta el momento, esto debido a la espera de la implementación de las acciones propuestas para la mejora del proceso productivo, las velocidades de transporte y el porcentaje de calidad, no obstante, es importante recalcar que, dentro de las propuestas expuestas anteriormente, actualmente se está implementando el planteamiento referente a la redistribución física de la línea de producción, pues se ha confirmado que este cambio planteado es esencial para la mejora del proceso productivo.

Capítulo 6. Propuesta de distribución de la línea de producción de plataformas.

De acuerdo con el plan de mejora presentado en el capítulo 5, éste sugiere, instaurar una redistribución física de su línea de producción, de esta manera, con base a la metodología SLP (Systematic Layout Planning), a continuación, se presentan los precedentes que justifican la nueva propuesta de distribución de plataformas.

6.1 Estudio de flujo de materiales.

Tal como se mencionó en el capítulo 3, uno de los primeros análisis a realizar es el gráfico P-Q, la figura 6.1 presenta la gráfica concerniente a los productos manufacturados en el mes de julio 2020, como se puede observar, la curva resultante de la gráfica no es pronunciada, por lo tanto, se requiere una distribución por proceso, no obstante, es importante mencionar que, el desarrollo de esta distribución también será enfocada hacia las tolvas y plataformas (siendo este último el objeto de estudio), pues representan los dos productos más demandados por el cliente.

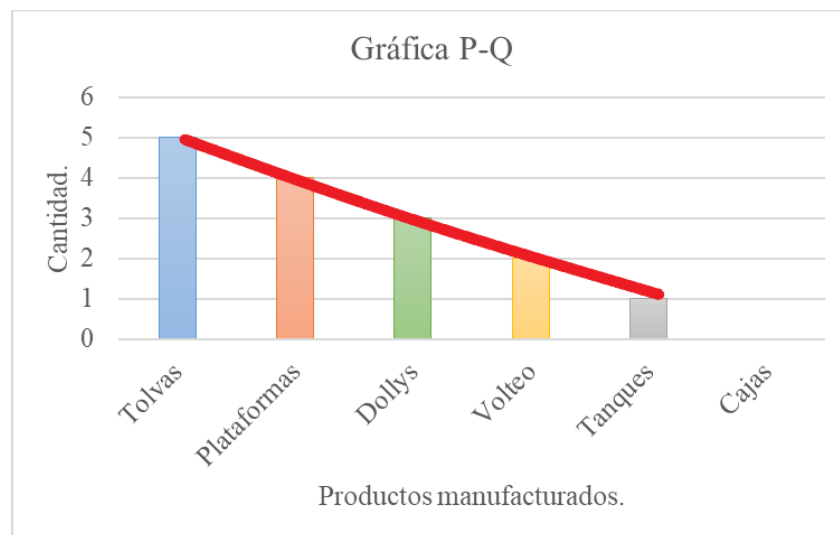


Figura 6.1. Gráfica P-Q. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Conjuntamente con el análisis P-Q, se desarrolló un diagrama multiproductos, con el propósito fundamental de conocer la serie de operaciones que sigue cada una de las piezas utilizadas en la fabricación de plataformas, véase figuras 6.2 y 6.3.

A partir de este diagrama, es fácil observar el proceso que sigue cada pieza, por ejemplo, algunas de ellas requieren pasar por la estación de doblado, tales como puentes suspensión, puentes quinta, concha frontal, portallantas, portalodera, por mencionar algunos, después de ser cortadas ya sea por pantógrafo o por cizalla, algunas otras, seguidamente del corte pasan directamente a subensambles o ensamble, de acuerdo a los requerimientos de la misma.

Estación	Almas y cuellos	Puentes quinta y puentes suspensión	Jalón	Cartabones jalón	Fronte (cabezal)	Ángulos plancha	Cabezal posterior	Caja patines	Portaplaca patín y ángulos patines	Cartabones lateral	Plafoneras	Cartabón estribo	Ángulos portamanitas	Portatanques	Riel malacates	Ángulos defensa	Ángulos para cables	Ménsulas portallantas	Tirante de patines
Pantógrafo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Corte por cizalla																			
Doblado		2	2	2	2			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Subensambles (Soldado)	2																		
Subensambles (Otros)								3											
Ensamble	3 5	3 5	3 5	3 5	3 5	2 4	2 4	4 6	3 5	3 5	3 5	3 5	3 5	3 5	3 5	3 5	3 5	3 5	3 5
Madera	4	4	4	4	4	3 4	3 4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Pintura	6	6	6	6	6	5	5	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Luces y Frenos	7	7	7	7	7	6	6	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

Figura 6.2. Diagrama multiproductos (primera parte). Fuente: Elaboración propia, 2020.

Estación	Ateizadores	Puentes suspensión	Concha frontal	Portallantas	Portaloderas	Patatas de elefante	Portaplacas	Placa suspensión	Ángulos quinta	Ángulos portallantas	Buchacas	Patines de jalón	Patines de almas
Pantógrafo		1	1										
Corte por cizalla	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Doblado		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Subensambles (Soldado)													
Subensambles (Otros)			3	3		3					3	3	3
Ensamble	2 4	3 5	4 6	4 6	3 5	4 6	3 5	3 5	3 5	3 5	4 6	4 6	4 6
Madera	3	4	5	5	4	5	4	4	4	4	5	5	5
Pintura	5	6	7	7	6	7	6	6	6	6	7	7	7
Luces y Frenos	6	7	8	8	7	8	7	7	7	7	8	8	8

Figura 6.3. Diagrama multiproductos (segunda parte). Fuente: Elaboración propia, 2020.

Posteriormente, con el objetivo de determinar el grado de eficiencia del proceso se elaboró el diagrama DE-A, es importante recordar que, la línea de producción actual cuenta con 3 estaciones de ensamble, ver figura 6.4, es por esta razón que, para indagar, cuál de los 3 recorridos que realizan los materiales es más eficaz, se decidió evaluar el porcentaje de eficiencia de cada uno de los procesos de acuerdo al lugar a donde se transportan las piezas.

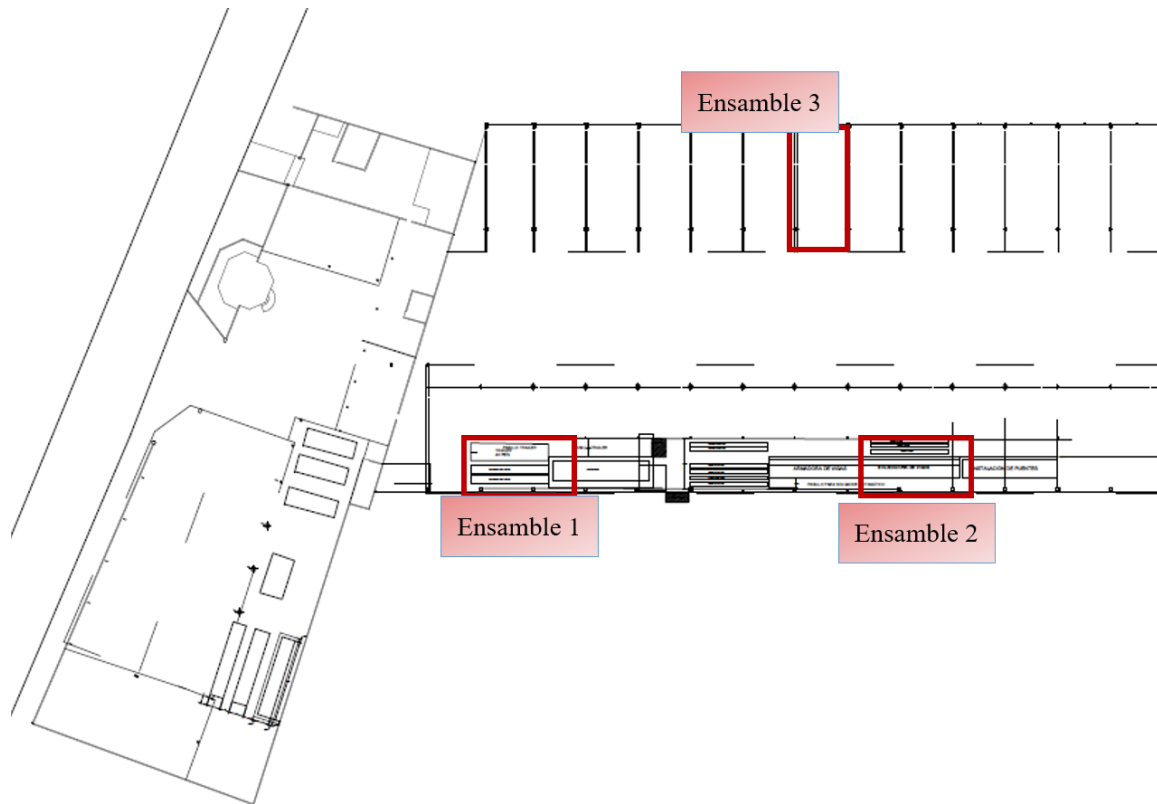


Figura 6.4. Lugares de ensamble de la línea de producción actual. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Como se puede observar en los diagramas DE-A, figuras 6.5, 6.6 y 6.7, en cada uno de los recorridos existe un retroceso, el cual hace referencia al traslado de la plataforma que va de la estación de madera hacia ensamble, asimismo, es fácil notar que, las últimas estaciones tienen una penalización más alta, esto debido a que el material que se mueve en estos sitios es más pesado, cabe mencionar que, lo que se está transportando es la plataforma ya ensamblada, dicho comportamiento impacta directamente en las eficiencias de los procesos.

Departamento	Almacén 1	Almacén 2	Pantógrafo	Corte	Doblado	Subensamble (Soldado)	Subensambles	Ensamble 1	Madera	Pintura	Luces y Frenos	Peso total (kg)	Penalización total	
Almacén 1			1 3020 83956 2 1010 28078 3 2770 77006 4 204 5674	1 2265 55039.5 2 1010 24543 3 30.38 738.234 4 204.1 4959.63								10513.58	279994.344	
Almacén 2						7 30.38 577.22			21 3 231	22 10 900	23 20 2000	63.38	3708.22	
Pantógrafo					5 1000 45300							1000	45300	
Corte					6 300 4500			16 20 1100				320	5600	
Doblado						8 1000 46500	9 124 6026.4 10 25.7 1247.562 11 20 972 12 300 14580	15 1000 40000					2469.67	109325.962
Subensamble (Soldado)								13 1392 32012.6				1391.85	32012.55	
Subensambles								14 469.7 6575.38				469.67	6575.38	
Ensamble 1									17 58800 3998400	19 6168.856232 487339.6		64968.85623	4485739.642	
Madera								18 6000 408000				6000	408000	
Pintura											20 6170 1E+05	6170	104890	
Luces y Frenos														
Total												93367.00623	5481146.098	

Figura 6.5. Diagrama DE-A del lugar de ensamble 1. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Departamento	Almacén 1	Almacén 2	Pantógrafo	Corte	Doblado	Subensamble (Soldado)	Subensambles	Ensamble 2	Madera	Pintura	Luces y Frenos	Peso total (kg)	Penalización total	
Almacén 1			1 3020 83956 2 1010 28078 3 2770 77006 4 204.1 5673.98	1 2265 55039.5 2 1010 24543 3 30.38 738.234 4 204.1 4959.63								10513.58	279994.344	
Almacén 2						7 30.38 577.22			21 3 231	22 10 900	23 20 2000	63.38	3708.22	
Pantógrafo					5 1000 45300							1000	45300	
Corte					6 300 4500			16 20 2140				320	6640	
Doblado						8 1000 46500	9 124 6026.4 10 25.7 1247.562 11 20 972 12 300 14580	15 1000 98500					2469.67	167825.962
Subensamble (Soldado)								13 1392 73768.1				1391.85	73768.05	
Subensambles								14 469.7 19726.1				469.67	19726.14	
Ensamble 2									17 58800 1E+06	19 6168.856232 185065.7		64968.85623	1655065.687	
Madera								18 6000 150000				6000	150000	
Pintura											20 6170 1E+05	6170	104890	
Luces y Frenos														
Total												93367.00623	2506918.403	

Figura 6.6. Diagrama DE-A del lugar de ensamble 2. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Departamento	Almacén 1	Almacén 2	Pantógrafo	Corte	Doblado	Subensamble (Soldado)	Subensambles	Ensamble 3	Madera	Pintura	Luces y Frenos	Peso total (kg)	Penalización total
Almacén 1			1 3020 83956	1 2265 55039.5								10513.58	279994.344
			2 1010 28078	2 1010 24543									
			3 2770 77006	3 30.4 738.234									
			4 204.1 5673.98	4 204 4959.63									
Almacén 2						7 30.38 577.22			21 3 231	22 10 900	23 20 2000	63.38	3708.22
Pantógrafo					5 1000 45300							1000	45300
Corte					6 300 4500			16 20 1670				320	6170
Doblado							9 124 6026.4					2469.67	167825.962
						8 1000 46500	10 25.7 1247.562	15 1000 98500					
							11 20 972						
							12 300 14580						
Subensamble (Soldado)								13 1391.85 61241.4			1391.85	61241.4	
Subensambles								14 469.67 18317.1			469.67	18317.13	
Ensamble 3									17 58800 1E+06	19 6168.856232 154221.4		64968.85623	1624221.406
Madera									18 6000 150000			6000	150000
Pintura											20 6170 104890	6170	104890
Luces y Frenos													
Total												93367.00623	2461668.462

Figura 6.7. Diagrama DE-A del lugar de ensamble 3. Fuente: Elaboración propia, 2020.

A continuación, se presenta, el cálculo del porcentaje de eficiencia de cada uno de los recorridos presentados anteriormente, para dicho cálculo, se retoma la ecuación 2 mostrada en el capítulo 3.

- Eficiencia tomando el recorrido de ensamble 1.

$$Eficiencia = \frac{93367.006}{5481146.098} * 100 = 1.70\%$$

Ecuación 7

- Eficiencia tomando el recorrido de ensamble 2.

$$Eficiencia = \frac{93367.006}{2506918.403} * 100 = 3.72\%$$

Ecuación 8

- Eficiencia tomando el recorrido de ensamble 3.

$$Eficiencia = \frac{93367.006}{2461668.462} * 100 = 3.79\%$$

Ecuación 9

Con base en las eficiencias de los procesos, calculadas anteriormente, véanse ecuaciones 7, 8 y 9, la manufactura más eficiente es la que se hace a través de la ruta que siguen los materiales hacia ensamble 3, pues de acuerdo a las distancias que se tienen hacia ese punto la eficiencia del proceso es más alta, siendo ésta de 3.79%.

Asimismo, con la finalidad de representar de una manera esquemática el comportamiento de cada gráfico DE-A, en seguida, se presentan las gráficas correspondientes al peso-distancia de las 3 ubicaciones diferentes utilizadas en el análisis distancia-intensidad, ver figuras 6.8, 6.9 y 6.10.

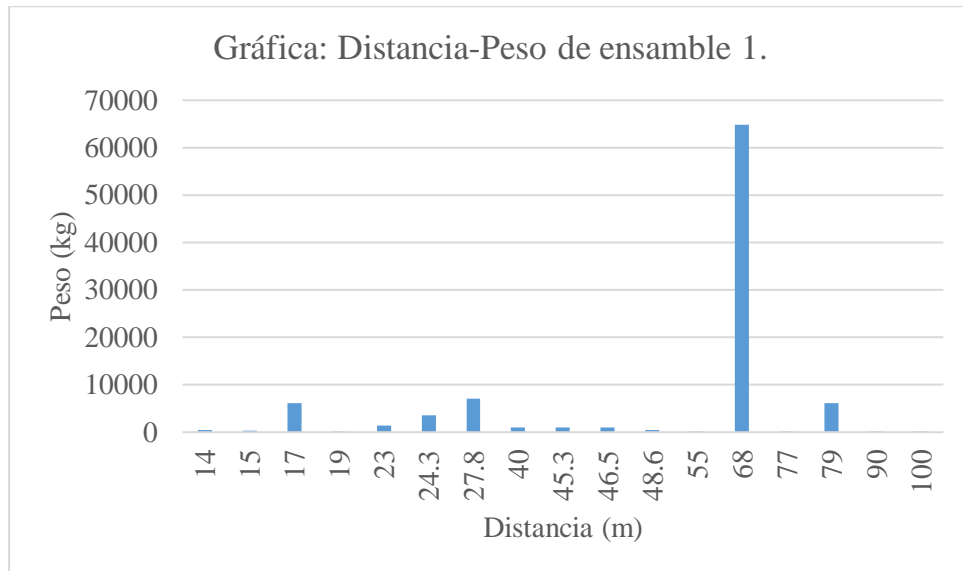


Figura 6.8. Gráfica: Distancia-Peso de la ruta de ensamble 1. Fuente: Elaboración propia, 2020.

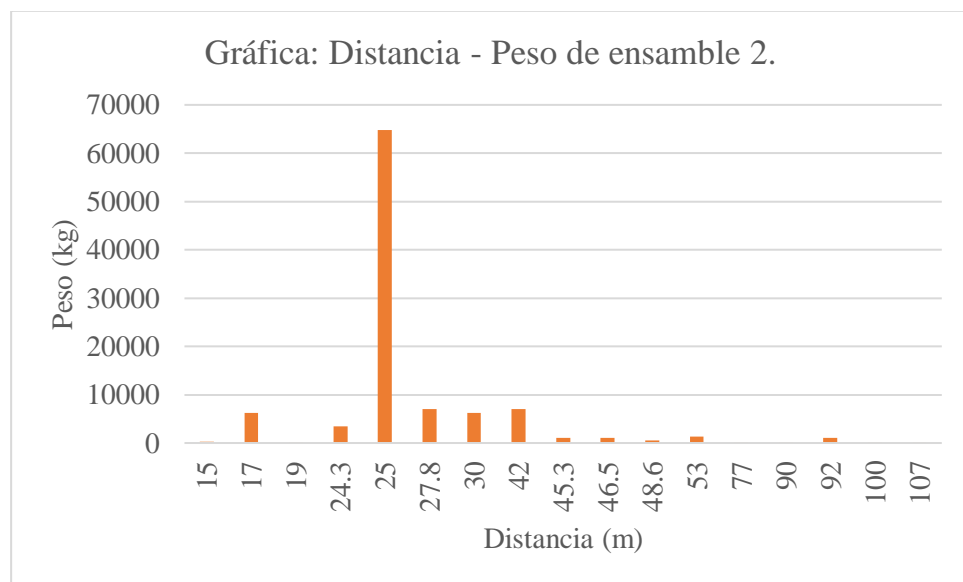


Figura 6.9. Gráfica: Distancia-Peso de la ruta de ensamble 2. Fuente: Elaboración propia, 2020.

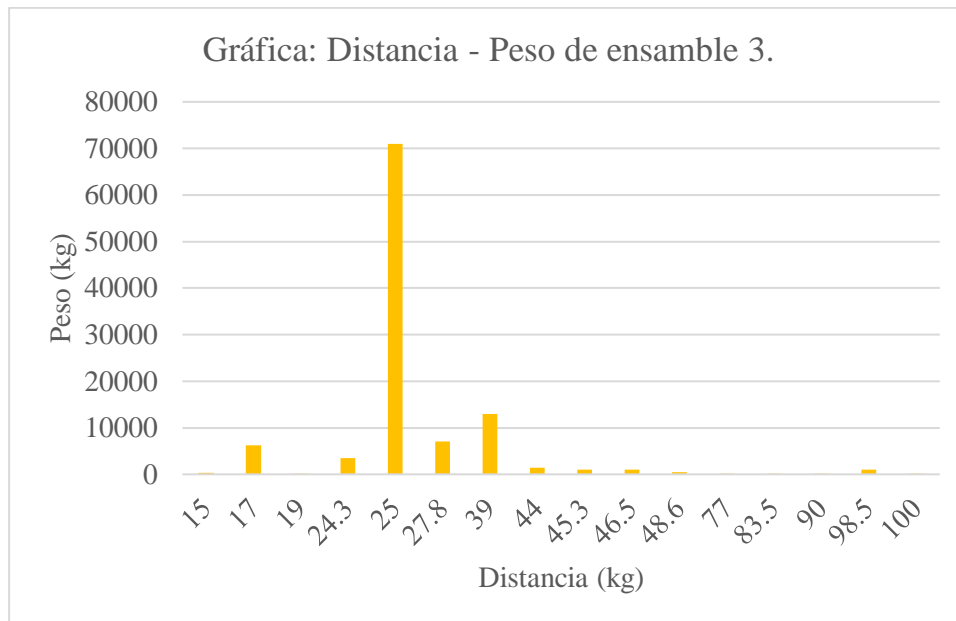


Figura 6.10. Gráfica: Distancia-Peso de la ruta de ensamble 3. Fuente: Elaboración propia, 2020.

La figura 6.11 presenta el sistema de manejo de materiales que se presenta dentro de un proceso productivo, es importante mencionar que, existen 2 tipos de métodos de manejo de materiales, directo e indirecto.

En el sistema directo, los materiales se mueven desde su origen hasta su destino por la ruta más corta, esta técnica suele ser más económica y se utiliza sobre todo si los materiales a transportar son delicados y el tiempo es urgente (Muther & Hagañas, Systematic Handling Analysis, 1969). Por otro lado, el sistema indirecto de materiales puede ser canalizado o centralizado, en el primero de ellos los materiales se mueven sobre una ruta preestablecida, llegando a su destino con los materiales que proceden y salen a otras áreas, en este caso, la intensidad es débil mientras que la distancia es larga, este método es más económico especialmente si el layout es irregular o disperso.

En el método centralizado, los materiales se mueven sobre una ruta preestablecida desde el origen hacia el centro de distribución y de ahí hacia su destino, esta técnica se usa cuando la intensidad de flujo es débil y las distancias son largas, es recomendable cuando el área de la planta es cuadrada y el control es importante, dichos comportamientos se pueden observar gráficamente en la figura 6.12.

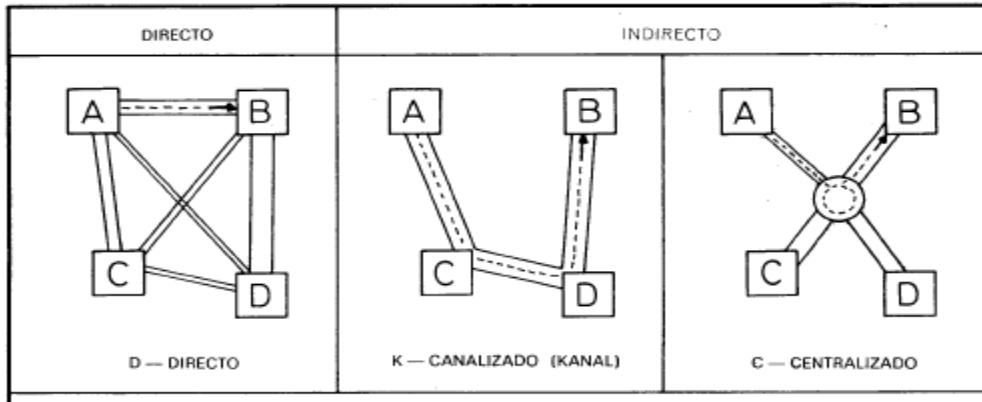


Figura 6.11. Sistemas de manejo de materiales. Fuente: *Systematic Handling Analysis*, 1969.

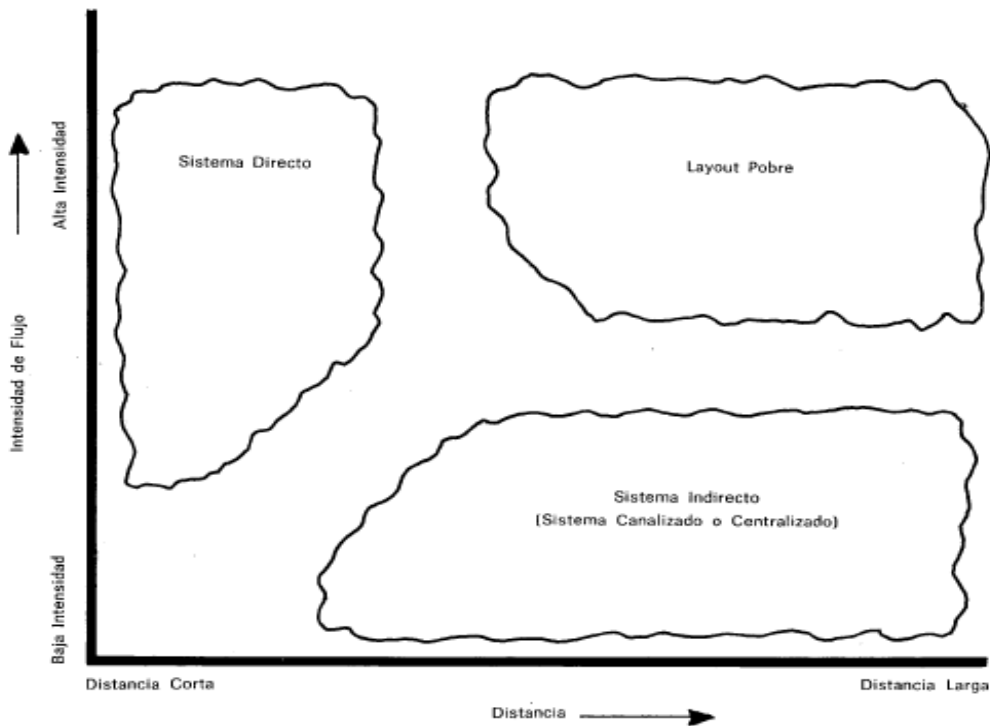
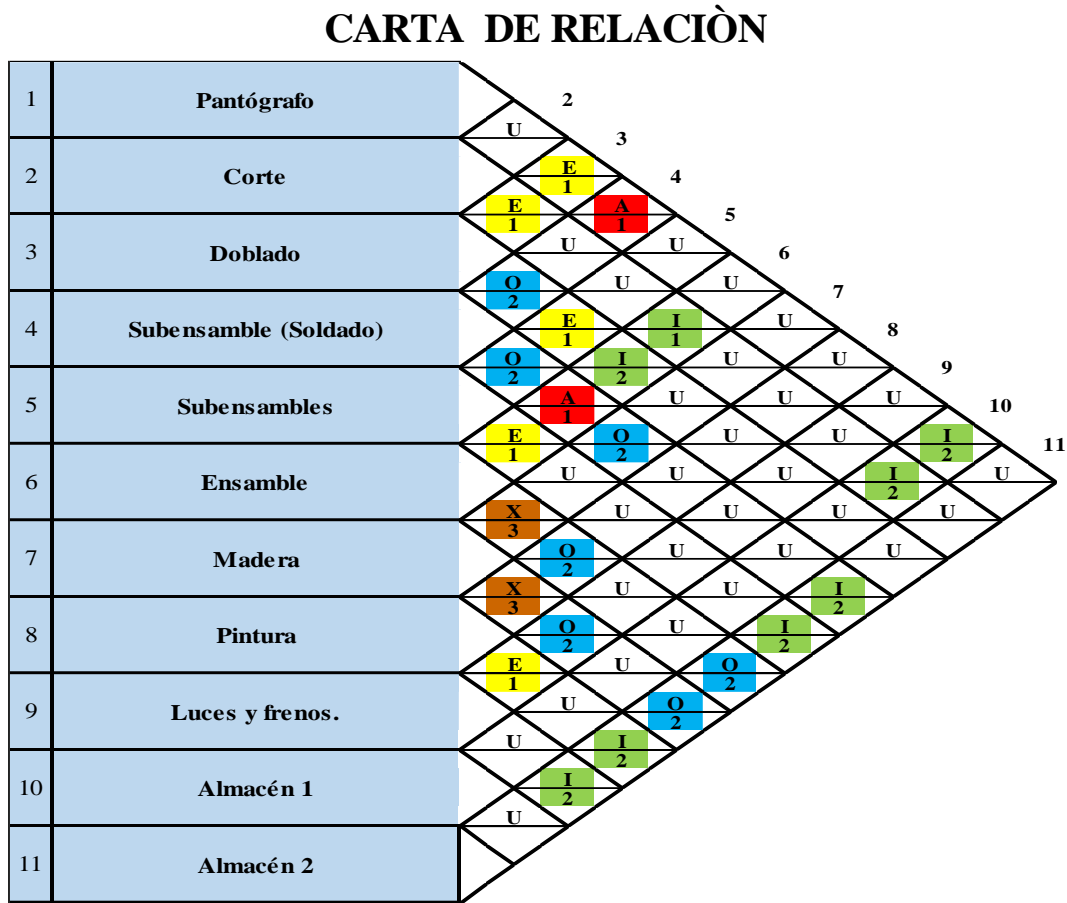


Figura 6.12. Gráfica distancia intensidad del sistema de manejo de materiales. Fuente: *Systematic Handling Analysis*, 1969.

Al comparar las gráficas de distancia-peso con la figura 6.12, se puede observar que, el proceso realizado a través del lugar de ensamble 1 tiene un layout pobre, pues la mayoría del peso se distribuye a 68 metros, no obstante, también se tiene un sistema indirecto, pues a mayor distancia existen cargas que son poco pesadas. En lo que respecta a las figuras 6.9 y 6.10, este tipo de rutas tienen un sistema directo, es decir, la intensidad del peso es alta mientras que distancia es corta, por lo que, los materiales se mueven por el trayecto más corto, siendo este en 25 metros en ambos casos.

6.2 Relación de actividades de las áreas de producción.

Después de conocer el recorrido que realizan los materiales hacia las diferentes estaciones, es importante establecer una relación de actividades entre áreas de productos, de esta manera, en seguida se presenta, la carta de relaciones que resume el grado de cercanía entre departamentos.



Concepto	Letra
Absolutamente Necesario	A
Especialmente Necesario	E
Importante	I
Ordinario	O
Sin Importancia	U
No Deseable	X
Total	

No.	RAZÓN
1	Funcionalidad en la operación del proceso
2	Flujo de material
3	Reisgo de trabajo

Figura 6.13. Carta de relaciones. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Como se puede observar en la figura 6.13 mostrada anteriormente, las estaciones pantógrafo, subensambles (soldado) y ensamble, tienen una relación tipo A, lo que implica que, en la propuesta de redistribución de planta, estas áreas deben estar lo más cerca posible, asimismo, las áreas que deben tener un grado de cercanía considerable son las áreas de: pantógrafo-doblado, corte-doblado, doblado-subensambles, subensambles-ensamble y pintura-frenos. Por otro lado, las áreas que no deben estar juntas son: ensamble-madera y madera-pintura, esto debido al riesgo que se corre por la existencia de algún incendio por la naturaleza de los materiales que se manejan en estas estaciones.

Con la intención de verificar si el total de relaciones establecidas cumple con el porcentaje aceptable para cada tipo, la tabla 6.1 presenta la porción de cada clasificación de conexión, nótese que, de acuerdo con el número de relaciones propuestas están dentro del rango permitido.

Tabla 6.1. Porcentaje de relaciones establecidas. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Concepto	Letra	Total	%	% aceptable
Absolutamente Necesario	A	2	4%	2%-5%
Especialmente Necesario	E	5	9%	3%-10%
Importante	I	8	15%	10-25%
Ordinario	O	7	13%	10-25%
Sin Importancia	U	26	47%	-
No Deseable	X	2	4%	2%-5%
Total		55	100%	

Finalmente, la figura 6.14 representa la hoja de trabajo de la carta de relaciones, donde se resume el tipo de relación entre cada estación de manera concisa.

No.	Departamento	Códigos de cercanía					
		A	E	I	O	U	X
1	Pantógrafo	4	3	10	-	2, 5, 6, 7, 8, 9, 11	-
2	Corte	-	3	6, 10	-	1, 4, 5, 7, 8, 9, 11	-
3	Doblado	-	1, 2, 5	6	4	7, 8, 9, 10, 11	-
4	Subensamble (Soldado)	1, 6	-	11	3, 5, 7	2, 8, 9, 10	-
5	Subensambles	-	3, 6	11	4	1, 2, 7, 8, 9, 10	-
6	Ensamble	4	5	2, 3	8, 11	1, 9, 10	7
7	Madera	-	-	-	4, 9, 11	1, 2, 3, 5, 10	6, 8
8	Pintura	-	9	11	6	1, 2, 3, 4, 5, 10	7
9	Luces y Frenos	-	8	11	7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 10	-
10	Almacén 1	-	-	1, 2	-	3, 4, 5, 6, 7, 9, 11	-
11	Almacén 2	-	-	4, 5, 8, 9	6, 7	1, 2, 3, 10	-

Figura 6.14. Hoja de trabajo correspondiente a la carta de relaciones. Fuente: Elaboración propia, 2020.

6.3 Diagrama de relaciones.

Con la finalidad de contar con una idea acerca de los tipos de relaciones existentes entre cada estación, en seguida, se expone el diagrama de relaciones pertinente a la clasificación de vinculación de áreas. La figura 6.15 ejemplifica los departamentos cuyo grado de cercanía es absolutamente necesario, de acuerdo a la metodología SLP, este tipo de conexión se representa con 4 líneas gruesas de color rojo.

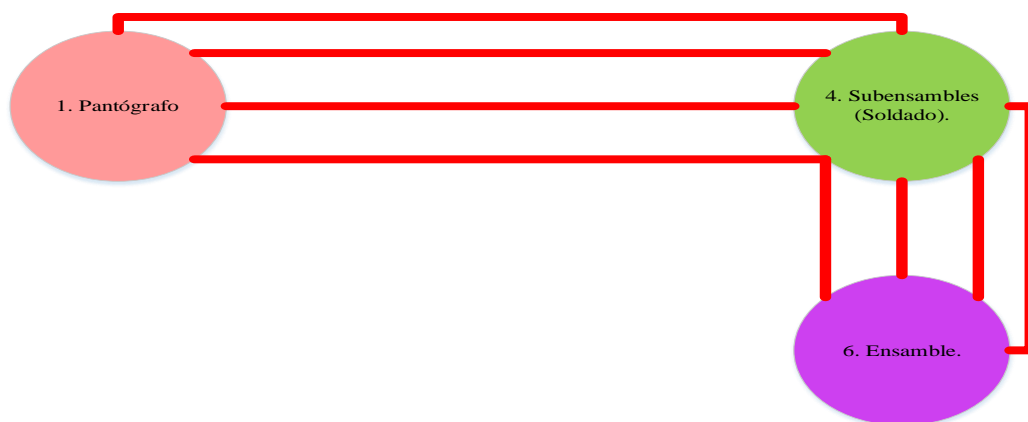


Figura 6.15. Diagrama de relaciones tipo A. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Posteriormente, en la figura 6.16 se muestran las estaciones de trabajo con un valor de proximidad esencialmente necesario, dicha conectividad se simboliza con 3 líneas amarillas de un grosor menor al anterior.

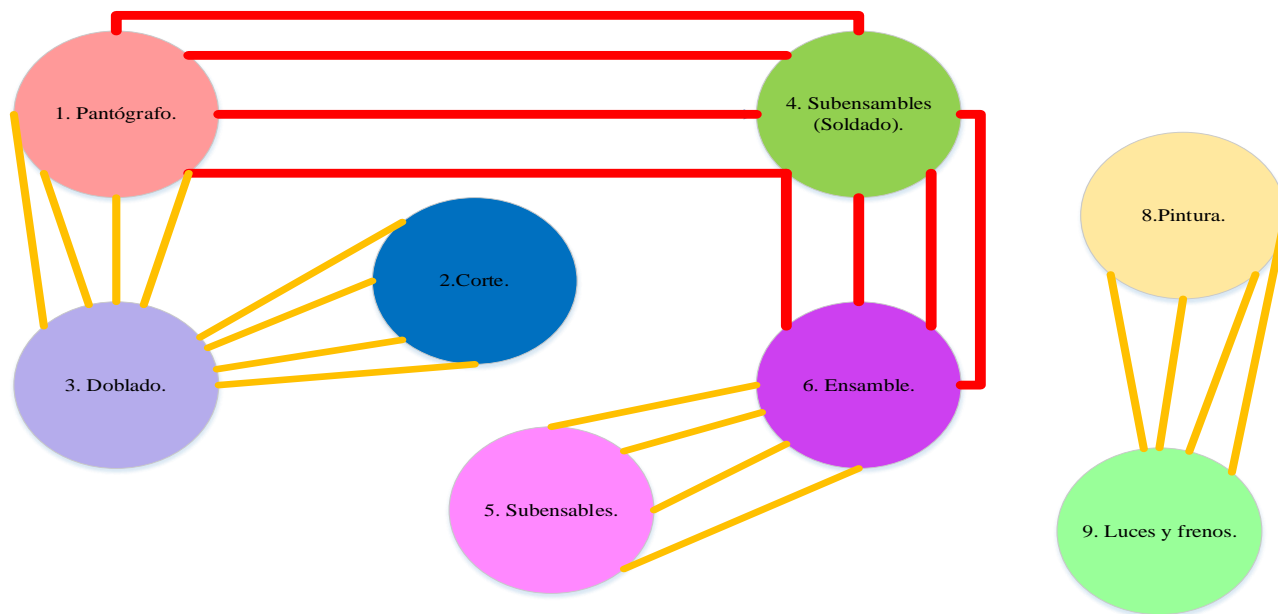


Figura 6.16. Diagrama de relaciones tipo A y E. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Siguiendo con este comportamiento, la figura 6.17 expone las relaciones importantes dentro de las áreas de trabajo, dicha conexión se representa con 2 líneas de un menor grosor de color verde. Asimismo, la figura 6.18, incluye las conectividades tipo O, es decir, ordinarias, las cuales se exponen con una línea fina de color azul.

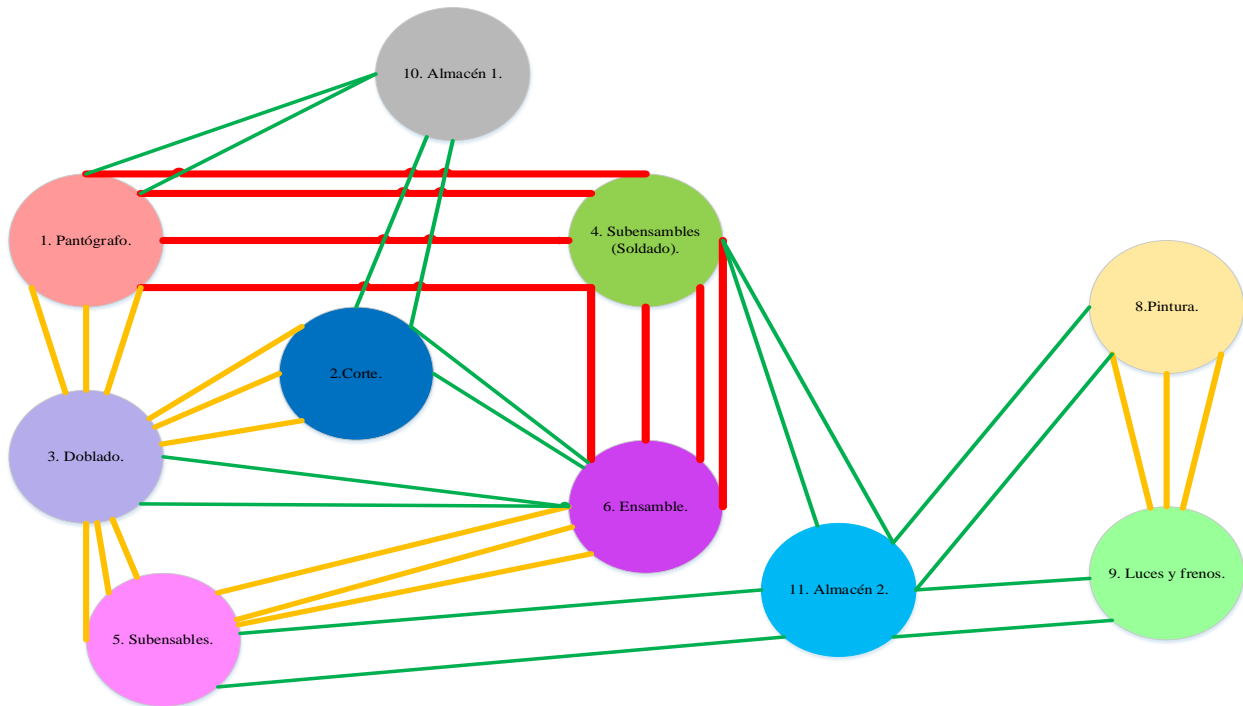


Figura 6.17. Diagrama de relaciones tipo A, E, e I. Fuente: Elaboración propia, 2020.

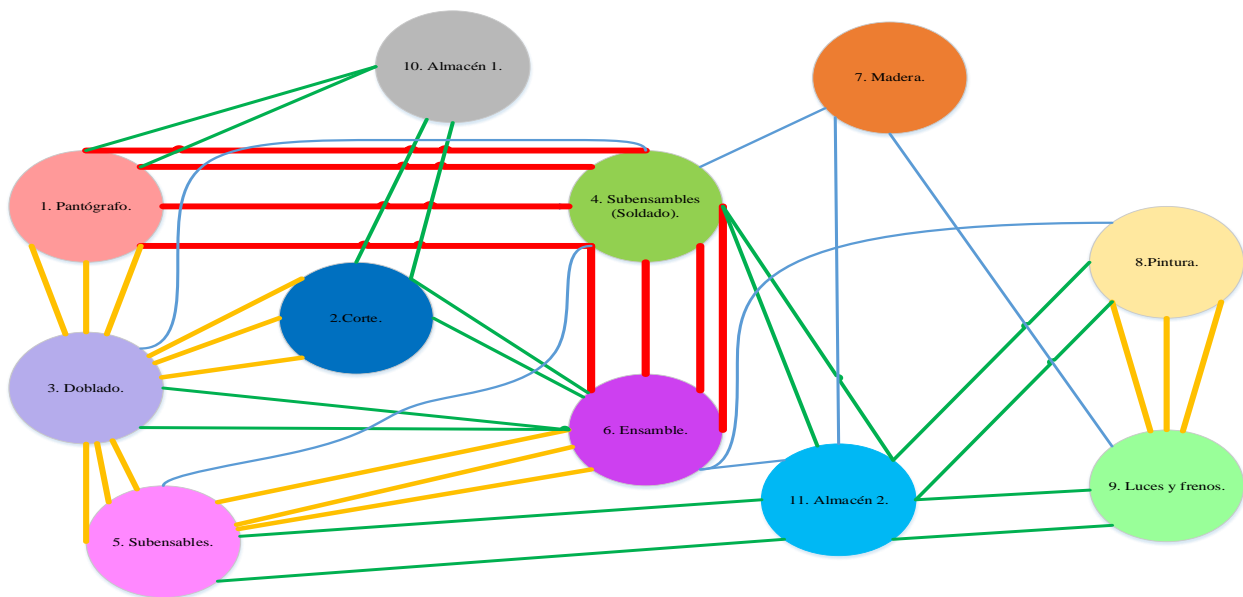


Figura 6.18. Diagrama de relaciones tipo A, E, I y O. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Por último, se presenta en un diagrama conjunto cada una de las relaciones definidas en la hoja de trabajo mostrada anteriormente, ver figura 6.14, en esta imagen, se puede notar aquellas áreas que no deben estar juntas, tal es el caso de ensamble-madera y madera-pintura, dicha conexión se simboliza con una recta punteada de marrón, véase figura 6.19.

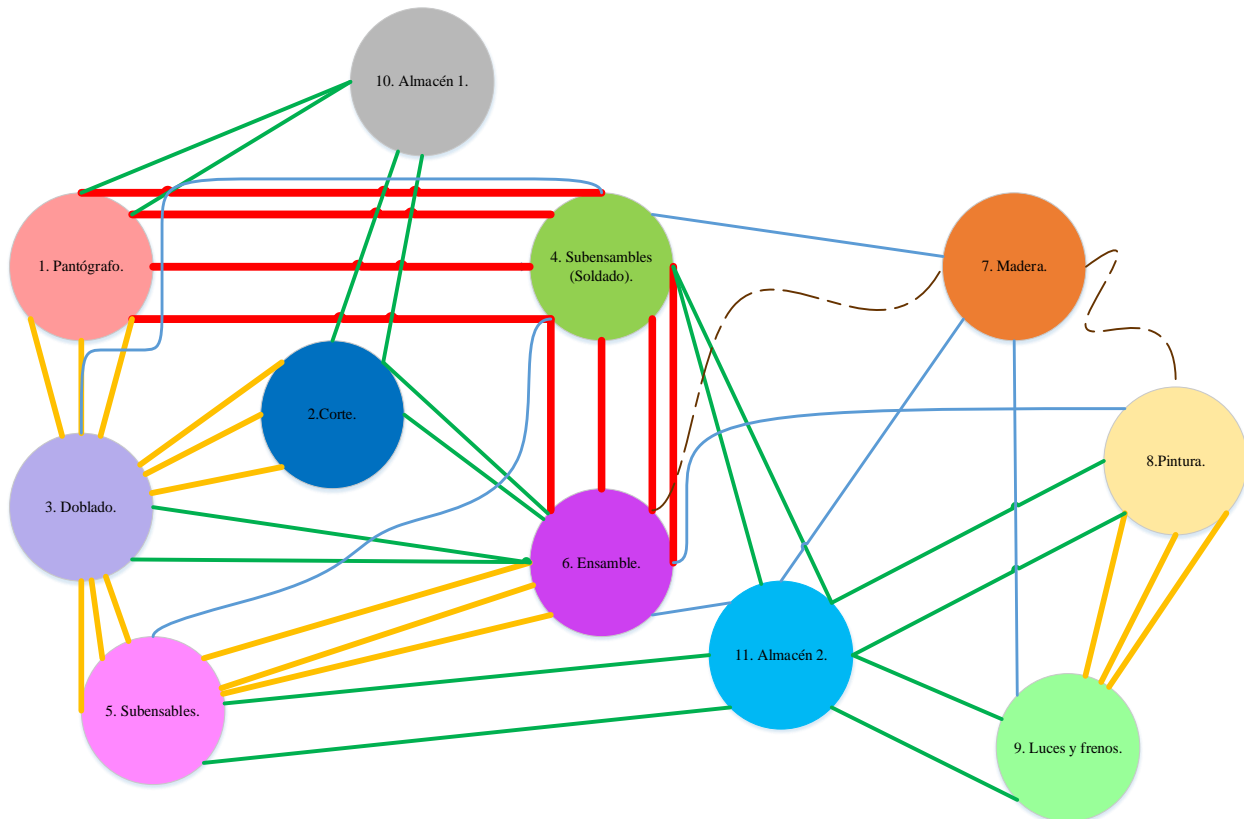


Figura 6.19. Diagrama de relaciones tipo A, E, I, O y X. Fuente: Elaboración propia, 2020.

6.4 Necesidades de espacio.

Retomando el cuarto paso de la metodología SLP, se calculó el espacio necesario para cada estación de trabajo, cabe mencionar que, de acuerdo con dicho método, se consideró el espacio pertinente para cada estación, con base a su funcionalidad, es decir, si existe alguna máquina en ella, algún operario o cualquier otro factor a considerar, véase Anexo III.

La tabla 6.2 muestra las medidas del largo y ancho requeridos para cada área, así como, el factor de multiplicación utilizado para abordar espacios extras como pasillos y espacios de servicio dentro del departamento, obteniendo de esta forma, el área total necesaria.

Tabla 6.2. Necesidades de espacio. Fuente: Elaboración propia, 2020.

No.	Departamento	Ancho (m)	Largo (m)	Área (m ²)	Factor de multiplicación	Área necesaria (m ²)
1	Pantógrafo	7.72	13.60	104.99	1.10	115.49
2	Corte	6.50	8.77	57.01	1.10	62.71
3	Doblado	8.75	9.90	86.63	1.10	95.29
4	Subensamble (Soldado)	5.64	33.90	191.20	1.10	210.32
5	Subensambles	4.02	12.20	49.04	1.10	53.95
6	Ensamble	9.10	17.00	154.70	1.10	170.17
7	Madera	8.11	17.10	138.68	1.10	152.55
8	Pintura	3.80	14.80	56.24	1.10	61.86
9	Luces y Frenos	5.80	15.90	92.22	1.10	101.44
10	Almacén 1	19.60	28.40	556.64	1.10	612.30
11	Almacén 2	8.93	20.18	180.21	1.10	198.23

6.5 Espacio disponible.

Posteriormente, con el fin de realizar una comparación entre las dimensiones actuales de las estaciones con las calculadas anteriormente, se presenta la tabla 6.3, donde se observa, cuáles de ellas disminuyen y cuales aumentan.

Tabla 6.3. Comparación de espacios. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Código	Nombre del área	Dimensión actual (m ²)	Aumento (%)	Dimensión requerida (m ²)	Observaciones
1	Pantógrafo	293.1242	-60.60%	115.49	Disminución de espacio.
2	Corte	21.465	192.13%	62.71	Se agregó el espacio requerido para el operario y para el mantenimiento de la máquina.
3	Doblado	60.639	57.14%	95.29	Se agregó el espacio requerido para el operario y para el mantenimiento de la máquina.
4	Subensamble (Soldado)	483.968	-56.54%	210.32	Disminución de espacio.
5	Subensambles	267.7712	-79.85%	53.95	Disminución de espacio.
6	Ensamble	243.904	-30.23%	170.17	Disminución de espacio.
7	Madera	161.389	-5.48%	152.55	Disminución de espacio.
8	Pintura	492.127	-87.43%	61.86	Disminución de espacio.
9	Luces y Frenos	273.5707	-62.92%	101.44	Disminución de espacio.
10	Almacén 1	537.9616	13.82%	612.30	Se agregó el espacio requerido para el operario y para el mantenimiento de la máquina.
11	Almacén 2	180.2074	10.00%	198.23	Se agregó el espacio requerido para el operario y para el mantenimiento de la máquina.
Total		3016.1271		1834.30544	

6.6 Diagrama de relación de espacios.

Como se presentó en el capítulo 3, el sexto paso del SLP es la construcción de un diagrama de relación de espacios, en el cual, de acuerdo al código de cercanía definido en la carta de relaciones se estableció un diagrama adimensional, en donde, se propone un escenario ideal, en el cual, las estaciones de trabajo embonan de manera perfecta y se respeta el grado de conexión entre las mismas, de esta manera se tiene como resultado la figura 6.20.

-	-	-	-	
10. Almacén 1 X=/ 1,2	-	11. Almacén 2 X=/ 4, 5, 8, 9	4,9	ESPACIO MUERTO
4	3	1, 6	-	4 5
1. Pantógrafo X=/ 10	-	4. Subensambles (soldado) X= / 11	3, 5, 7	6. Ensamble X=7 2, 3 8, 11
-	3	-	1, 2, 5	- 3, 6
2. Corte X=/ 6,10	-	3. Doblado X=/ 6	4	5. Subensambles X=/ 11
-	-	-	8	- 9
7. Madera X= 6, 8 - 4, 9, 11	-	9. Luces y frenos X= / 11	7	8. Pintura X= 7 11 6

Figura 6.20. Diagrama adimensional. Fuente: Elaboración propia, 2020.

6.7 Consideraciones de modificación.

De acuerdo a la secuencia de operaciones que sigue el proceso de manufactura de plataformas, las últimas estaciones de trabajo (ensamble, madera y pintura), deben ser adyacentes, pues como se analizó en el estudio de flujo de materiales, en esta parte del proceso se mueven los elementos cuya intensidad de carga es mayor, no obstante, en contraparte, la carta de relaciones contrarresta esta suposición, ya que, de acuerdo a los componentes con los que trabajan cada una de estos centros

de trabajo, las materias primas son sumamente flamables, por lo que, se recomienda que, estas estaciones tengan un grado de alejamiento

No obstante, con el propósito de tener una mejor eficiencia en el flujo de materiales, se ha optado por la iniciativa de colocar estas áreas juntas, sin embargo, aunque se tiene un peligro, se ha comunicado a la empresa el riesgo que se corre al colocar estas estaciones agrupadas, por lo que, se pretende que la organización desarrolle un plan de seguridad específicamente para estas áreas: ensamble, madrea y pintura, el cual se espera cubra todas las acciones a realizar en caso de ocurrir algún accidente.

6.8 Limitaciones prácticas.

Las principales limitaciones prácticas que la empresa posee son los almacenes, pues de acuerdo con la estructura actual, estos no pueden ser modificados de lugar, ya que, su estructura es fija, por tanto, las propuestas de distribución se tendrán que adaptar a estos aspectos.

Asimismo, se tienen 3 cabinas de pintura, las cuales no se pueden mover, cabe mencionar que ya están instaladas, no obstante, actualmente se está construyendo una nueva nave de manufactura destinada para la producción de plataformas, tal como se puede observar en la figura 6.21.

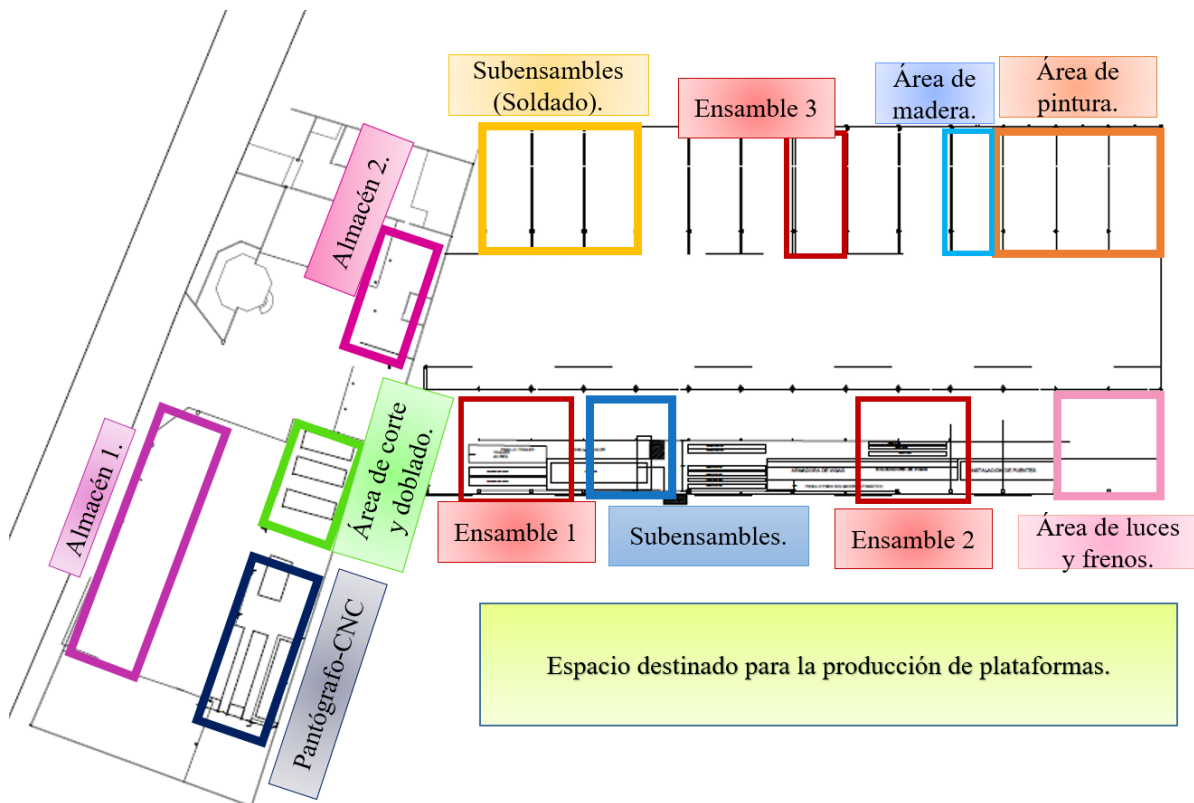


Figura 6.21. Plano actual de la empresa. Fuente: Elaboración propia, 2020.

6.9 Desarrollo de alternativas.

Después de conocer cada uno de los aspectos pertinentes esenciales para el desarrollo de la distribución de la línea de plataformas, a continuación, se presentan las 3 propuestas de redistribución de la planta de producción, es importante mencionar que, además de realizar el plano de cada una de las propuestas se calculó el factor F abordado en el punto 3.3, con lo cual se determinó si la forma de los centros de trabajo es aceptable.

En la tabla 6.4 se puede analizar que, tres de los departamentos no están dentro del valor numérico que comprende el factor F, esto debido a que se colocaron dos espacios para ensamble, dos para pintura y dos para luces y frenos, los lugares de trabajo de las áreas de ensamble y luces y frenos, se propusieron con el objetivo de que en el supuesto caso de que exista algún pedido urgente, la línea de producción no se tenga que parar y se pueda fabricar la otra plataforma de manera paralela, por otro lado, a la estación de pintura se le agregó otro espacio para lavado, el cual, es el paso previo de este proceso, esta propuesta de distribución se representa gráficamente en la figura 6.22.

Nótese en la misma tabla que, esta propuesta tiene 13 penalizaciones, es decir, existen 13 requisitos que no se cumplen de acuerdo al diagrama adimensional establecido en la figura 6.20, lo cual demuestra que de acuerdo al tamaño y a la geometría de la planta algunas estaciones no están cerca como en un planteamiento ideal se sugiere.

Tabla 6.4. Cálculo del factor F para la propuesta 1. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Alternativa 1					
No.	Departamento	A (m ²)	P (m)	F	$1 \leq F \leq 1.4$
1	Pantógrafo	115.49	48.54	1.13	Sí
2	Corte	62.71	31.93	1.01	Sí
3	Doblado	95.29	39.06	1.00	Sí
4	Subensamble (Soldado)	210.32	77.71	1.34	Sí
5	Subensambles	53.95	34.30	1.17	Sí
6	Ensamble	340.34	130.72	1.77	No
7	Madera	152.55	59.94	1.21	Sí
8	Pintura	123.73	71.04	1.60	No
9	Luces y Frenos	202.88	88.43	1.55	No
10	Almacén 1	612.30	100.23	1.01	Sí
11	Almacén 2	198.23	59.82	1.06	Sí
Total		2167.7814			
Penalizaciones		13			

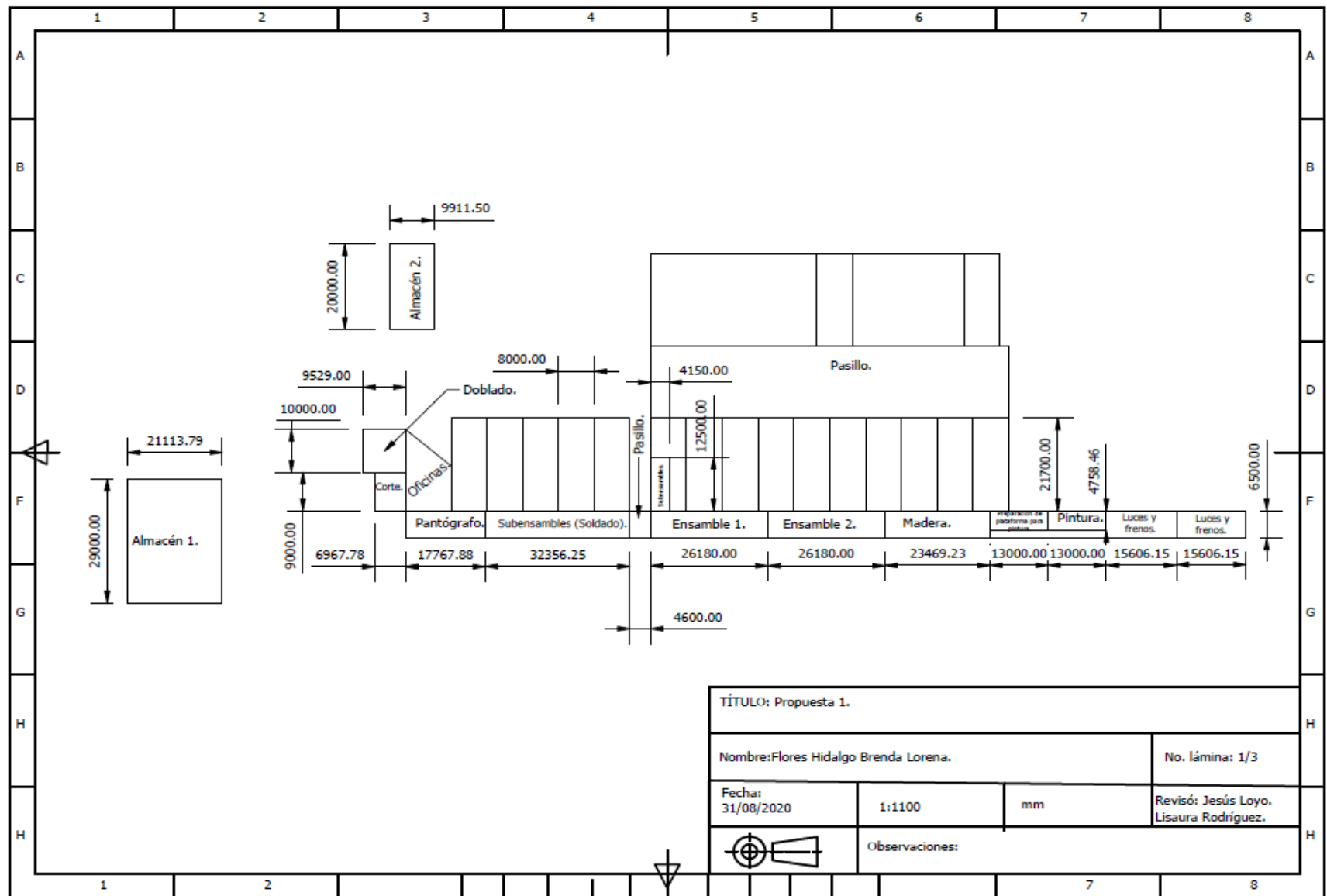


Figura 6.22. Primera propuesta de redistribución de la línea de producción de plataformas. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Al igual que en la propuesta 1, en la tabla 6.3 se observa, que el factor F de las estaciones de ensamble, pintura y luces y frenos, no están dentro del intervalo establecido, en este caso, al igual que en el planteamiento anterior, se sugieren dos espacios para ensamble, dos para pintura y dos para luces y frenos, no obstante, en esta propuesta, se plantea que dichas estaciones se localicen en el lugar que actualmente están destinadas, esto a razón de aprovechar los espacios ya estructurados existentes en la planta, véase figura 6.23.

Asimismo, en la tabla 6.5 presenta que este planteamiento de redistribución tiene 11 penalizaciones, esto generado principalmente a las estaciones que se han acoplado a la geometría de la planta.

Tabla 6.5. Cálculo del factor F para la propuesta 2. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Alternativa 2					
No.	Departamento	A (m ²)	P (m)	F	$1 \leq F \leq 1.4$
1	Pantógrafo	115.49	48.54	1.13	Sí
2	Corte	62.71	31.93	1.01	Sí
3	Doblado	95.29	39.06	1.00	Sí
4	Subensamble (Soldado)	210.32	77.71	1.34	Sí
5	Subensambles	53.95	34.30	1.17	Sí
6	Ensamble	340.34	117.09	1.59	No
7	Madera	152.55	54.14	1.10	Sí
8	Pintura	123.73	71.04	1.60	No
9	Luces y Frenos	202.88	82.72	1.45	No
10	Almacén 1	612.30	100.23	1.01	Sí
11	Almacén 2	198.23	59.82	1.06	Sí
Total		2167.7814			
Penalizaciones		11			

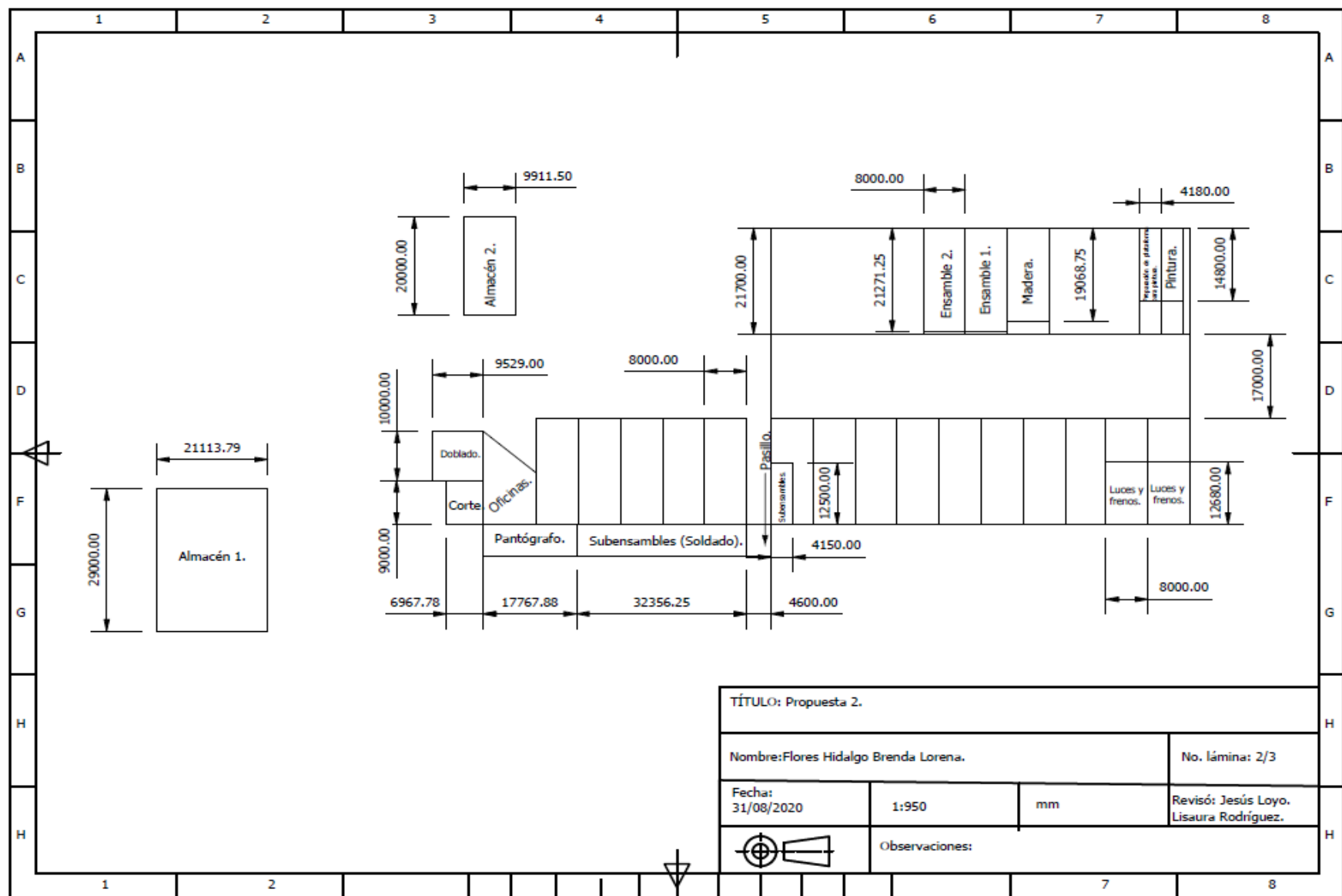


Figura 6.23. Segunda propuesta de redistribución de la línea de producción de plataformas. Fuente: Elaboración propia, 2020.

En último lugar, la alternativa 3 muestra el mismo compartimento que las dos propuestas anteriores, es decir, se tienen dos espacios para pintura y luces y frenos, no obstante, es fundamental observar que, en esta propuesta se tiene el mayor valor del factor F en la estación de ensamble, siendo éste de 2.17, ver tabla 6.6, el cual, es generado por el planteamiento de 3 estaciones de ensamble, dos de ellas se pretenden colocar con la función de ensamblar la plataforma y la última se propone colocarla después de la estación de madera, con la finalidad de no tener que regresar la plataforma para la colocación de piso de lámina antiderrapante al centro de ensamble, de esta manera se evita un retroceso de material, tal como se muestra en la figura 6.24.

Este último planteamiento obtiene 9 penalizaciones, siendo esta la propuesta con menos faltas posibles que las presentadas inicialmente, es importante recalcar que, para esta alternativa se trataron de respetar las restricciones lo máximo posible.

Tabla 6.6. Cálculo del factor F para la propuesta 3. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Alternativa 3					
No.	Departamento	A (m ²)	P (m)	F	$1 \leq F \leq 1.4$
1	Pantógrafo	115.49	48.54	1.13	Sí
2	Corte	62.71	31.93	1.01	Sí
3	Doblado	95.29	39.06	1.00	Sí
4	Subensamble (Soldado)	210.32	77.71	1.34	Sí
5	Subensambles	53.95	34.30	1.17	Sí
6	Ensamble	510.51	196.08	2.17	No
7	Madera	152.55	59.94	1.21	Sí
8	Pintura	123.73	71.04	1.60	No
9	Luces y Frenos	202.88	88.43	1.55	No
10	Almacén 1	612.30	100.23	1.01	Sí
11	Almacén 2	198.23	59.82	1.06	Sí
Total		2337.9514			
Penalizaciones		9			

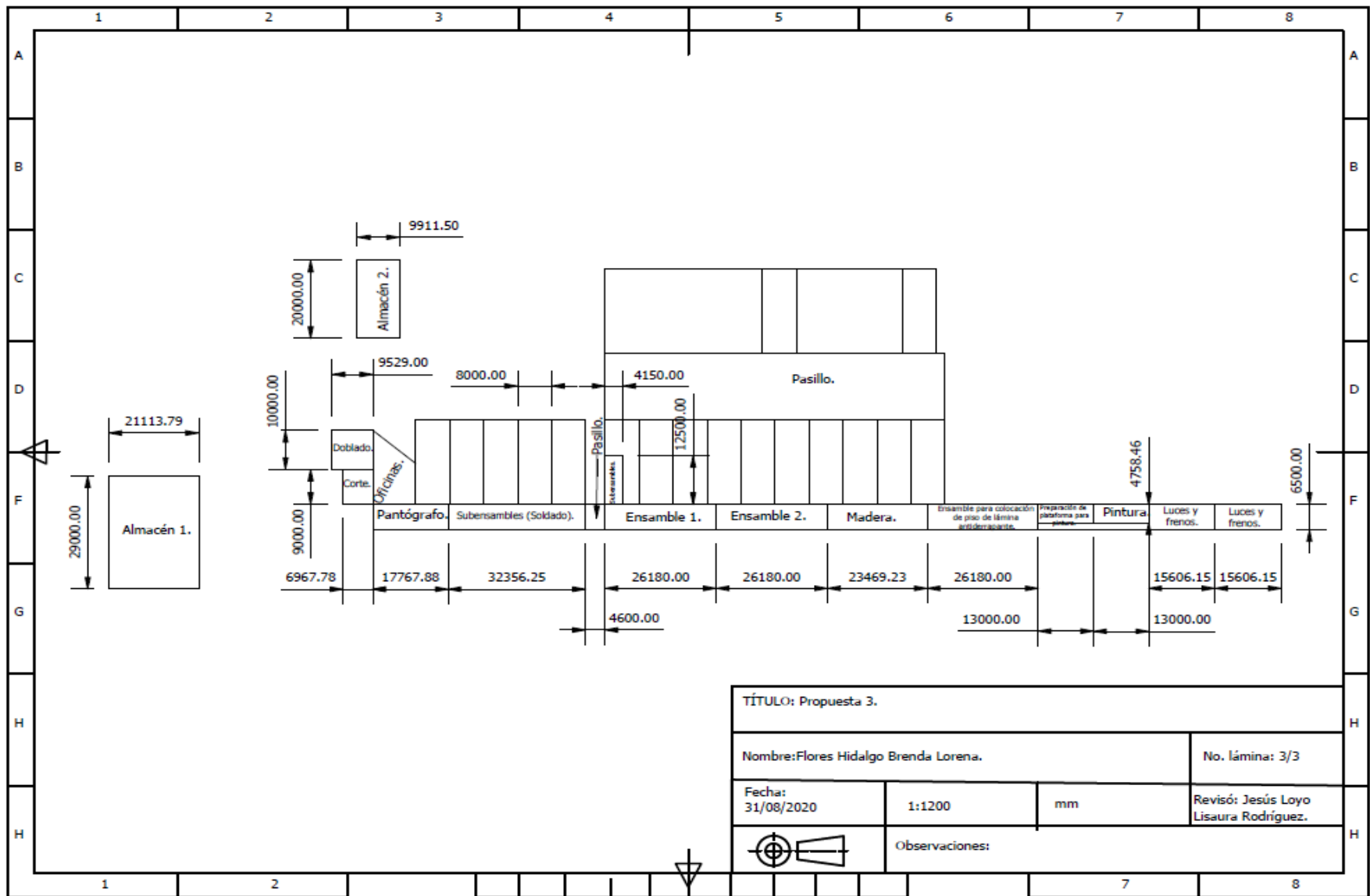


Figura 6.24. Tercera propuesta de redistribución de la línea de producción de plataformas. Fuente: Elaboración propia, 2020.

6.10 Evaluación y selección de propuestas.

Finalmente, con base en las 3 propuestas de distribución expuestas previamente, a continuación, se despliega la evaluación de las mismas, se tomaron 10 puntos clave para la selección de ésta, siendo los más importantes: la economía de manejo de materiales, eficacia del recorrido de los productos y eficacia de almacenaje, cabe recalcar que, se decidió considerar estos puntos como claves ya que el principal objetivo de esta redistribución es mejorar la eficiencia en el manejo de materiales.

Cabe mencionar que, para la determinación del nivel de mejora en la eficiencia del recorrido de productos se realizó el cálculo de la misma, aplicando nuevamente el método del diagrama DE-A, con dicha técnica se compararon las diferentes proporciones, seleccionando la propuesta que presenta la mayor mejoría en el flujo de materiales, véase anexo IV.

Como se puede observar en la tabla 6.7 cada una de las propuestas tuvo un grado de cumplimiento yendo desde lo no satisfactorio a lo excelente, no obstante, es importante recalcar que, en el apartado de seguridad tanto la propuesta 1 y 3 no cumplen con este factor, esto a razón de que las áreas de ensamble, madera y pintura se encuentran cercanas, infringiendo la restricción de estar lo más lejos posible.

Con base en los puntajes obtenidos en la evaluación, **la propuesta a elegir es la alternativa 3**, la cual tiene 270 puntos, 25 puntos por encima de la propuesta 1 y 50 puntos arriba de la propuesta 2, por lo cual, se sugiere implementar dicho planteamiento de distribución.

Tabla 6.7. Evaluación de propuestas. Fuente: Elaboración propia, 2020.

No. De factor	Factores a considerar	Peso	Peso de la razón					
			Propuesta					
			1		2		3	
1	Economía de manejo de materiales.	15	I	30	I	30	E	45
2	Facilidad de una futura expansión.	10	I	20	I	20	I	20
3	Flexibilidad del planteamiento.	5	E	15	E	15	E	15
4	Eficacia del recorrido de los productos.	15	I	30	I	30	E	45
5	Eficacia de almacenaje.	15	E	45	I	30	E	45
6	Utilización de las superficies.	10	A	40	E	30	A	40
7	Adaptación a la estructura general de la empresa.	10	A	40	A	40	A	40
8	Adaptabilidad.	5	E	15	E	15	E	15
9	Penalizaciones	5	U	0	U	0	O	5
10	Seguridad	10	X	-	O	10	X	-
Total		100		235		220		270

Por último, con el propósito de reajustar la propuesta elegida al espacio disponible existente destinado para la nueva línea de producción de plataformas, se realizaron algunos cambios en la alternativa 3, en primer lugar, se agruparon las estaciones de madera y ensamble de piso antiderrapante en una sola estación, de igual manera, se reacomodaron las dimensiones del largo y

ancho de los espacios, esto debido a que se ha asignado solo la mitad de la nave industrial para el proceso de manufactura, la figura 6.25 muestra dicho cambio en el plano de la planta.

Tal como se puede observar en dicho esquema, se agregaron espacios entre estaciones para el almacén de producto en proceso, tal es caso del almacén de plataformas ensambladas, dicha área separa las dos estaciones de ensamble propuestas de la estación de madera y ensamble de piso de lámina, de esta manera, se cumple con el requisito de mantener estas estaciones distantes.

Por otro lado, el hecho de generar una sola estación que cumpla con las funciones de la colocación de madera y piso de lámina antiderrapante, genera un doble riesgo, pues los materiales de requeridos para dichos procesos, pueden ocasionar un accidente, no obstante, para poder tener estas estaciones conjuntas, se ha comunicado a la empresa, que se debe realizar un plan de seguridad que les permita estar preparados, en caso de que algún accidente se suscite.

Asimismo, en la figura 6.25 se puede observar que se pretende asignar un espacio de almacén para las plataformas con piso de madera y lámina, de esta forma, se busca que en el caso de que la estación de lavado esté ocupada, exista un lugar donde colocar las plataformas que están en espera de ser lavadas.

Del mismo modo, es fácil notar que, después de la estación de lavado, se asignó un espacio correspondiente al almacén de plataformas lavadas, el cual, al igual que en el caso anterior, pretende conservar las plataformas lavadas en caso de que la cabina de pintura se esté utilizando.

Por último, retomando la propuesta 3, se mantienen las dos estaciones de luces y frenos, con las cuales, se pretende instalar dichos accesorios de manera paralela, es decir, cuando se presente elaborar dos plataformas al mismo tiempo, se puede cubrir esta necesidad, sin tener que estar afectando el proceso de la otra estación, de igual forma, al estar ser éstas estaciones adyacentes se cumple con el grado de cercanía tipo E establecido en la carta de relaciones desarrollada en el punto 6.2 correspondiente la relación de actividades de las áreas de producción.

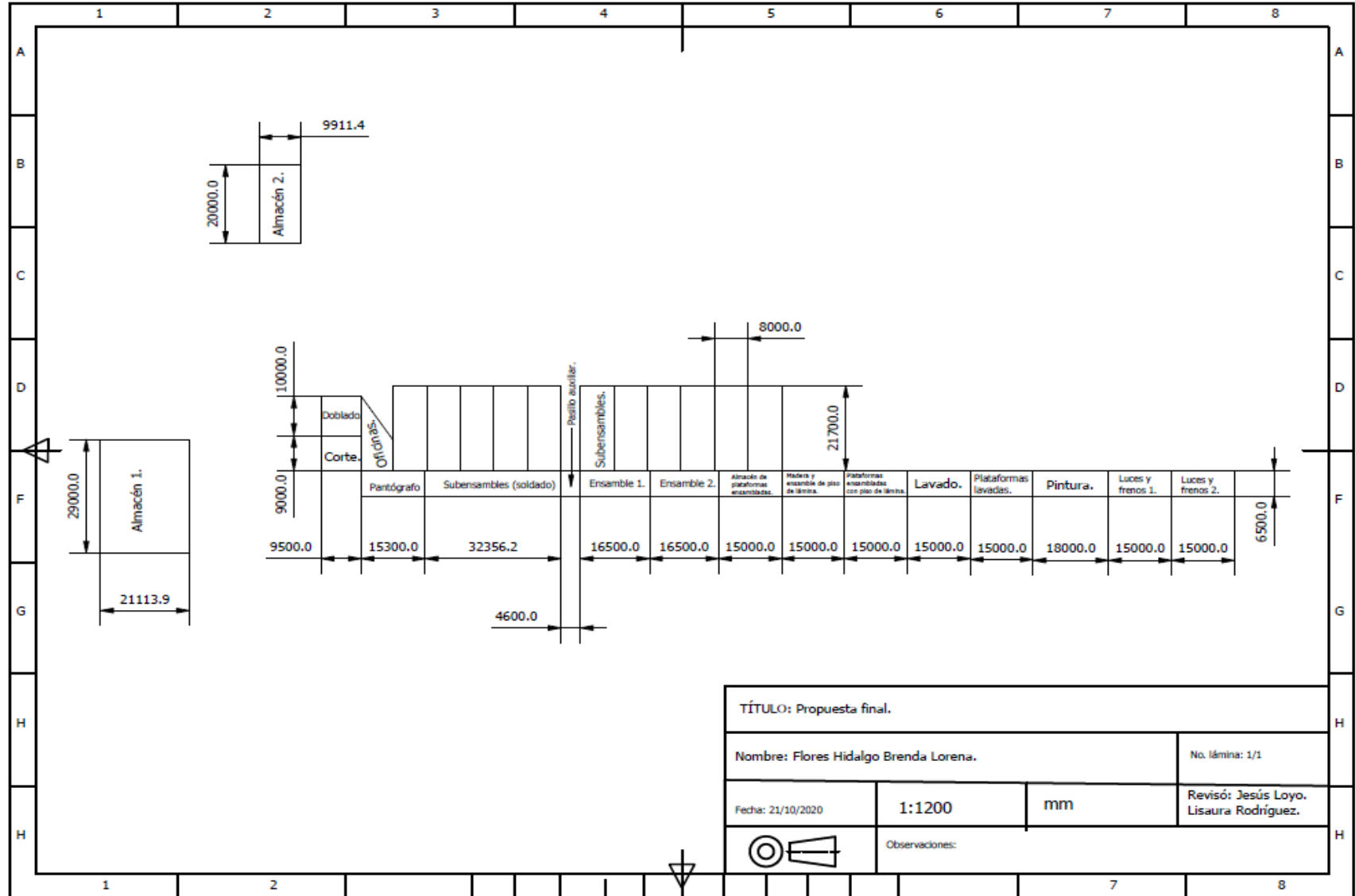


Figura 6.25. Propuesta final de redistribución de la línea de producción de plataformas. Fuente: Elaboración propia, 2020.

6.11 Simulación de la propuesta de distribución en FlexSim.

Con la finalidad de tener una idea visual acerca de la distribución física de la línea de producción de plataformas se elaboraron las simulaciones en el software FlexSim, el cual es un programa de simulación en 3D que permite modelar y entender con precisión los problemas básicos de un sistema, en donde además de representar un sistema discreto se pueden construir sistemas continuos o sistemas combinados continuo-discreto, con lo cual, se puede tener una mejor visualización del flujo de la producción, además de desarrollar distintos escenarios de simulación, (Díaz Martínez, Zárate Cruz, & Román Salinas, 2018).

A continuación, se presenta la simulación y el modelado de las diferentes estaciones involucradas directamente en el proceso de manufactura, es importante mencionar que, los tiempos correspondientes al transporte y a los procesos ejecutados en cada estación, fueron aproximados, puesto que el enfoque de esta simulación va orientado a analizar el flujo de material derivado de la nueva propuesta.

La figura 6.26 muestra la vista panorámica del modelado de las estaciones de pantógrafo y subensambles (soldado), el proceso de simulación inicia con el transporte del material desde el almacén 1 hacia pantógrafo para el realizar de corte de almas y cuellos, una vez que finaliza esta acción, dichas piezas pasan al almacén de almas y cuellos, el cual, está al lado de la máquina de CNC, se pretende que tales piezas se coloquen en el suelo, puesto que, por las dimensiones de los subproductos, no es necesario un rack para almacenarlos, como se aprecia en la figura 6.27.

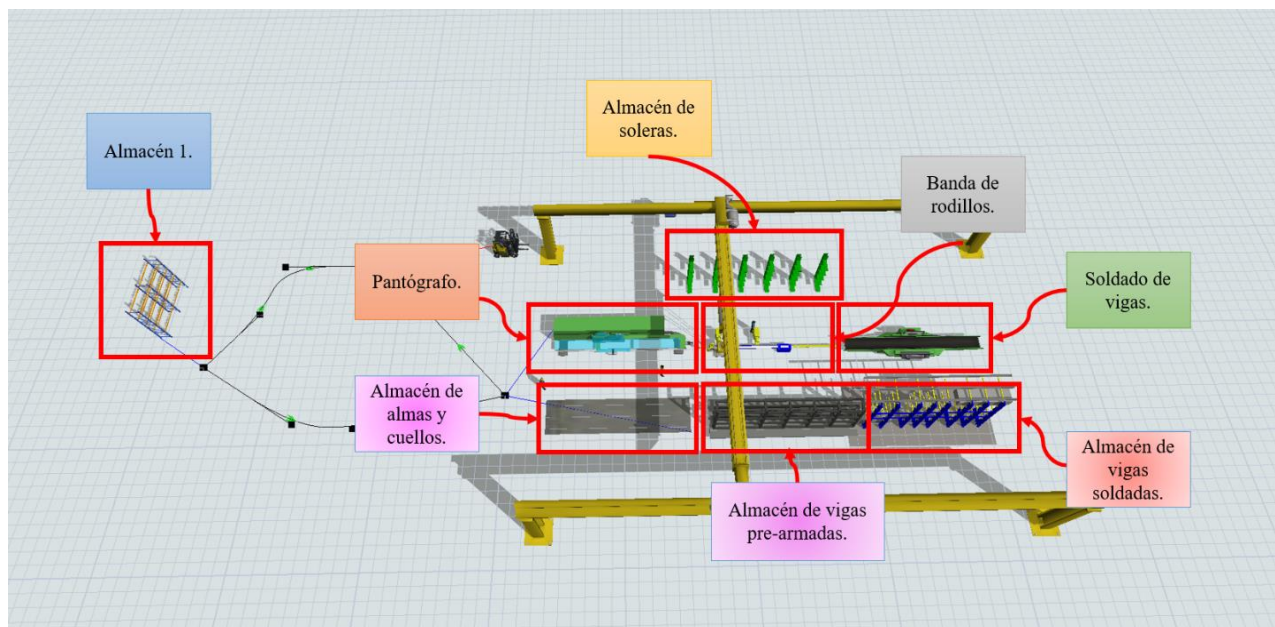


Figura 6.26. Vista panorámica del modelado de las estaciones de pantógrafo y subensambles (soldado).
Fuente: Elaboración propia, 2020.

En la figura 6.27, se puede apreciar que mientras el montacargas transporta el material el operario está supervisando el corte por CNC de las piezas, no obstante, cabe recalcar que, al ser un proceso semiautomático, el operario solo programa la máquina de pantógrafo, y ésta realiza la operación, por lo cual, el operador puede ser ocupado para realizar otro tipo de actividades. Asimismo, es importante mencionar que, el área de pantógrafo al ser la primera estación dentro de la manufactura de plataformas, ésta condiciona el flujo de material en la estación siguiente, pues se requieren de las piezas fabricadas para continuar con el proceso productivo.

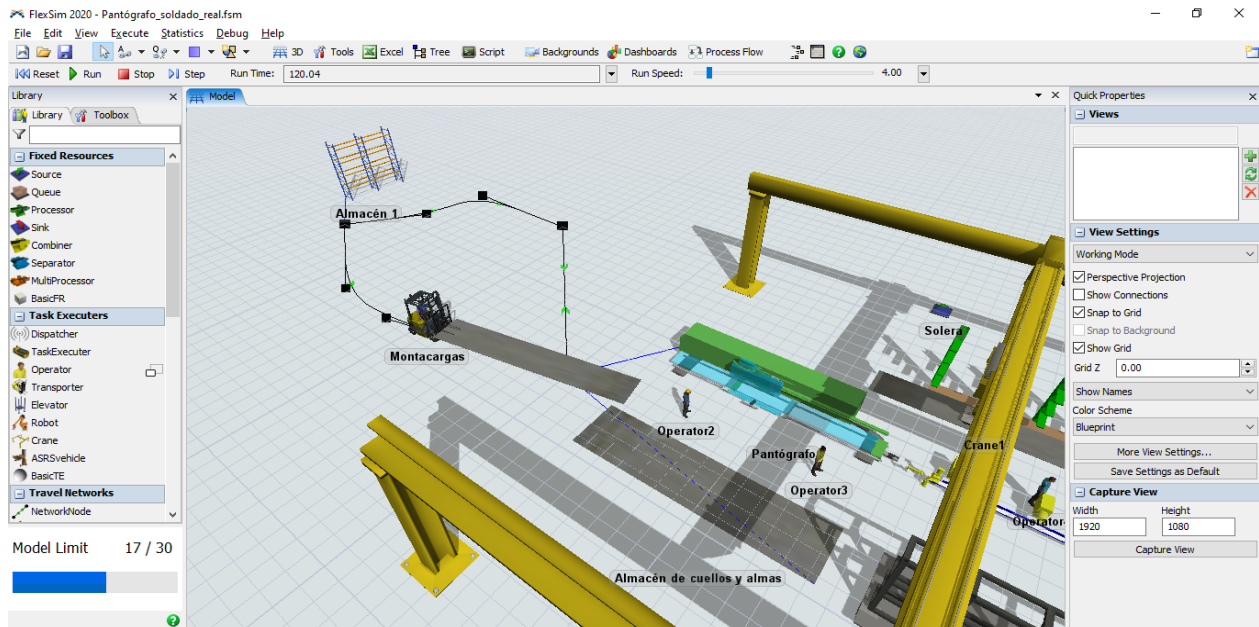


Figura 6.27. Simulación de la estación de pantógrafo. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Posteriormente, la figura 6.28 presenta el proceso de ensamble de las almas, cuellos y soleras, es importante mencionar que, para reducir el tiempo de traslado de las soleras, se colocó un rack a la derecha de la banda de rodillos, con el propósito de acceder al material fácilmente, asimismo, de lado contrario, se propuso instaurar un almacén de vigas pre-armadas, el transporte de estos materiales se realiza a través de una grúa de 6 toneladas.

En lo que respecta a esta parte del proceso, es necesario tener a los operarios trabajando en esta estación, ya que, la serie de actividades realizadas en esta área son totalmente manuales, pues si bien es cierto que se tiene una banda de rodillos en esta etapa, no es una máquina automática, por lo que, se requiere tener a los operadores en todo momento.

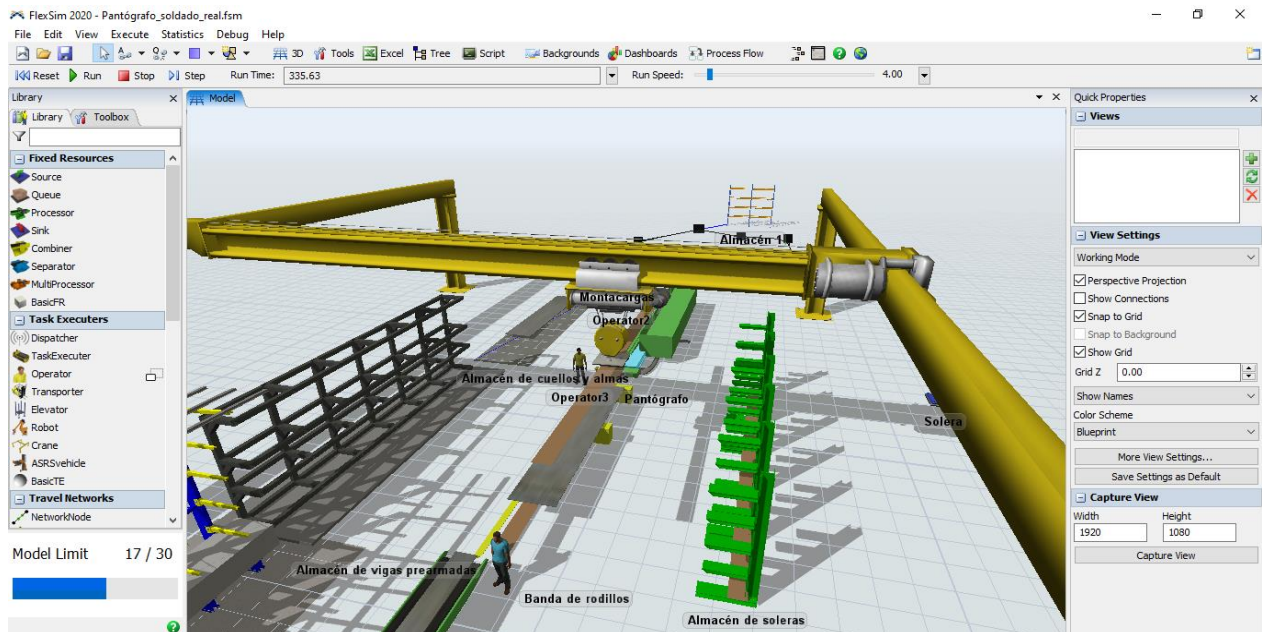


Figura 6.28. Simulación de la primera parte de la estación de subensambles (soldado). Fuente: Elaboración propia, 2020.

En la figura 6.29 se indica el proceso de soldado de las vigas pre-armadas en la estación anterior, en esta parte, también se agregó un almacén específicamente para las vigas soldadas, cabe recalcar que, a lo largo de las dos estaciones se implementaron lugares de almacenamiento con la finalidad de tener un control de los subproductos manufacturados y evitar la producción de piezas no necesarias.

Se pretende que cuando las vigas pre-armadas pasen a la estación de soldado, éste proceso se realice a través de una soldadora automática, por lo que, al igual que en la estación de pantógrafo, al operador se le podrán asignar otras tareas, pues la única función de éste en esta esta fase del proceso, será programar la máquina para que ésta comience con el soldado de las vigas.

Asimismo, se puede observar, que el flujo de esta estación es continuo, además se ve afectado por el flujo del material de la estación anterior, pues esta parte del proceso, está configurada totalmente en serie.

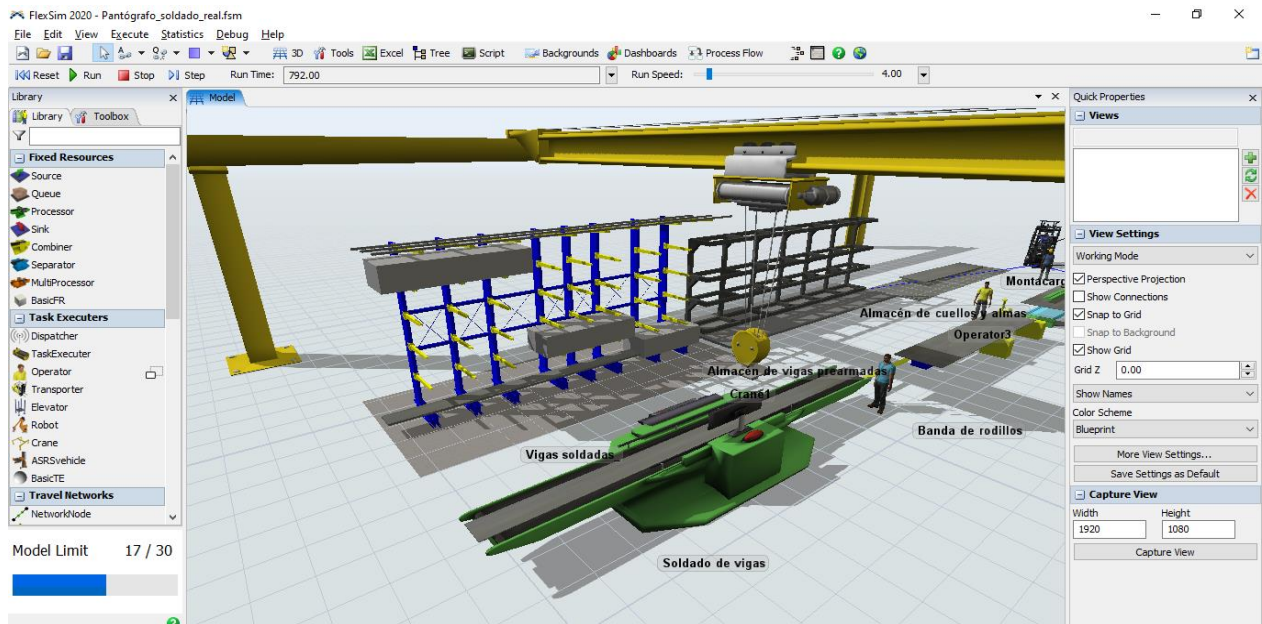


Figura 6.29. Simulación de la segunda parte de la estación de subensambles (soldado). Fuente: Elaboración propia, 2020.

A continuación, la figura 6.30 muestra la vista panorámica del modelado de las estaciones de corte y doblado, como se puede observar, en esta simulación se agregó la estación de pantógrafo, puesto que como ha mencionado anteriormente algunas de las piezas cortadas en dicha máquina, requieren ser dobladas posteriormente.

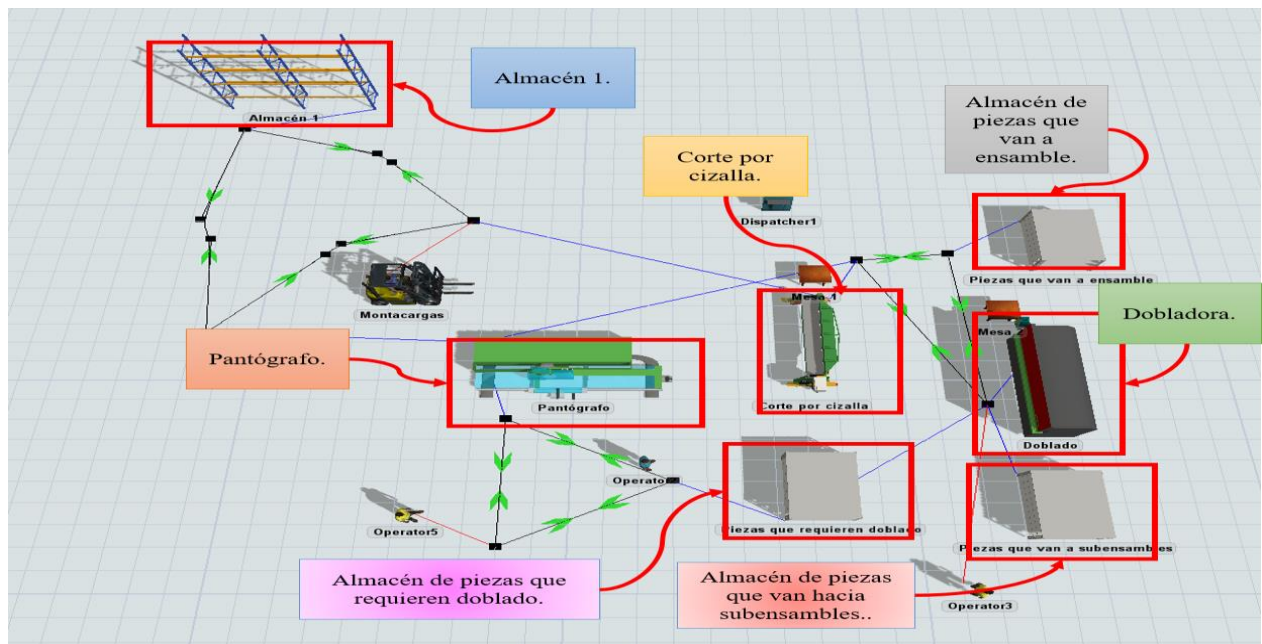


Figura 6.30. Vista panorámica del modelado de las estaciones corte y doblado. Fuente: Elaboración propia, 2020.

El proceso de estas estaciones inicia con el transporte del material a través de un montacargas, desde almacén 1 a pantógrafo o a corte por cizalla, posteriormente, de acuerdo a los requerimientos de cada pieza, si ésta necesita ser doblada, el operador la coloca en el almacén de piezas que requieren doblado, en caso contrario, de acuerdo con en el componente que se esté manufacturando, éste se lleva al estante de partes que tienen como destino la estación de subensambles o ensamble para continuar con su fabricación, tal como se muestra en la figura 6.31.

Es importante mencionar que, dado que el proceso desarrollado en la estación de pantógrafo requiere poca interacción del operador, éste podrá auxiliar en el transporte de las piezas a los diferentes racks. En el caso del corte por cizalla, por la naturaleza del proceso, se requiere que el operador esté en esta estación, caso simular ocurre en doblado pues es una actividad totalmente manual.

Por otro lado, el flujo de material de las estaciones de pantógrafo y soldado se ve afectado por el reabastecimiento de materia prima que realiza el montacargas, ya que, al tener un solo montacargas, éste abastece a las estaciones individualmente, por lo que, la alimentación de material a cada área depende del tiempo de transporte y de la disponibilidad de trabajo de ambas estaciones.

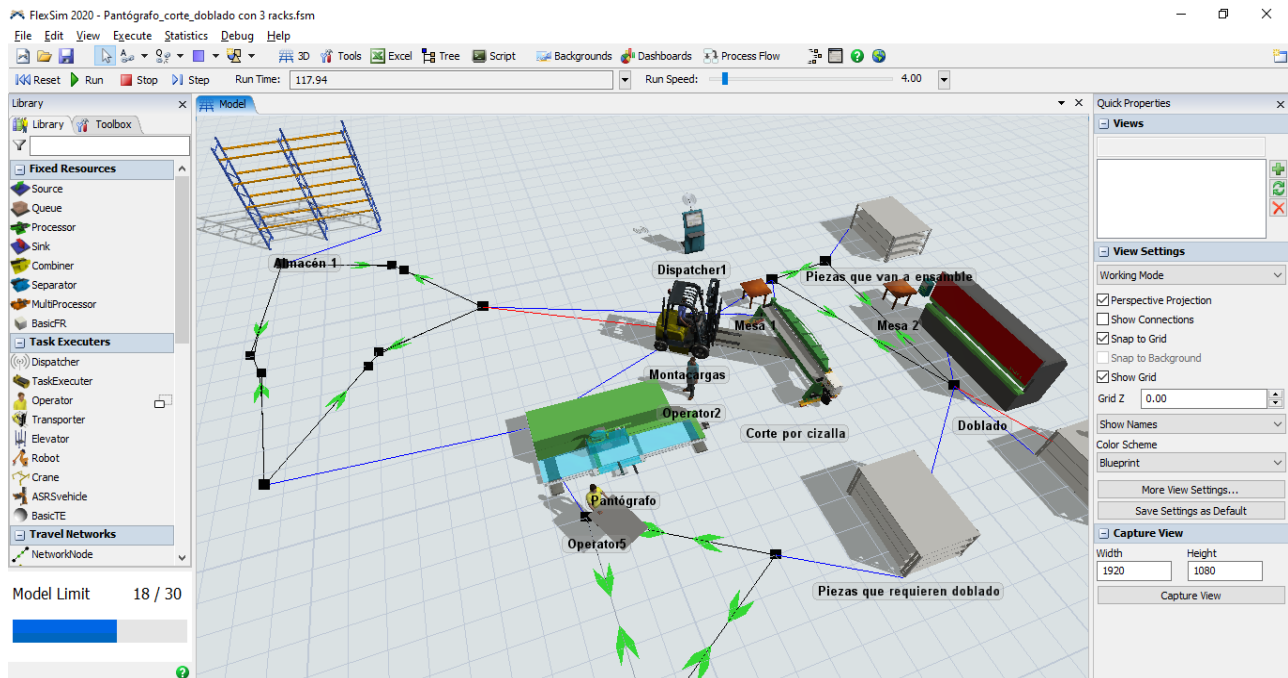


Figura 6.31. Simulación del proceso de corte por pantógrafo o por cizalla. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Subsecuentemente, en la figura 6.32 se puede observar que el operador toma los elementos del rack de piezas que requieren doblado, para llevarlas a la dobladora, una vez que dichas partes son procesadas, éstas se almacenan ya sea en el estante de piezas que van hacia subensambles o ensamble, véase figura 6.33.

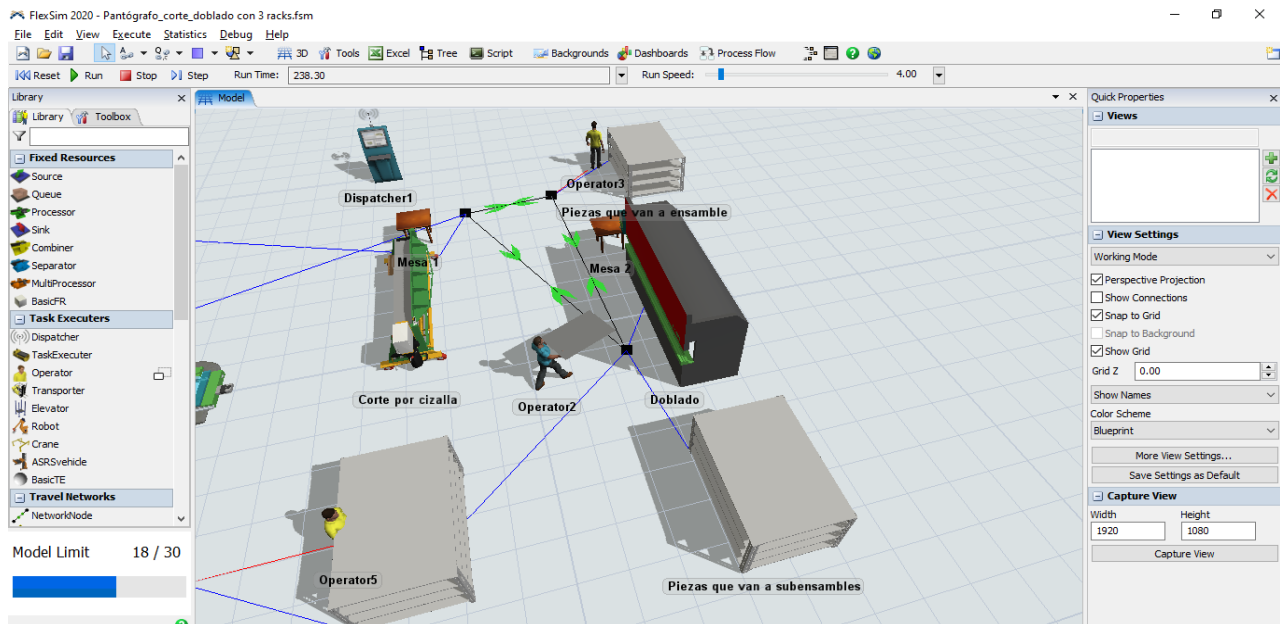


Figura 6.32. Simulación del proceso de doblado. Fuente: elaboración propia, 2020.

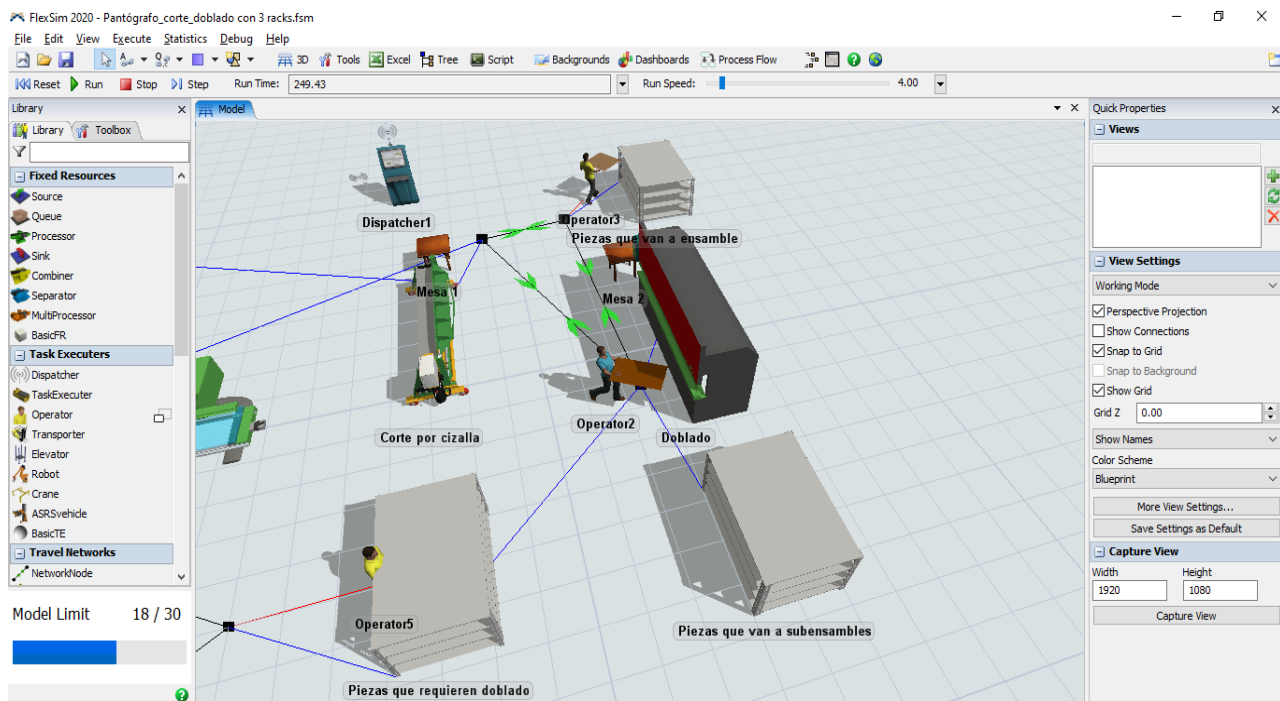


Figura 6.33. Simulación del transporte de piezas dobladas a los diferentes racks. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Cabe recalcar que, el flujo de material de la estación de doblado se ve doblemente afectada, ya que, como se mencionó anteriormente, ésta zona de trabajo realiza un el doblado de piezas tanto para las partes que vienen de pantógrafa como para las que provienen de corte por cizalla, por lo cual,

el flujo de trabajo de esta estación depende directamente de la demanda de piezas a manufacturar, no obstante, también depende del transporte que realizan los operarios de las piezas a los diferentes estantes, una vez que dicha pieza es procesada.

La figura 6.34 muestra la vista panorámica del modelado de la distribución propuesta para ensamble, como se puede observar, se pretende colocar dos estaciones de ensamble, las cuales están desfasadas, esto para permitir el paso de la plataforma ensamblada en la estación 1 hacia el almacén de plataformas ensambladas sin interrumpir el proceso de ensamble que se pueda estar realizando en la estación de ensamble 2, cabe señalar que, al ser una manufactura completamente manual, es necesario que los operarios estén durante todo el proceso de ensamble, por lo tanto, es de suma importancia, no obstaculizar el trabajo que se esté realizando en la otra zona de trabajo.

Asimismo, es fácil notar que, de acuerdo a la propuesta final de distribución, véase figura 6.25, el lugar de la estación de subensamble está detrás de los espacios asignados para ensamble, en esta simulación se muestra dicho comportamiento, de esta manera, se visualiza físicamente, el proceso de abastecimiento de subensambles que se aspira tener, con lo cual, se espera reducir el tiempo de traslado de estos materiales.

De igual manera en la parte inferior de la figura 6.34 se observan los estantes designados para las piezas elaboradas en las estaciones de pantógrafo, corte y doblado, con el propósito de que éstas estén listas en el momento que se requieran, con esto, se pretende disminuir los tiempos de espera que actualmente se producen por no tener manufacturas las piezas a tiempo.

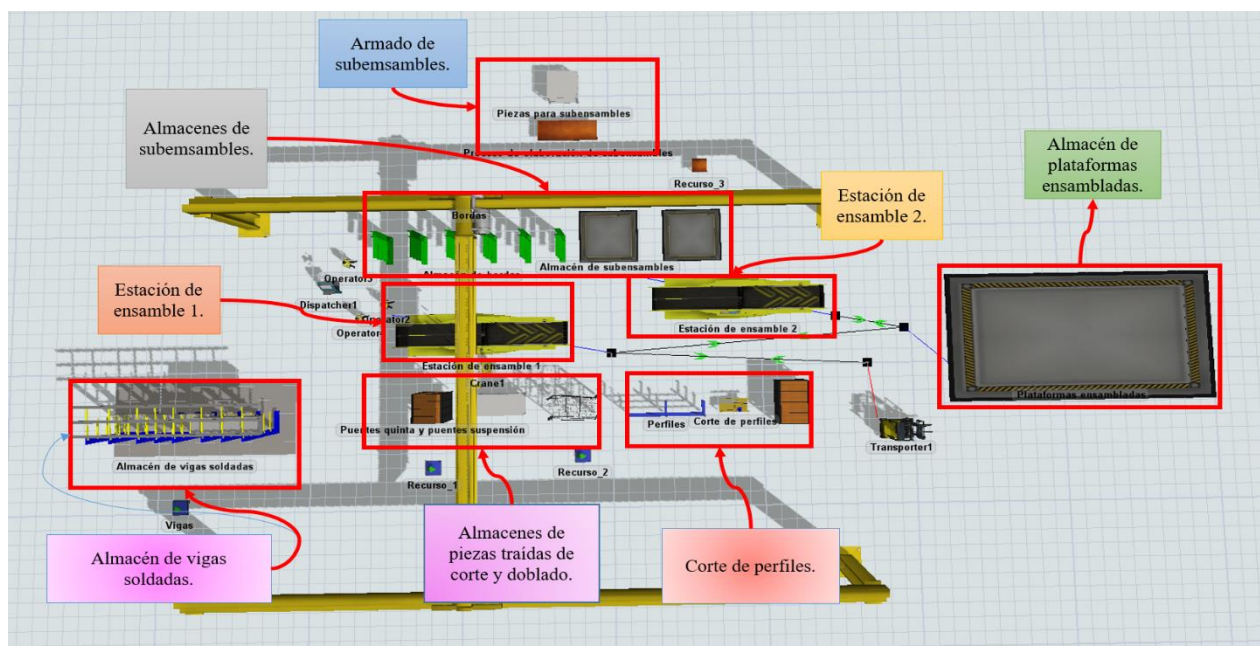


Figura 6.34. Vista panorámica del modelado de las estaciones de ensamble. Fuente: Elaboración propia, 2020.

El proceso de esta simulación comienza con el traslado de las vigas soldadas desde el almacén de las mismas a la estación de ensamble, dicho transporte, se realiza con ayuda de una grúa de 6 toneladas, como se puede observar, el inicio del proceso de ensamble está relacionado directamente con la disponibilidad de vigas soldadas, véase figura 6.35.

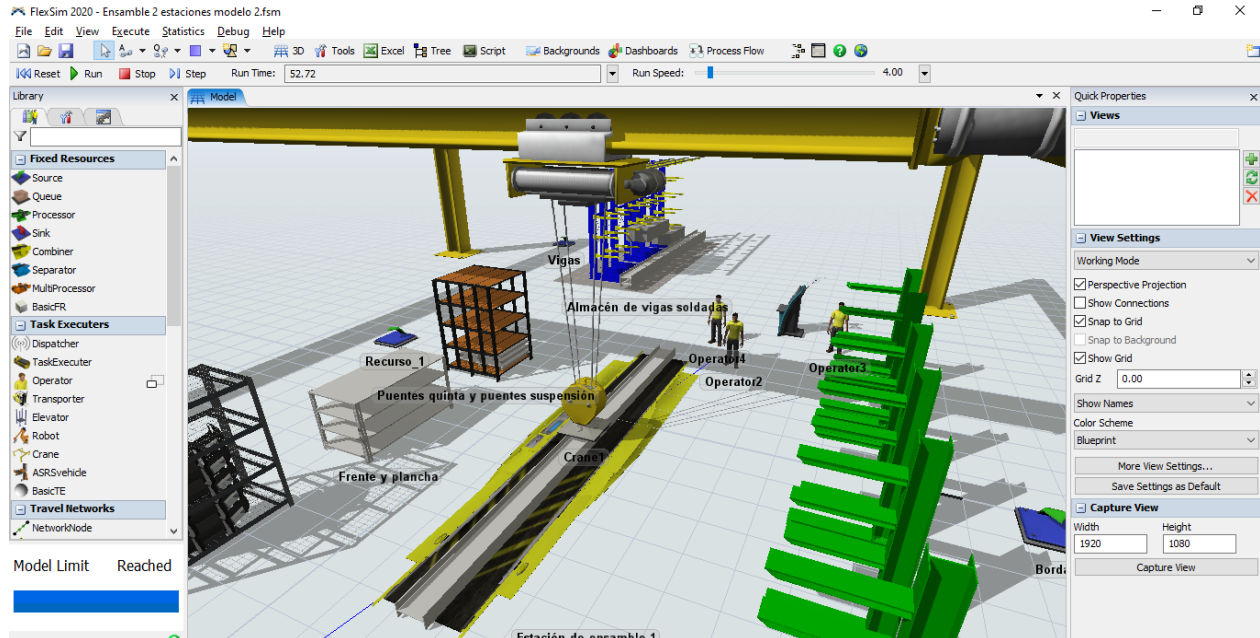


Figura 6.35. Simulación del inicio del proceso de ensamble (transporte de vigas soldadas). Fuente: Elaboración propia, 2020.

Al mismo tiempo, en la simulación se puede observar el inicio del proceso de cortes de perfiles, pues de acuerdo con la manufactura de plataformas, esta actividad se realiza en la estación de ensamble, como se muestra en la figura 6.36, paralelamente, en el área de subensambles, se visualiza el proceso de elaboración de los diferentes subensambles requeridos para la fabricación de una plataforma, véase figura 6.37.

Es importante mencionar que, con base en el proceso actual, el corte de perfiles es realizado por uno de los operarios de la estación de ensamble, por lo tanto, una vez que estos se necesiten, el flujo del proceso de ensamble disminuirá su velocidad de manufactura, puesto que, uno de los operadores estará ocupado realizando dicha actividad.

En lo que respecta a la estación de subensambles, al tener sus propios operadores asignados para la elaboración de los subensambles correspondientes, el flujo de material hacia la estación de ensamble no se verá afectado, pues se espera tener un inventario de subensambles antes de iniciar el ensamble de plataformas.

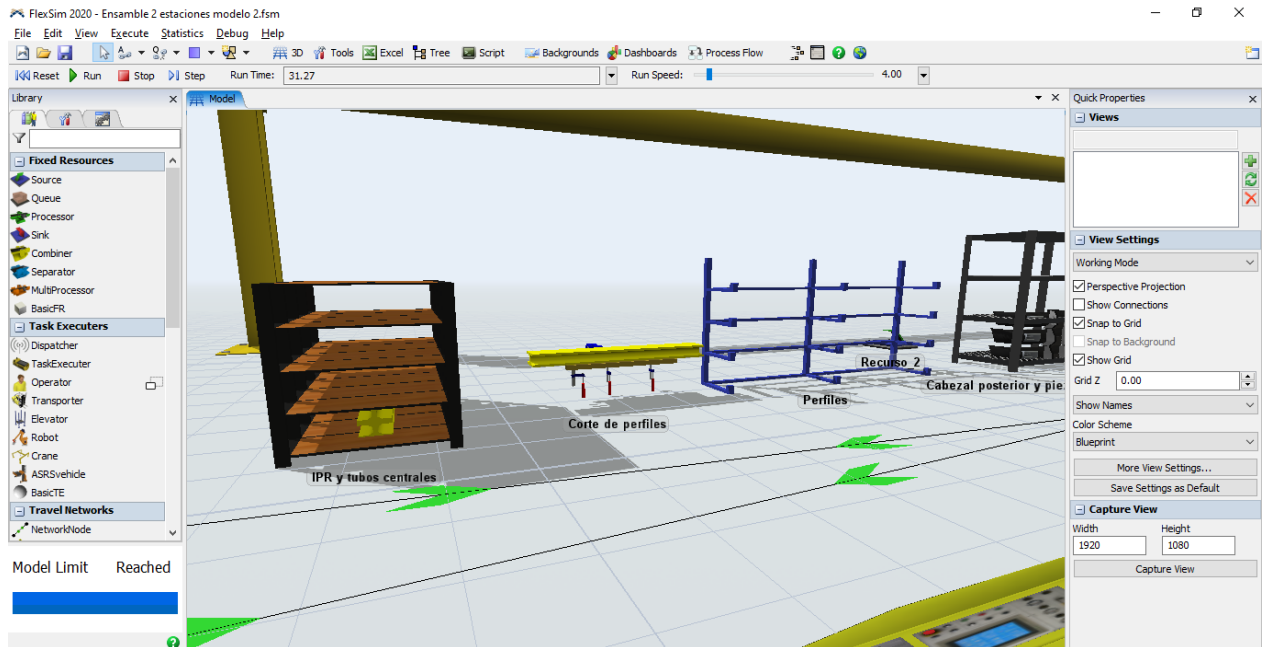


Figura 6.36. Simulación del proceso de corte de perfiles. Fuente: Elaboración propia, 2020.

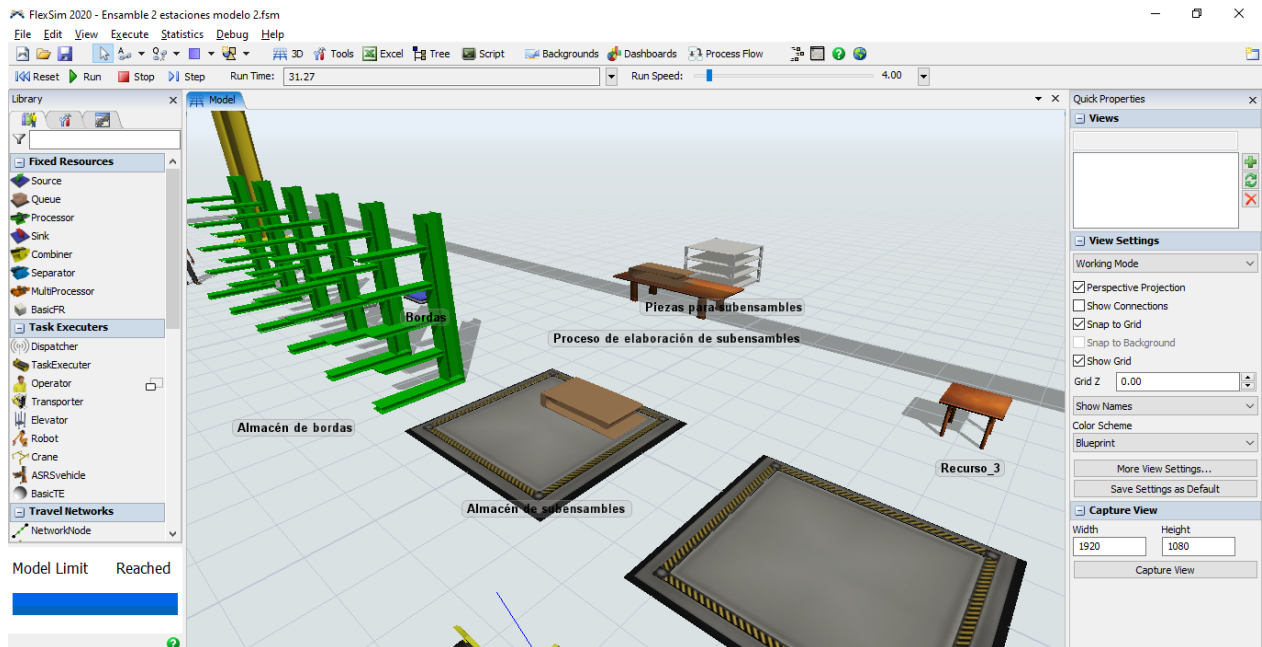


Figura 6.37. Simulación del proceso de elaboración de subensambles. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Posteriormente, tanto los operarios como la grúa comienzan a trasladar los diversos componentes para ensamblar la plataforma de acuerdo a las cantidades requeridas de los diferentes almacenes, véase 6.38, es importante mencionar que, dentro de las características de los racks se configuraron para que éstos acumulen una cantidad específica de subproductos, con el propósito de tratar de implementar un sistema pull, que permita reabastecer el material faltante, para cuando este se retire.

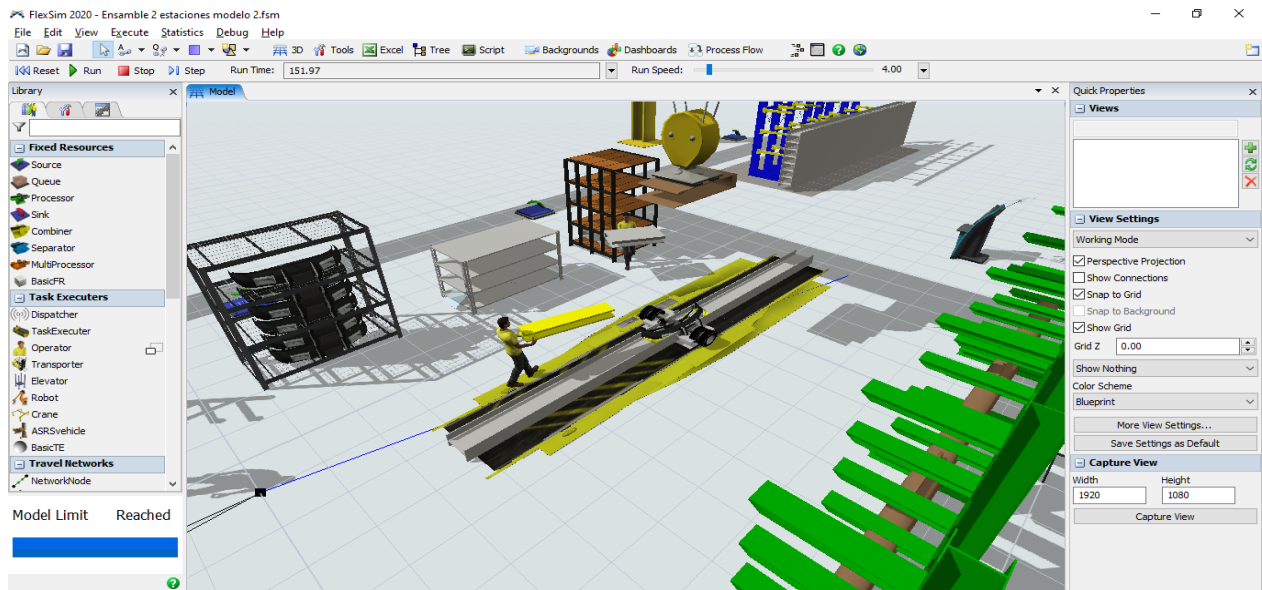


Figura 6.38. Simulación del inicio del transporte de materiales a través de operarios y grúa. Fuente: Elaboración propia, 2020.

La figura 6.39 muestra el proceso de ensamble cuando ambas estaciones están manufacturando una plataforma, finalmente, la figura 6.40 presenta la simulación del transporte de la plataforma ensamblada a través de un montacargas hacia el espacio dispuesto para el almacén de las mismas.

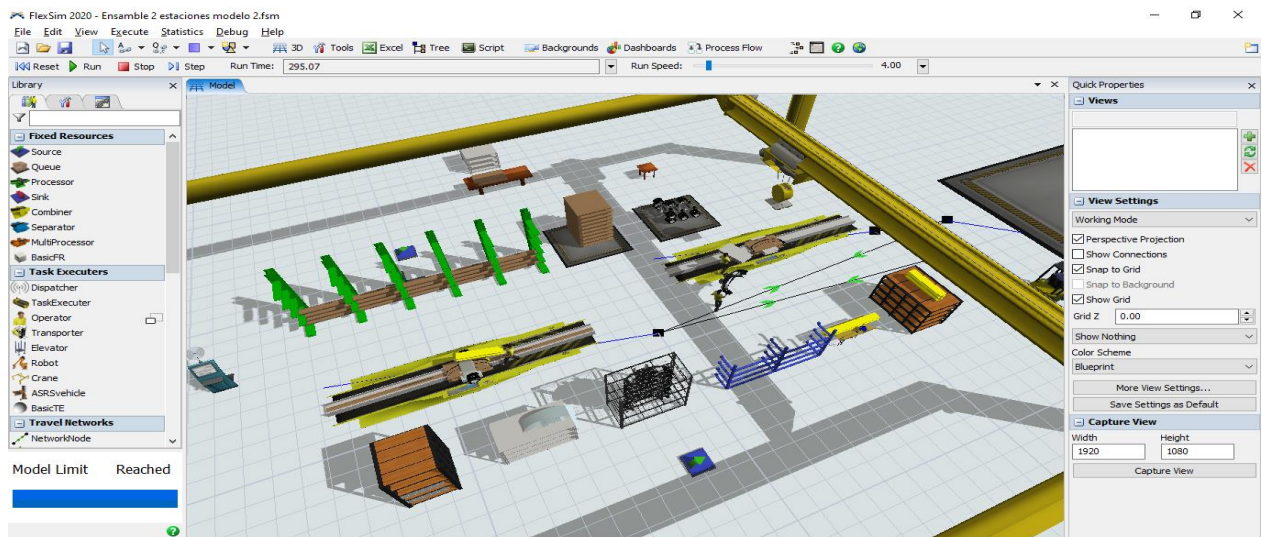


Figura 6.39. Simulación del ensamble de plataformas en cada estación. Fuente: Elaboración propia, 2020.

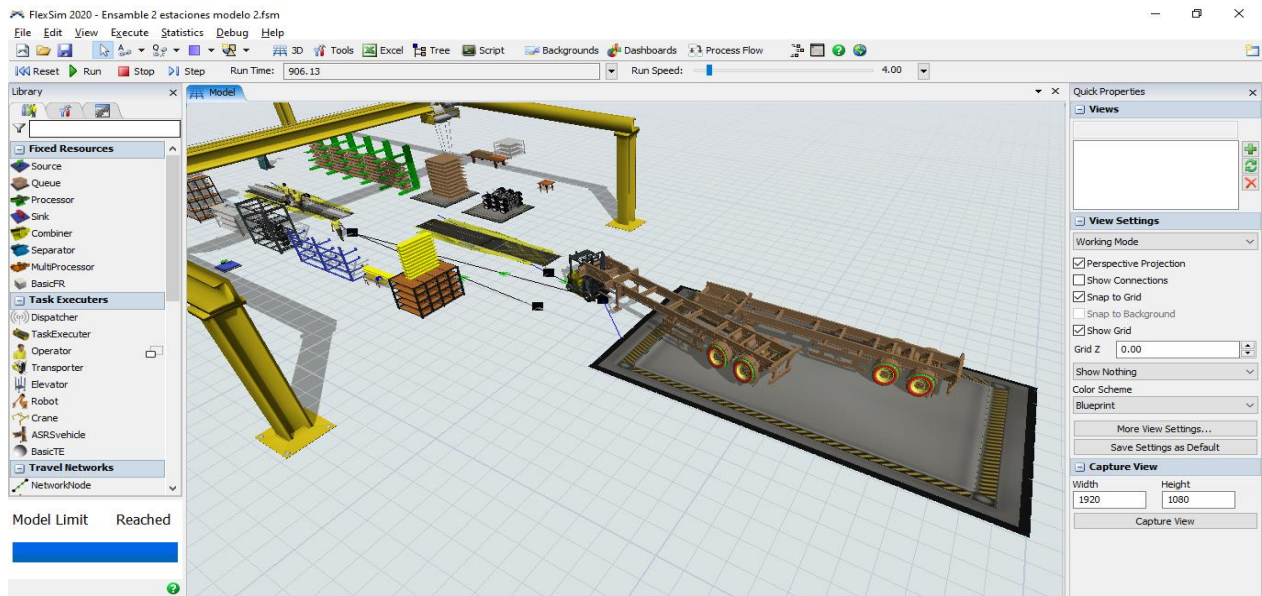


Figura 6.40. Simulación del transporte de las plataformas ensambladas a almacén. Fuente: Elaboración propia, 2020.

En la figura 6.41 se presenta la vista panorámica del modelado de la estación de madera y ensamble de piso de lámina antiderrapante, en ella se puede observar que, existe un espacio para la preparación de madera, en donde se cortan los tablones suficientes para el piso de este material, de igual manera, se asignó un lugar para la preparación de pintura, la cual, de acuerdo al proceso se coloca en las partes que quedan cubiertas por la madera, asimismo, se proporcionó una zona para la preparación de las láminas antiderrapantes, con estos elementos se pretende que reducir los tiempos de espera para la utilización de éstos componentes.

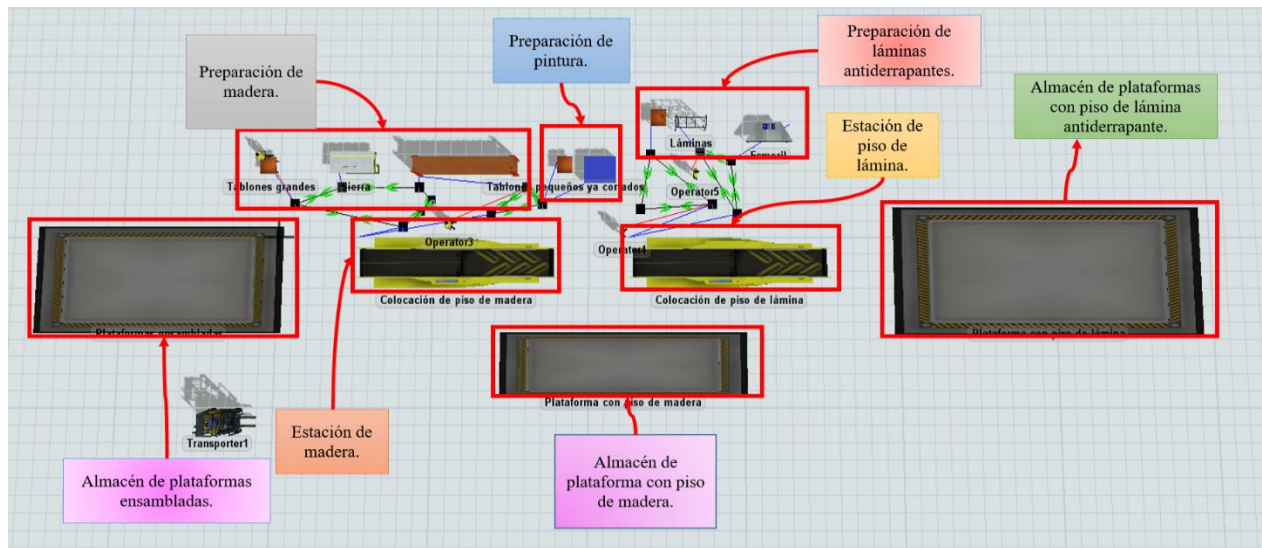


Figura 6.41. Vista panorámica del modelado de la estación de madera y ensamble de piso de lámina antiderrapante. Fuente: Elaboración propia, 2020.

El proceso de esta estación comienza con el transporte de la plataforma ensamblada a través de un montacargas del almacén de las mismas hacia madera, tal como se muestra en la figura 6.42, posteriormente, uno de los operarios realiza el corte de tablonces de madera grandes con ayuda de una sierra, los cuales se utilizan para la tapa más grande, mientras tanto, el segundo operario reabastece el estante con tablonces pequeños, este mismo operador coloca la pintura en la plataforma, véase figura 6.43.

Tal como se puede notar, el proceso de corte de los tablonces grandes es semiautomático, pues si bien se tiene una sierra que facilita esta acción, es esencial que el operador este durante todo el transcurso de esta acción, por otro lado, la preparación de pintura utilizada en esta fase de la manufactura de plataformas, es una actividad totalmente manual, por lo que el operario debe estar de principio a fin durante el desarrollo de ésta preparación.

Asimismo, se puede observar que, el flujo de material de esta estación depende tanto del tiempo de transporte de la plataforma ensamblada hacia madera, como del abastecimiento de los tablonces grandes y chicos, así como, del suministro de pintura.

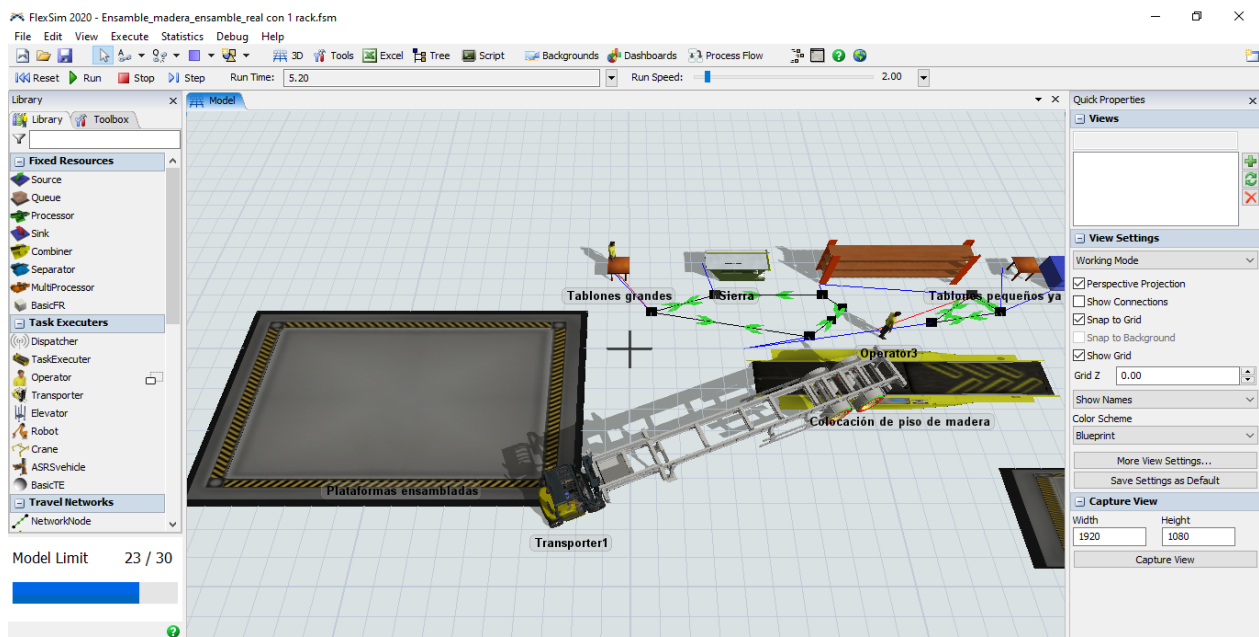


Figura 6.42. Simulación del transporte de la plataforma ensamblada. Fuente: Elaboración propia, 2020.

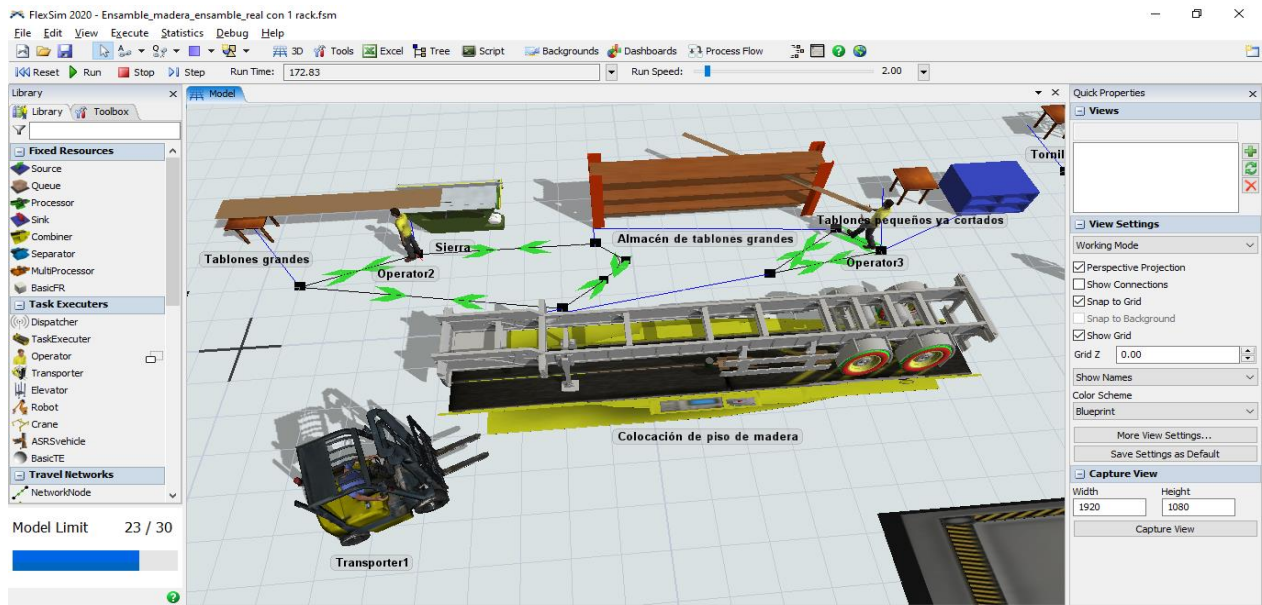


Figura 6.43. Simulación de la estación de madera. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Una vez colocado el piso de madera, la plataforma se lleva al espacio destinado para las plataformas con piso de este material, después pasan a la estación de ensamble de piso antiderrapante, donde uno de los operarios prepara las láminas antes de ser colocadas, por otro lado, el segundo operario coloca los tornillos para sujetarlas, dicho comportamiento se observa en la figura 6.44, finalmente, las plataformas con el piso de lámina antiderrapante se trasladan con un montacargas al espacio habilitado para la mismas, véase figura 6.45.

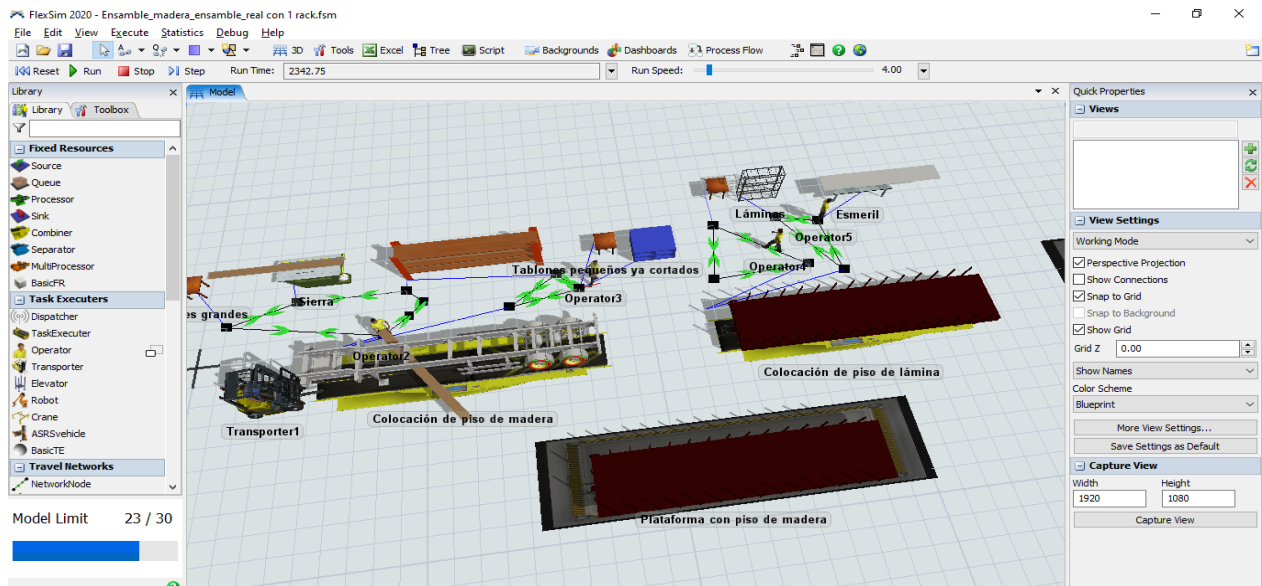


Figura 6.44. Simulación de la estación de ensamble de piso de lámina antiderrapante. Fuente: Elaboración propia, 2020.

En lo que respecta a esta fase del proceso, ver figura 6.44, al igual que en la estación anterior, se repite el mismo patrón de interacción hombre-máquina, en este caso, uno de los operarios tiene que preparar las láminas antiderrapantes antes de que estas sean colocadas, por lo tanto, es un proceso manual, por otro lado, el flujo de material hacia esta zona de trabajo depende de la velocidad de trabajo de la colocación de madera y del abastecimiento de los materiales necesarios para la colocación del piso de lámina por parte de los operadores.

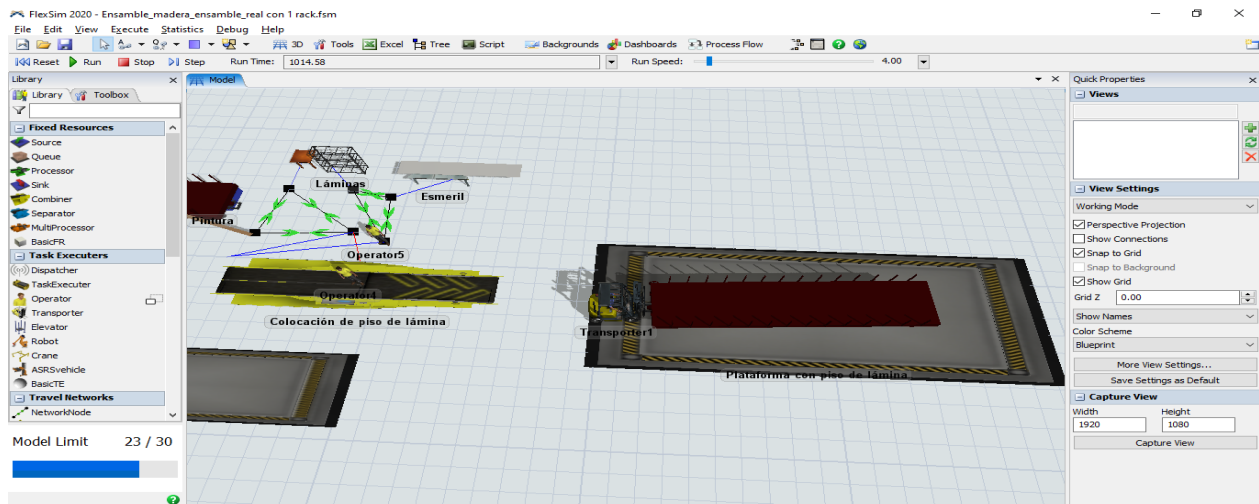


Figura 6.45. Simulación del transporte de las plataformas con piso de lámina antiderrapante. Fuente: Elaboración propia, 2020.

La figura 6.46 muestra la vista panorámica del modelado de la estación de pintura, en ella se puede observar que, de acuerdo a las necesidades del proceso, se pretende habilitar un espacio para el proceso de lavado y un almacén de las plataformas lavadas, de igual manera se desea instaurar una cabina de pintura para ejecutar dicha actividad, asimismo, se propone instaurar un lugar para la preparación previa de pintura. Es importante mencionar que para facilitar esta simulación se colocó al final un almacén de plataformas pintadas, no obstante, este espacio no está considerado en la nueva distribución de planta, sin embargo, esta simulación se presenta dicho recurso con el propósito de que el proceso siga constantemente a lo largo del tiempo.

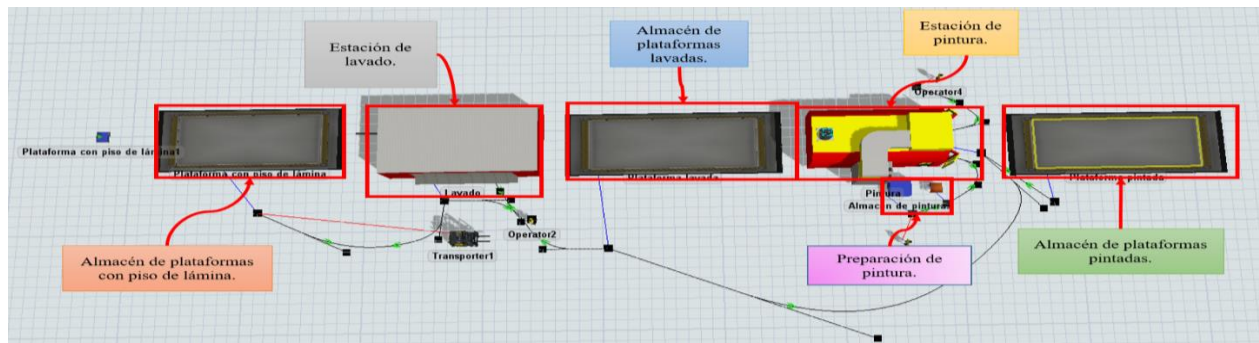


Figura 6.46. Vista panorámica del modelado de la estación de lavado y pintura. Fuente: Elaboración propia, 2020.

El proceso de esta estación empieza con el traslado de la plataforma hacia la estación de lavado, véase figura 6.47, posteriormente, el producto se dirige al almacén de plataformas lavadas, en este caso, se habilitó este espacio con el propósito de que en el momento que exista una plataforma en la estación de pintado, se tenga un lugar donde las plataformas puedan esperar sin generar un desorden en la línea de producción, tal situación se presenta en la figura 6.48.

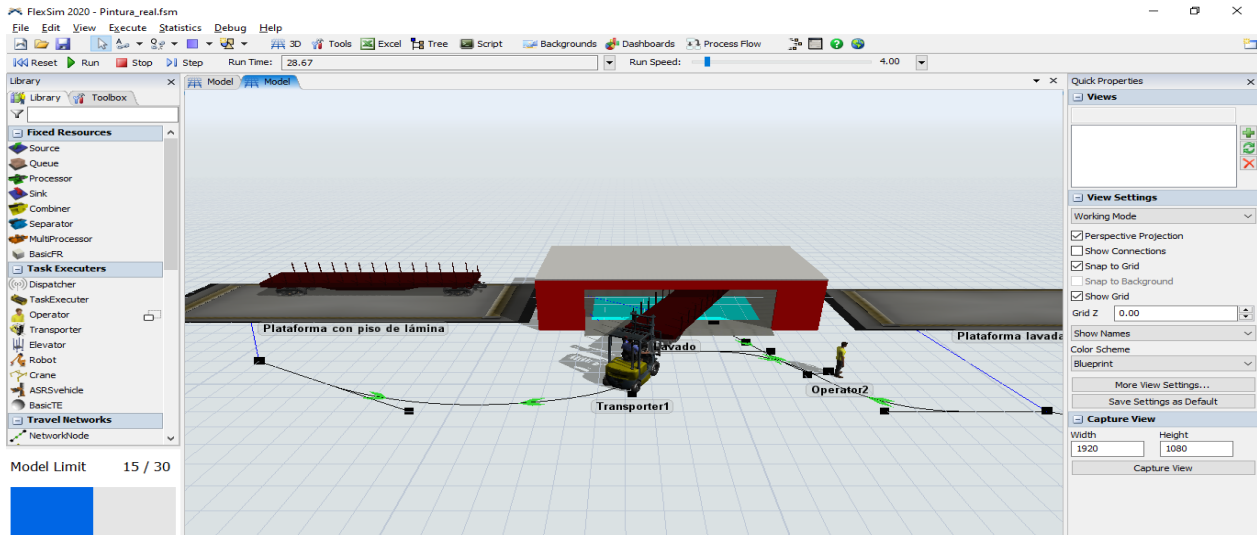


Figura 6.47. Simulación del transporte de la plataforma con piso de lámina a la estación de lavado.
Fuente: Elaboración propia, 2020.

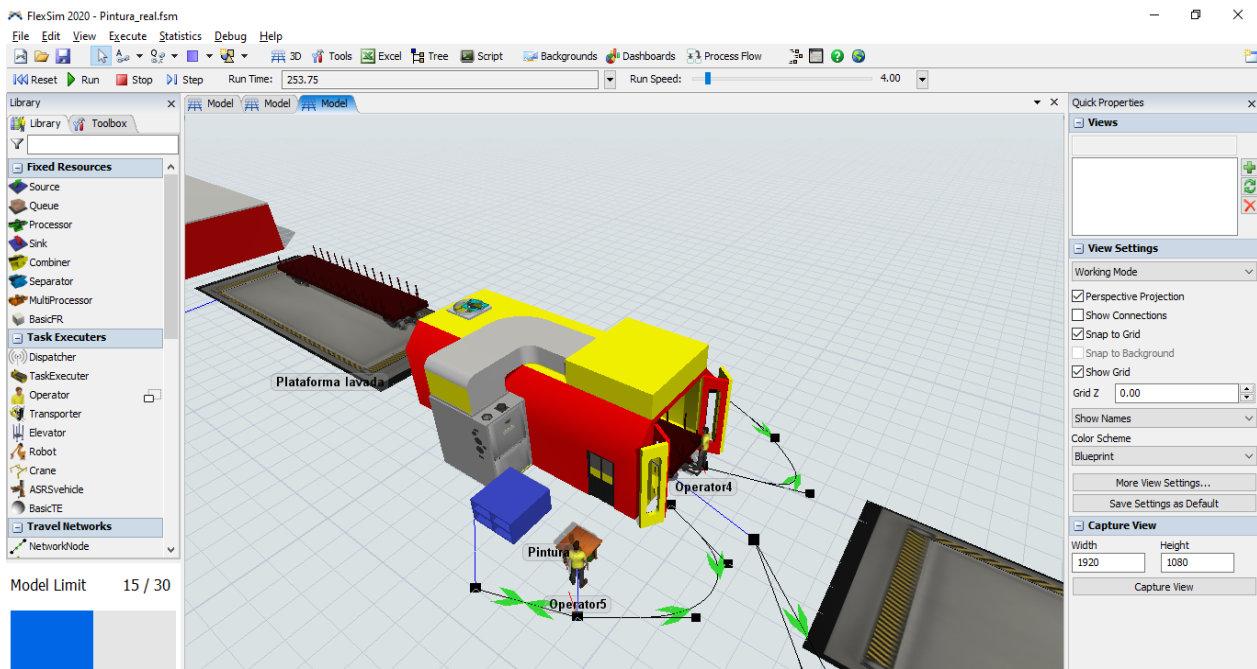


Figura 6.48. Simulación de la estación de pintura, teniendo una plataforma en espera en el almacén de plataformas lavadas. Fuente: Elaboración propia, 2020.

El proceso inicia con el traslado de la plataforma pintada a la estación de luces y frenos con ayuda de un montacargas, véase figura 6.50, al mismo tiempo se comienzan a manufacturar los tanques, las válvulas y las llantas necesarias para cada plataforma, tal como se muestra en la figura 6.51.

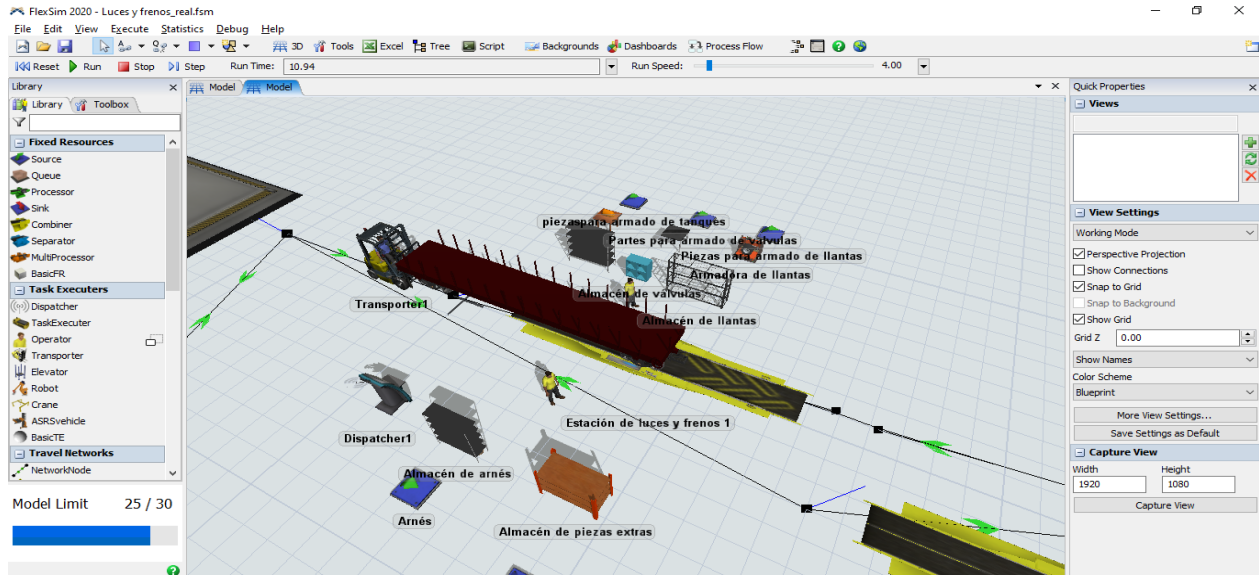


Figura 6.50. Simulación del transporte de la plataforma pintada a la estación de luces y frenos. Fuente: Elaboración propia, 2020.

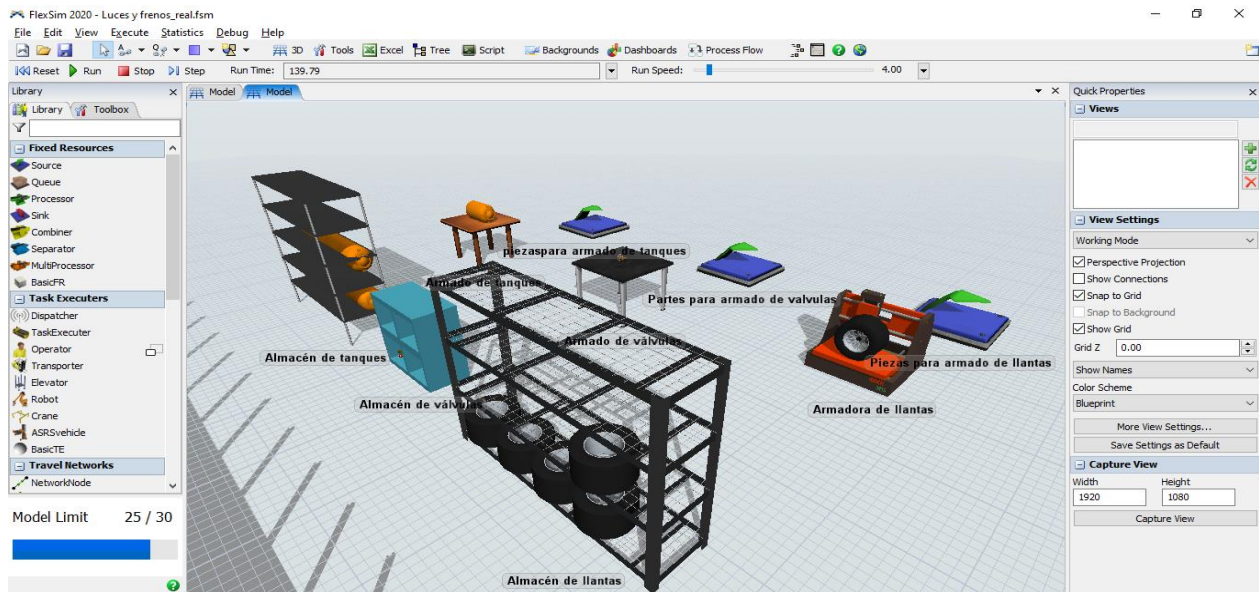


Figura 6.51. Simulación del proceso de armado y almacenamiento de tanques, válvulas y llantas. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Tal como se puede apreciar en la imagen anterior, cada uno de los procesos de armado es manual, por lo cual, se destinará a uno o dos operarios para la fabricación de estos componentes, por tanto,

el abastecimiento de estos materiales hacia la estación de luces y frenos dependerá de la velocidad de producción de éstos, así como del suministro de los demás materiales a la plataforma, los cuales, dependen del tiempo de transporte de los operarios y de la alimentación de los componentes a los diferentes estantes.

Posteriormente, la figura 6.52 muestra el ensamble de cada una de los componentes colocados en la estación de luces y frenos, como se puede observar los operarios se distribuyen la colocación de cada elemento.

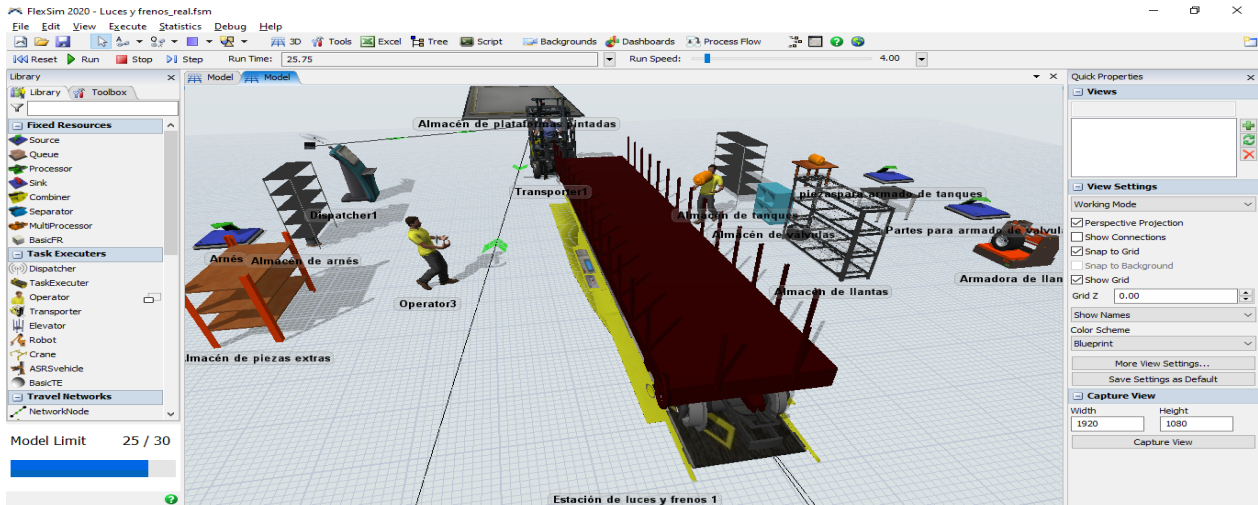


Figura 6.52. Simulación del proceso realizado en la estación de luces y frenos. Fuente: Elaboración propia, 2020.

En la figura 5.53, se expone el momento en donde se ocupan ambas estaciones, es fácil observar que, mientras se procesa la plataforma en la estación 1, los operarios están abasteciendo el material para la estación 2.

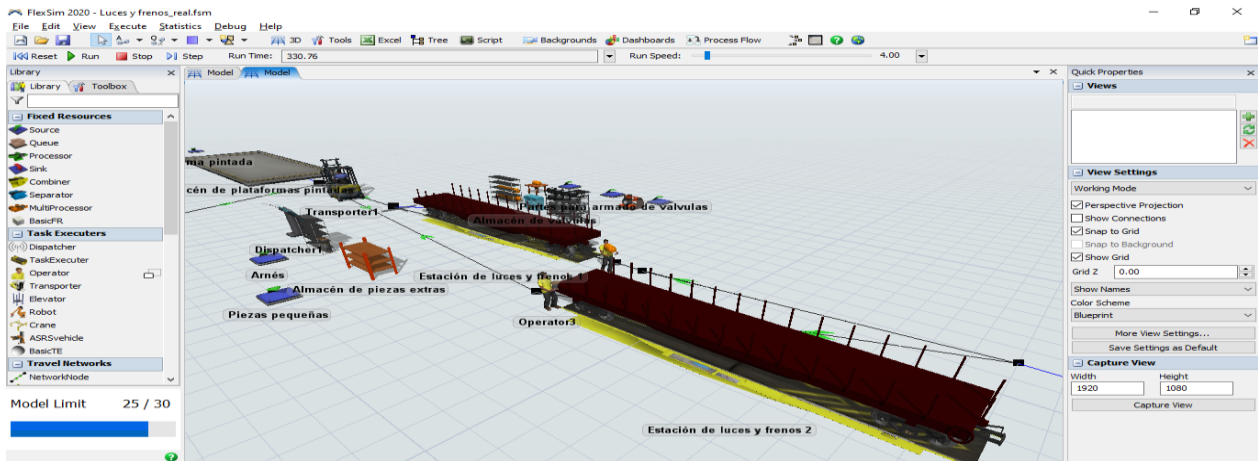


Figura 6.53. Simulación de la colocación de luces y frenos en ambas estaciones. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Posteriormente, la figura 6.54 muestra el traslado de la plataforma al almacén de plataformas terminadas, es fácil notar que, al tener las estaciones desfasadas el proceso realizado en la segunda estación no se interrumpe al mover la plataforma que sale de la estación 1.

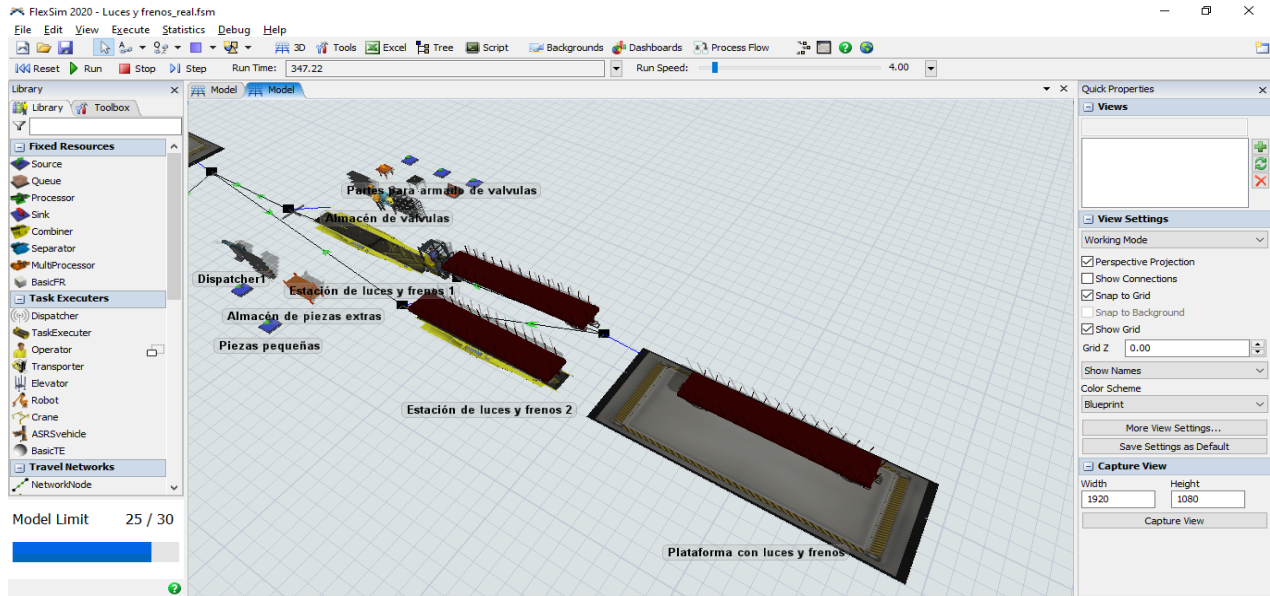


Figura 6.54. Simulación del transporte de las plataformas terminadas. Fuente: Elaboración propia, 2020.

En última instancia, es importante recordar que, el propósito de realizar cada una de las simulaciones anteriormente presentadas, es contar con una idea visual que represente gráficamente la propuesta de la distribución física de la línea de producción a implementarse, con lo cual se busca tener una referencia física del cambio en el modelo de producción, además de realizar una revisión visual de los posibles inconvenientes que puedan surgir, con la finalidad de efectuar diferentes configuraciones de modelado, realizando diversas pruebas de simulación, que permitan aprovechar al máximo la infraestructura actual de la empresa.

Capítulo 7. Análisis costo beneficio.

Con el propósito de conocer la rentabilidad de cada una de las propuestas anteriormente desarrolladas, a continuación, se presenta el análisis costo-beneficio de las mismas. Es importante mencionar que, para esta evaluación se consideraron los costos y beneficios en un periodo mensual, asimismo, se tomaron algunos datos otorgados por la empresa específicamente del departamento de contabilidad.

7.1 Mapeo del proceso del área de producción.

En lo que respecta a la propuesta sobre la documentación del mapeo del proceso del área de producción, se puede observar que, al implementar dicha idea, se tiene una mejora en la reducción de tiempos de fabricación, puesto que al definir la secuencia de operaciones en cada una de las áreas, se eliminan aquellas demoras que impiden que el proceso de manufactura de plataformas comience, por ende, aumentaría la eficiencia en la manufactura de este producto, es decir, se espera que se puedan construir más unidades al mes, las tablas 7.1 y 7.2 se desglosan el cálculo de cada componente correspondiente a los costos y beneficios, respectivamente.

Es importante mencionar que, en lo que respecta a la mano de obra perteneciente a los costos, ésta fue calculada con el supuesto de que para realizar dicho trabajo (mapeo del proceso) se necesita un ingeniero industrial que tenga el conocimiento en la metodología a aplicar, asimismo, se requiere una capacitación de 10 horas al mes, en donde, se instruya a los operarios, especialmente a los equipos de ensamble, de tal manera que se logre la completa homologación de la secuencia de operaciones documentadas en el mapeo del proceso, finalmente se incurre en un costo de papelería pues se pretende que se impriman los mapas, con el propósito de poder revisarlos de manera sencilla, véase tabla 7.1.

Tabla 7.1. Cálculo de costos correspondientes al mapeo del proceso. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Costos				
Elementos	Horas trabajadas	Costo por hora	Número de trabajadores	Total
Mano de obra	40	\$ 350.00	1	\$ 14,000.00
Capacitación	10	\$ 28.75	12	\$ 3,450.00
Papelería	-	-	-	\$ 200.00
Total				\$ 17,650.00

En lo que concierne a los beneficios es crucial recalcar que. el aumento en la elaboración de unidades de plataformas, se calculó con una estimación del total de unidades esperadas a manufacturar en un mes, una vez que se llegue a una estandarización de la secuencia de operaciones mapeada, dicha cantidad se multiplicó con la utilidad generada por producto, no obstante, es importante recordar que dado que existen dos tipos de plataformas, de cada una de ellas tiene una utilidad diferente, siendo de \$49500 por la plataforma de 3 ejes y de \$44700 por la de 2 ejes, por

lo cual, se calculó el promedio de estas ganancias resultando de \$47100, con la finalidad de poder englobar ambas cantidades, dicho análisis se presenta en la tabla 7.2.

Tabla 7.2. Cálculo de beneficios correspondientes al mapeo del proceso. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Beneficios				
Elemento	Horas ahorradas	Costo por hora	Número de trabajadores	Total
Reducción en el tiempo de fabricación	50	\$ 28.75	12	\$ 17,250.00
Aumento en la elaboración de unidades de plataformas	Cantidad de plataformas manufacturadas	Utilidad por plataforma	-	Total
	8	\$ 47,100.00	-	\$ 376,800.00
			Total	\$ 394,050.00

Finalmente, se enlista las cantidades estimadas de costos y beneficios de este planteamiento, véase tabla 7.3.

Tabla 7.3. Análisis costo beneficio del mapeo del proceso del área de producción. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Costos		Beneficios	
	Costo por mes		Beneficio por mes
Mano de obra.	\$ 14,000.00	Reducción del tiempo de fabricación.	\$ 17,250.00
Material de papelería.	\$ 200.00	Aumento de elaboración unidades de plataformas.	\$ 376,800.00
Capacitación.	\$ 3,450.00		
Total	\$ 17,650.00	Total	\$ 394,050.00

Al aplicar la ecuación 10, perteneciente del análisis costo beneficio se deriva lo siguiente:

$$\frac{B}{C} = \frac{\$394,050.00}{\$17,650.00} = 22.33$$

Ecuación 10.

El resultado obtenido anteriormente, indica que, la propuesta es rentable pues la razón $B/C > 1$, siendo esta de 22.44, lo que implica que por cada peso invertido se adquieren \$22.33 de ganancia.

7.2 Indicadores claves del proceso.

El desarrollar los indicadores clave del proceso, conlleva diversos beneficios, tales como, la reducción en el tiempo de fabricación por unidad, ya que, al tener un control en el proceso, se puede monitorear cada uno de ellos con una mayor facilidad, lo que impacta proporcionalmente en el número de unidades manufacturadas al mes, asimismo, dado que la mayoría de los KPI's se encuentran en los traslados de material, se estima que el tiempo monitoreado de los mismos se reduzca al tener un control de éstos transportes.

Se proyecta que, al tener un proceso documentado y controlado, el porcentaje de calidad aumentaría, por tanto, se ahorraría un tiempo considerable derivado de los re-trabajos realizados con el proceso de producción empírico como se tiene actualmente, las tablas 7.4 y 7.5 presentan los componentes utilizados para cálculo de los costos y beneficios.

Al igual que en la propuesta anterior, el costo de mando de obra que se incurre es fue calculada con el supuesto de que para realizar dicho trabajo, indicadores claves del proceso, se requiere de un ingeniero industrial que tenga el conocimiento en la metodología a aplicar, no obstante, en este caso, se requiere una capacitación de 20 horas al mes, en donde, se instruya tanto a los operarios como al montacarguista, para el registro del tiempo de los transportes esenciales del proceso, de tal forma, que se tenga un control de dichos KPI's, por último, se incurre en un costo de papelería pues se pretende que se impriman las fichas de tales indicadores, con el propósito de poder revisarlos y llenarlos de una manera práctica, véase tabla 7.4.

Tabla 7.4. Cálculo de costos del desarrollo de indicadores claves del proceso. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Costos				
Elementos	Horas trabajadas	Costo por hora	Número de trabajadores	Total
Mano de obra	40	\$ 350.00	1	\$ 14,000.00
Capacitación	20	\$ 28.75	13	\$ 7,475.00
Papelería	-	-	-	\$ 200.00
			Total	\$ 21,675.00

Por otro lado, en lo que respecta a los beneficios, es importante mencionar que, en lo que concierne al aumento de calidad, dicho elemento, se calculó a través de la estimación del tiempo que se ahorraría al reducir los reprocesos causados por algún defecto, finalmente, de la misma manera que en el planteamiento anterior, el aumento de unidades al mes, se obtuvo con el promedio de las utilidades por plataforma y el número de unidades totales al mes que se estima fabricar, sin embargo, se debe tomar en cuenta que, al inicio del establecimiento de los indicadores se generará un aumento de la producción, no obstante, una vez estabilizado el tiempo del proceso, se tendrá una tasa de producción fija, este análisis se muestra en la tabla 7.5.

Tabla 7.5. Cálculo de beneficios del desarrollo de indicadores claves del proceso. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Beneficios				
Elemento	Horas ahorradas	Costo por hora	Número de trabajadores	Total
Reducción del tiempo de fabricación	50	\$ 28.75	12	\$ 17,250.00
Tiempo de recorrido que se ahorraría	20	\$ 28.75	-	\$ 575.00
Aumento de calidad	40	\$ 28.75	-	\$ 1,150.00
Aumento en la elaboración de unidades de plataformas	Cantidad de plataformas manufacturadas	Utilidad por plataforma	-	Total
	8	\$47,100.00	-	376800
			Total	\$395,775.00

En seguida, en la tabla 7.6 se expone la relación de costos y beneficios emanados de esta propuesta.

Tabla 7.6. Análisis costo beneficio del desarrollo de indicadores clave del proceso. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Costos		Beneficios	
	Costo por mes		Beneficio por mes
Mano de obra.	\$ 14,000.00	Reducción del tiempo de fabricación.	\$ 17,250.00
Material de papelería.	\$ 200.00	Aumento de elaboración unidades de plataformas.	\$ 376,800.00
Capacitación.	\$ 7,475.00	Reducción del tiempo de recorrido.	\$ 575.00
		Aumento en la calidad.	\$ 1,150.00
Total	\$ 21,675.00	Total	\$ 395,775.00

Posteriormente, se emplea la ecuación 11, de la cual se obtiene lo siguiente:

$$\frac{B}{C} = \frac{\$395,775.00}{\$21,675.00} = 18.26$$

Ecuación 11.

Como se puede observar la razón $B/C > 1$, lo que implica que esta propuesta es rentable, ya que, por cada peso invertido para el desarrollo de los indicadores clave del proceso, se estima una ganancia de \$18.26.

7.3 Propuesta de distribución de la línea de producción.

Finalmente, para la implementación de la propuesta de redistribución de la línea de producción de plataformas, es necesario costear diversos activos, uno de los ellos, es la habilitación del nuevo espacio, es decir, la construcción de la nueva nave industrial, además, se deben adquirir las máquinas y el material necesario para poder utilizar dicho espacio, dentro de estos se pretenden comprar una cabina de pintura, una soldadora automática, una grúa de 6 toneladas y los diferentes almacenes o racks en los cuales se almacenarán las piezas que constituyen la plataforma, es importante recalcar que, para cada uno de los materiales anteriormente mencionados, se consideró un ciclo de vida de 12 años, la tabla 7.7 muestra los costos actuales de tales elementos a adquirir.

Tabla 7.7. Costos del material a adquirir. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

Construcción de la nave industrial	Metros cuadrados	Costo por metros cuadrados	Total
	2452	\$ 6,762.30	\$ 16,581,147.54
Adquisición de máquinas y material	Costo		
Cabina de pintura.	\$		1,200,000.00
Soldadora.	\$		700,000.00
Grúa de 6 toneladas.	\$		1,500,000.00
Almacenes o racks.	\$		1,000,000.00

Es importante mencionar que, se realizó un análisis costo-beneficio mensual, por lo tanto, fue necesario calcular las mensualidades a pagar de cada activo fijo a adquirir, para dicho cálculo se tomó un interés del 13% anual.

La ecuación 12, fue utilizada para el cálculo de la mensualidad a pagar, cabe recalcar que, en este caso el periodo de tiempo para pagar es de 144 meses, pues se estima una vida útil de 12 años, asimismo, dado que la tasa de interés anual es del 13%, para el cálculo de las mensualidades se tomó la tasa correspondiente mensual, la cual es de, 13%/12.

$$(A/P, i, n) = \frac{(1 + i)^n - 1}{(1 + i)^n(i)}$$

Ecuación 12

Donde:

A = Cantidad en un periodo de tiempo (mensualidad, anualidad, etc).

P = Presente.

$i = \text{interés.}$

$n = \text{Periodo de tiempo a pagar.}$

Al aplicar la ecuación 12, se obtuvo lo siguiente:

$$\left(A/P, \frac{0.13}{12}, 144\right) = \frac{\left(1 + \frac{0.13}{12}\right)^{144} \left(\frac{0.13}{12}\right)}{\left(1 + \frac{0.13}{12}\right)^{144} - 1} = 0.01375$$

Por lo tanto, al emplear la ecuación 13, la mensualidad a pagar es:

$$M = (A/P, i, n)(P)$$

Ecuación 13

$$M = (0.01375)(\$16,581,147.54) = \$227,928.64$$

Por otro lado, con el propósito de contar con una representación gráfica que permitiera visualizar de manera sencilla los montos a pagar, se elaboró un diagrama de flujo de dinero, no obstante, también fue necesario calcular las anualidades correspondientes a la adquisición de la nueva nave industrial, para ello se utilizó la ecuación 12, de esta forma se obtuvo:

$$\left(A/P, 0.13, 12\right) = \frac{(1 + 0.13)^{144}(0.13)}{(1 + 0.13)^{144} - 1} = 0.16899$$

Consecuentemente, al aplicar la ecuación 14, la anualidad a pagar es:

$$A = (A/P, i, n)(P)$$

Ecuación 14

$$A = (0.16899)(\$16,581,147.54) = \$2,801,983.20$$

Con base en los resultados anteriores, se construyó el diagrama de flujo de dinero, véase a figura 7.1.

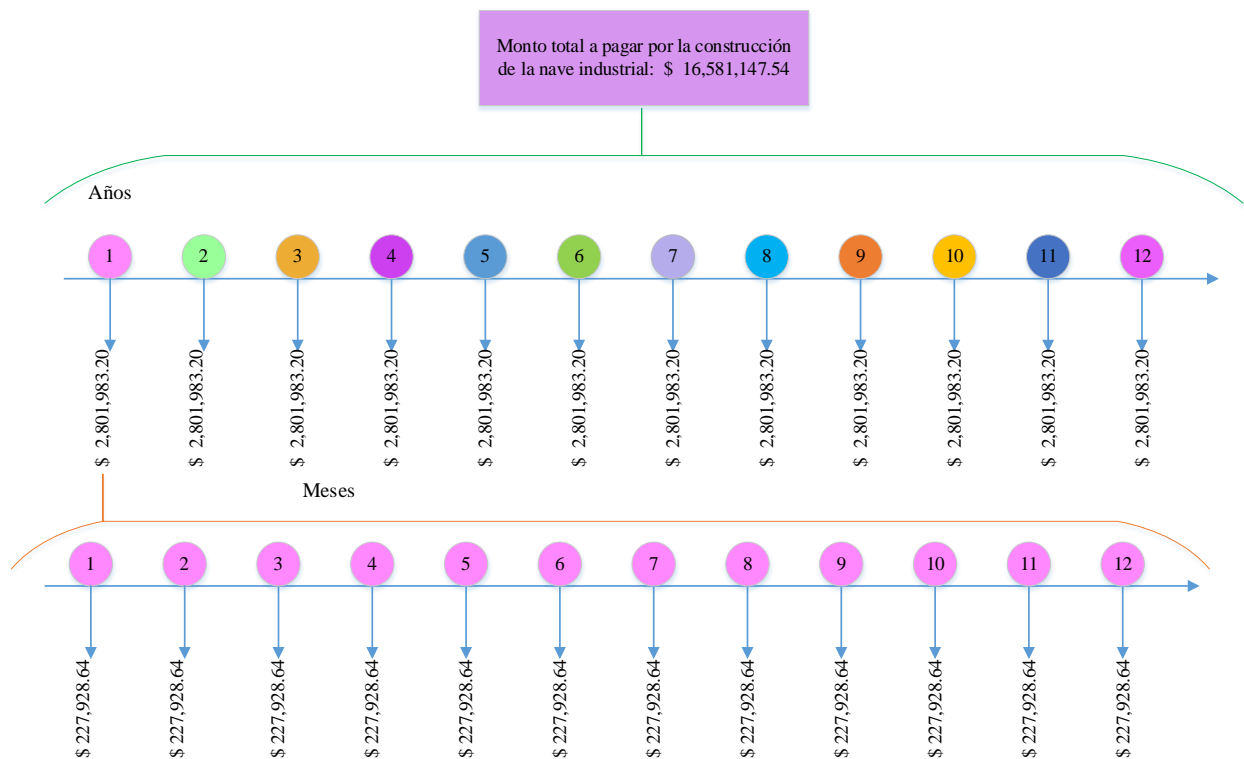


Figura 7.1. Diagrama de flujo de dinero correspondiente a las anualidades y mensualidades a pagar por la construcción de la nave industrial. Fuente: Elaboración propia, 2020.

De igual manera, se realizó el cálculo correspondiente para mensualidades y anualidades para la compra de la cabina de pintura, cabe mencionar que, se utilizó el mismo periodo de tiempo y la misma tasa de interés, por lo tanto, tanto el factor de cálculo mensual y como el anual, son iguales a los obtenidos con la ecuación 12, por consiguiente, a continuación, se presenta el cálculo del monto a pagar mensualmente y anualmente, empleando las ecuaciones 13 y 14, respectivamente.

De esta forma, la mensualidad correspondiente a la adquisición de la cabina de pintura es:

$$M = (0.01375)(\$1,200,000.00) = \$16,495.50$$

Asimismo, el monto a pagar anualmente, es:

$$A = (0.16899)(\$1,200,000.00) = \$202,783.30$$

La figura 7.2 muestra el diagrama de flujo de dinero, en el cual se representan los montos de dinero anteriormente calculados.

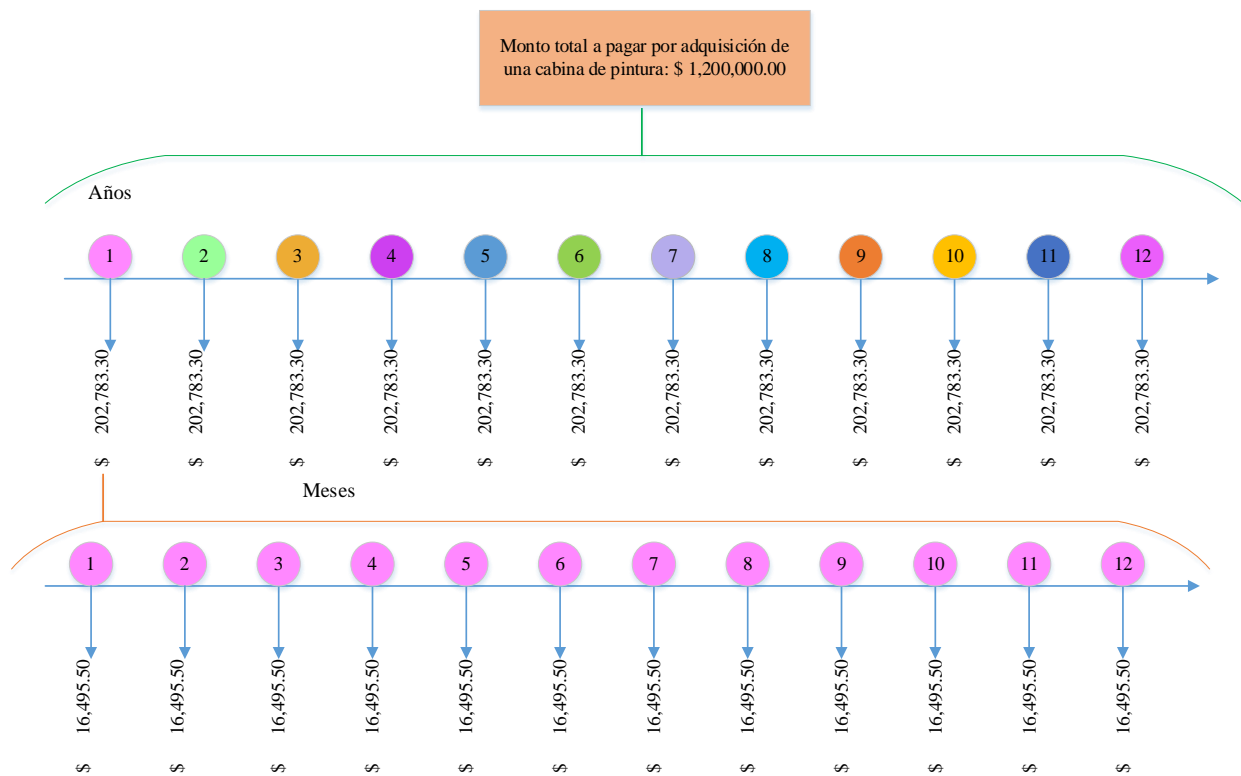


Figura 7.2. Diagrama de flujo de dinero correspondiente a las anualidades y mensualidades a pagar por la adquisición de una cabina de pintura. Fuente: Elaboración propia, 2020.

En seguida se presenta el cálculo de las mensualidades y anualidades propias de la compra de una soldadora automática, al igual que en el caso anterior, se retoman los factores de cálculo de las mensualidades y anualidades previamente obtenidos, a continuación, se muestra el cálculo del monto a pagar de los diversos plazos.

De este modo, al utilizar la ecuación 13, la mensualidad resultante es:

$$M = (0.01375)(\$700,000.00) = \$9,622.38$$

De la misma manera, al emplear la ecuación 14, el monto a pagar anualmente, es:

$$A = (0.16899)(\$700,000.00) = \$118,290.26$$

Con base en los resultados anteriores, se construyó el diagrama de flujo de dinero, véase a figura 7.3.

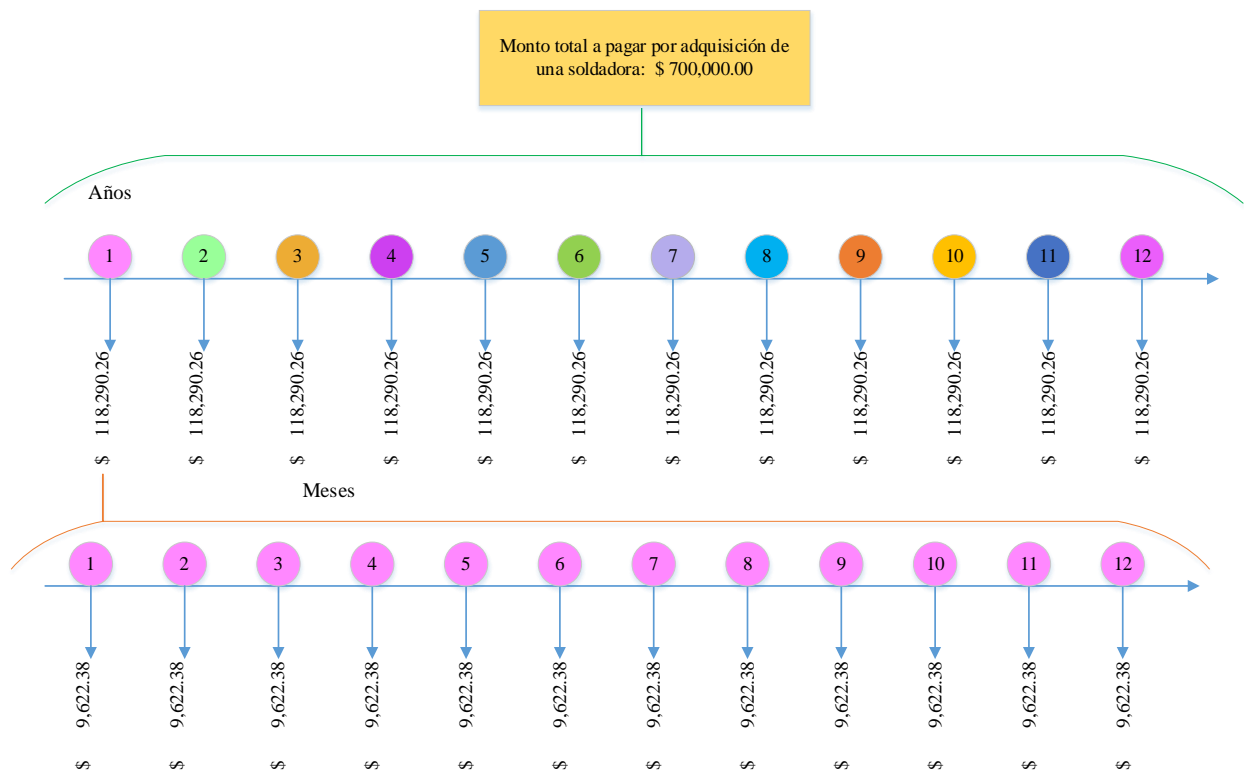


Figura 7.3. Diagrama de flujo de dinero correspondiente a las anualidades y mensualidades a pagar por la adquisición de una soldadora. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Posteriormente, se muestra el cálculo de las mensualidades y anualidades propias correspondientes a la adquisición de una grúa de 6 toneladas, de manera similar, se retoman los factores de cálculo de las mensualidades y anualidades previamente obtenidos, a continuación, se expone el cálculo del monto a pagar mensualmente y anualmente, empleando las ecuaciones 13 y 14, respectivamente.

De esta forma, la mensualidad correspondiente a la adquisición de la cabina de pintura es:

$$M = (0.01375)(\$1,500,000.00) = \$20,619.38$$

Asimismo, el monto a pagar anualmente, es:

$$A = (0.16899)(\$1,500,000.00) = \$253,479.13$$

La figura 7.4 muestra el diagrama de flujo de dinero, en el cual se representan los montos de dinero anteriormente calculados.

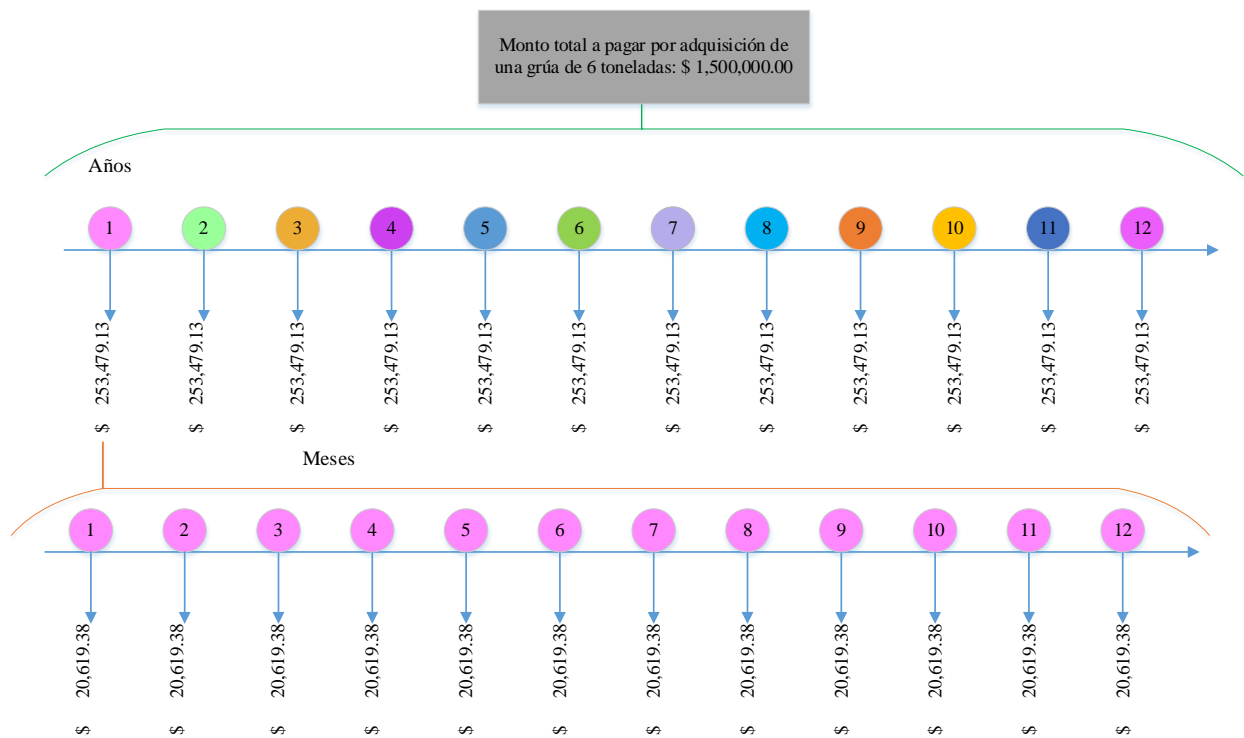


Figura 7.4. Diagrama de flujo de dinero correspondiente a las anualidades y mensualidades a pagar por la adquisición de una grúa de 6 toneladas. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Subsecuentemente, se muestra el cálculo de las mensualidades y anualidades propias de la compra de una soldadora automática, al igual que en el caso anterior, se retoman los factores de cálculo de las mensualidades y anualidades previamente obtenidos, a continuación, se muestra el cálculo del monto a pagar de los diversos plazos.

Al utilizar la ecuación 13, la mensualidad resultante es:

$$M = (0.01375)(\$1,000,000.00) = \$13,746.25$$

De la misma manera, al emplear la ecuación 14, el monto a pagar anualmente, es:

$$A = (0.16899)(\$1,000,000.00) = \$168,986.08$$

Con base en los resultados anteriores, se construyó el diagrama de flujo de dinero, en el cual se representan las cantidades abonadas necesarias para la adquisición de los almacenes o racks, véase figura 7.5.

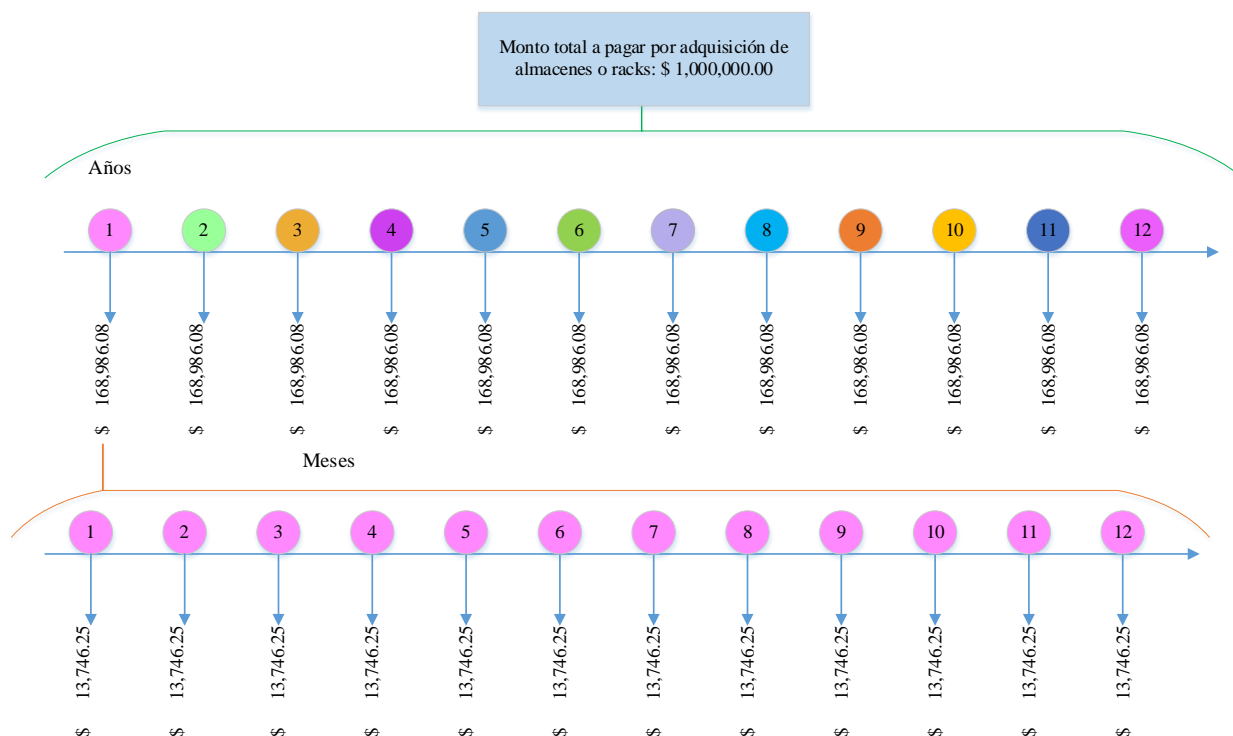


Figura 7.5. Diagrama de flujo de dinero correspondiente a las anualidades y mensualidades a pagar por la adquisición de una almacenes o racks. Fuente: Elaboración propia, 2020.

La tabla 7.8 muestra los costos incurridos mensualmente, tomando en cuenta los elementos adquirir anteriormente expuestos, además se muestran otros a considerar, tales como la mano de obra necesaria para el estudio de la redistribución de planta.

Tabla 7.8. Cálculo de costos de la re-distribución de planta. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Costos				
Elementos	Horas trabajadas	Costo por hora	Número de trabajadores	Total
Mano de obra	55	\$ 350.00	1	\$ 19,250.00
Construcción de la nave industrial	Metros cuadrados	Costo por metros cuadrados	Total	Total por mes
	2952	676.2295082	\$1,996,229.51	\$ 16,635.25
Adquisición de máquinas y material	Costo			Total por mes
Cabina de pintura.	\$	1,200,000.00		\$ 8,333.33
Soldadora.	\$	700,000.00		\$ 4,861.11
Grúa de 6 toneladas.	\$	1,500,000.00		\$ 10,416.67
Almacenes o racks.	\$	1,000,000.00		\$ 6,944.44
			Total	\$ 66,440.80

Por otro lado, dentro de los beneficios se espera la reducción del tiempo de fabricación, pues dado que, se estima que los tiempos de traslado disminuyan, esto contribuirá al aumento de manufactura de unidades, es decir, la eficiencia del proceso aumentará, cabe recalcar que, al igual que las dos propuestas mencionadas anteriormente, este aumento de unidades se calculó a través del producto de la estimación del total de las plataformas manufacturadas y la utilidad promedio por plataforma.

De igual manera, se espera que los insumos utilizados para el montacargas disminuyan puesto que, al tener los almacenes cerca, éstos serán reabastecidos a través de la grúa de 6 toneladas, finalmente, se proyecta un aumento en la calidad de las plataformas, anulando así, el tiempo que se incurre por un re-trabajo, véase tabla 7.9.

Tabla 7.9. Cálculo de beneficios de la re-distribución de planta. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Beneficios				
Elemento	Horas ahorradas	Costo por hora	Número de trabajadores	Total
Reducción del tiempo de fabricación	40	\$ 28.75	15	\$ 17,250.00
Tiempo de recorrido que se ahorraría	40	\$ 28.75	-	\$ 1,150.00
Aumento de calidad	40	\$ 28.75	-	\$ 1,150.00
Aumento en la elaboración de unidades de plataformas (eficiencia)	Cantidad de plataformas manufacturadas	Utilidad por plataforma		Total
	8	\$	47,100.00	\$ 376,800.00
Costo de insumos del montacargas	Litros de combustible	Costo de combustible por litro		Total
	1000	\$	19.38	\$ 19,382.00
			Total	\$ 415,732.00

Finalmente, la tabla 7.10 muestra la relación de costos y beneficios emanados de esta propuesta.

Tabla 7.10. Análisis costo beneficio del desarrollo de indicadores clave del proceso. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Costos		Beneficios	
	Costo por mes		Beneficio por mes
Mano de obra.	\$ 19,250.00	Reducción del tiempo de fabricación.	\$ 17,250.00
Construcción de la nueva nave.	\$ 227,928.64	Aumento de elaboración unidades de plataformas (efectividad).	\$ 376,800.00
Adquisición de máquinas y material.		Reducción del tiempo de traslado de materiales.	\$ 1,150.00
Cabina de pintura.	\$ 16,495.50	Reducción en la compra de insumos para el	\$ 19,382.00
Soldadora.	\$ 9,622.38	montacargas.	
Grúa de 6 toneladas.	\$ 20,619.38	Aumento en la calidad.	\$ 1,150.00
Almacenes o racks.	\$ 13,746.25		
Total	\$ 307,662.15	Total	\$ 415,732.00

En seguida, la ecuación 15 muestra el coeficiente entre los beneficios y costos presentados previamente.

$$\frac{B}{C} = \frac{\$415,732.00}{\$307,662.15} = 1.35$$

Ecuación 15

De acuerdo al resultado derivado de la ecuación 7.7, se puede observar que la razón $B/C > 1$, lo que implica que esta propuesta es rentable, cabe mencionar que, por cada peso invertido en la redistribución de la línea de producción de plataformas, se proyecta una ganancia de \$1.35.

Conclusiones.

La empresa Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., actualmente se encuentra en una etapa de transición, pues está en busca de una expansión tanto comercial como interna, para lograr dicho objetivo se establecieron estrategias de mejora en el área de producción, específicamente, aplicados al proyecto de creación de una nueva línea de producción de plataformas, cabe mencionar que, este producto es uno de los más demandados dentro de toda su cartera de artículos.

Para alcanzar dicho objetivo se generaron tres estrategias de mejora que impactan de manera directa en el progreso del área de producción, en primera instancia, se desarrolló un mapeo del proceso, el cual va desde lo general a lo particular, describiendo todas aquellas acciones y decisiones que se toman en las diferentes áreas y estaciones, con dicha propuesta, se pretende dar el primer paso hacia el cambio de un proceso de manufactura empírico a una fabricación documentada, es importante recalcar que, como se expuso en los capítulos anteriores actualmente existen tres equipos encargados de la construcción de dicho producto, no obstante, cada uno de ellos tiene un método de trabajo distinto, sin embargo, a través de la realización del mapeo del proceso, se logró homologar la serie de actividades que ejecutan los tres equipos, aunado a esto, esta documentación estableció de manera concisa la definición de roles y responsabilidades de cada departamento, lo que en consecuencia permitirá una optimización de comunicación entre los mismos, provocando que el proceso de elaboración de plataformas no tenga retrasos tanto en su inicio como en su manufactura, por lo cual, se espera un incremento mensual de unidades de plataformas a fabricar.

La siguiente estrategia de producción creada fue la planeación de indicadores claves del proceso o KPI's por sus siglas en inglés, los cuales fueron diseñados específicamente para la manufactura de plataformas, en donde, se observó que dentro de la fabricación de las mismas, se tienen diversos traslados de materiales, los cuales son de suma importancia dentro de la elaboración de este producto, por lo tanto, se consideró instaurar puntos de control en éstos, cabe mencionar que, de acuerdo con la distribución actual de la planta los tiempos de recorrido varían de acuerdo al lugar hacia donde se transporte el material, por lo cual, se contempló que la métrica de tales indicadores fuera la velocidad, pues es una razón que relaciona la distancia y el tiempo de traslado, asimismo, se diseñó un indicador particularmente para el área de calidad, en dicho KPI se calcula el porcentaje de requerimientos cumplidos tiene cada plataforma, de esta manera se pretende tener un control en aquellos desperfectos ocasionados frecuentemente, para así implementar diversas acciones que permitan disminuirlos e incluso eliminarlos, de la misma forma, con la finalidad de tener una medida que mostrará las ganancias obtenidas por plataforma fabricada, se creó un último indicador, en él, se presentan tanto los costos incurridos como las utilidades alcanzadas de acuerdo al tipo de plataforma elaborada.

De acuerdo con los datos obtenidos en los diferentes indicadores, se elaboró un dashboard, en donde se resume de manera gráfica el comportamiento de cada uno de éstos con la finalidad de realizar una lectura rápida y concisa del comportamiento de los KPI's, como última fase de acuerdo con el análisis de cada punto de control se creó un plan de mejora, con el objetivo de implementar

algunas actividades que permitan mejorar en gran medida los resultados obtenidos en cada uno de ellos.

Con base en el mapeo del proceso y los indicadores clave de producción, se pudo analizar que el proceso actual de elaboración de plataformas contiene un exceso de transportes, lo cual, dio pie a la tercera estrategia de mejora, la realización de una distribución de planta, exclusivamente para el proceso de manufactura de plataformas, para esta propuesta se implementó la metodología SLP, con la cual se estableció el grado de cercanía entre estaciones, si bien es cierto que, de acuerdo al análisis realizado, existen estaciones que no deben ser adyacentes, en las alternativas elaboradas se propuso que éstas lo estuvieran, pues si esto ocurría de forma contraria, afectaba directamente a la eficiencia del proceso, no obstante, con el propósito de reducir los riesgos que se incurren por tener estas estaciones juntas, se sugirió a la empresa la elaboración de plan de seguridad, con el cual se pretende que estén preparados para actuar en el momento de que algún accidente llegara a ocurrir.

Como se mencionó anteriormente, con la implementación del Systematic Layout Planning se logró el desarrollo de tres redistribuciones de la línea de producción, siendo la última de ellas la alternativa a elegir, no obstante es importante mencionar que, tras últimos cambios efectuados en dicha propuesta se llegó a un planteamiento posterior, la cual pretende instaurar diferentes almacenes de subproductos alrededor de ésta, para facilitar la alimentación de éstos a la línea de producción, combinando un sistema de fabricación pull-push, tal como se pudo observar en la simulación realizada a través del software FlexSim.

Posteriormente, cabe destacar que, para cada una de las estrategias de mejora anteriormente presentadas, se realizó un análisis costo-beneficio, teniendo una ganancia de \$22.33, \$18.26 y \$1.35 por cada peso invertido para la implementación del mapeo del proceso, indicadores claves de producción y distribución de planta, respectivamente, de esta manera, se demostró que las propuestas son rentables monetariamente.

En conclusión, el desarrollo de las estrategias de mejora explicadas a lo largo de este documento pretende que la empresa Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V. tenga una base documentada del proceso de producción de plataformas que le permita perfeccionarlo y controlarlo a través de la implementación de los KPI's, asimismo, se busca tener una mayor eficiencia en el transporte de los materiales, lo cual aspira a un progreso en la cantidad de unidades elaboradas mensualmente, de esta manera se proyecta que la empresa explote al máximo su potencial de crecimiento, de tal forma que, pueda seguir expandiendo su mercado comercial y laboral a otras fronteras.

Bibliografía.

- Díaz Martínez, M. A., Zárate Cruz, R., & Román Salinas, R. V. (2018). Simulación Flexsim, una nueva alternativa para la ingeniería hacia la toma de decisiones en la operación de un sistema de múltiples estaciones de prueba. *Científica*, 22(2).
- Fernández, A. (2017). *SLP*. Obtenido de <http://www.fernandezantonio.com.ar/Documentos/SLP%20para%20Distribucion%20en%20Planta%20%202017.pdf>
- Muther, R. (1968). *Planificación y proyección de la empresa industrial*. Barcelona, España: Editores técnicos asociados.
- Muther, R., & Hagañas, K. (1969). *Systematic Handling Analysis*. Madrid, España: Managment and Industrial Research Publications.
- Sullivan, W., Wicks, E., & Luxhoj, J. (2004). *Ingeniería Económica de DeGarmo*. Ciudad de México, México: Pearson.
- UNE. (2003). *Sistemas de gestión de calidad, Guía para la implantación de sistemas de indicadores*. Madrid, España: AENOR.
- Urbina, G. B. (2013). *Evaluación de proyectos*. Ciudad de México: Mc Graw Hill.

A. Anexo I.

En seguida se muestran los planos correspondientes para la fabricación de cada una de las piezas que componen la plataforma, véanse figuras A.1-A.83.

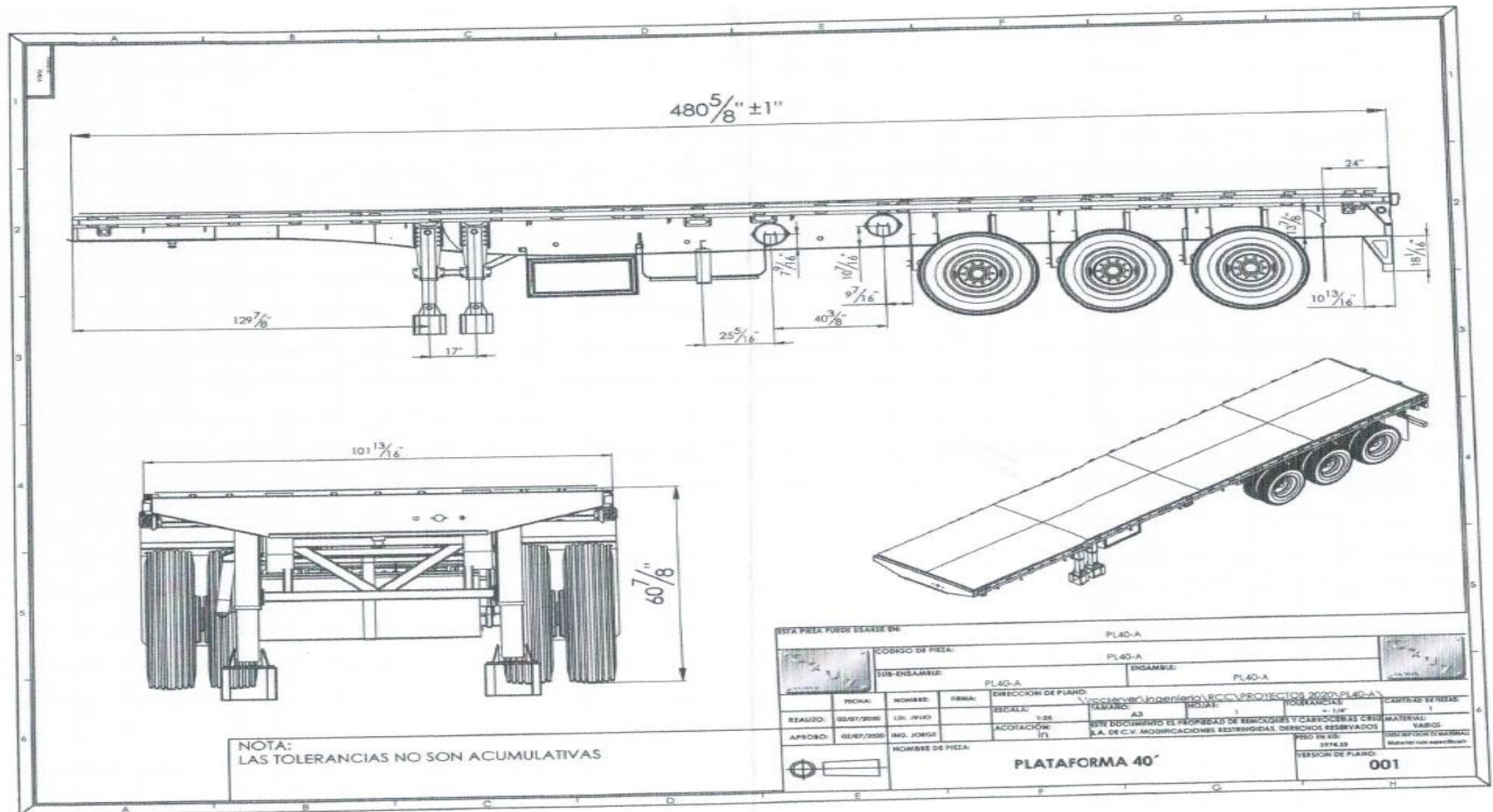


Figura A.1. Plano general de la plataforma. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

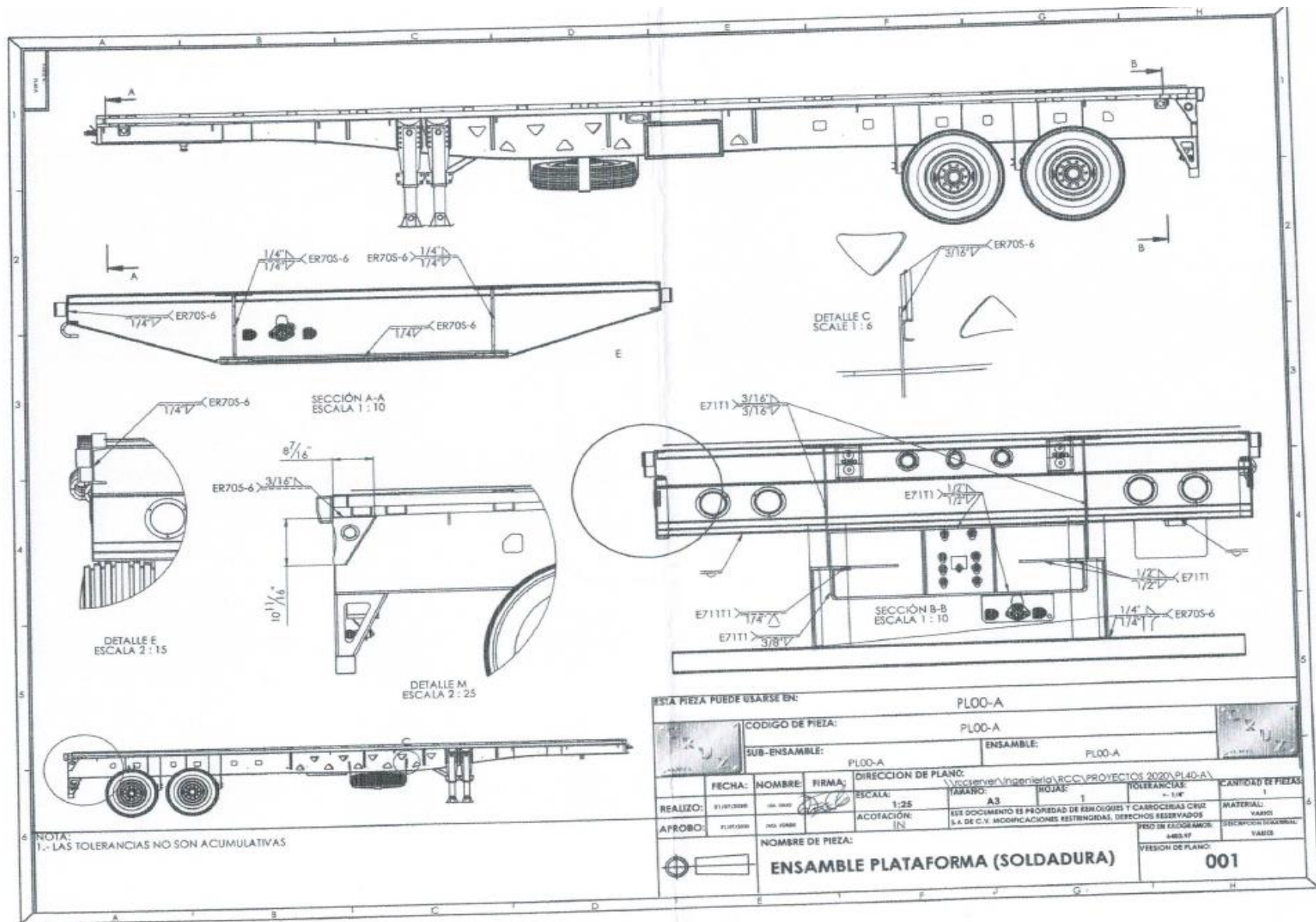


Figura A.2. Plano del ensamble de plataforma (soldadura). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

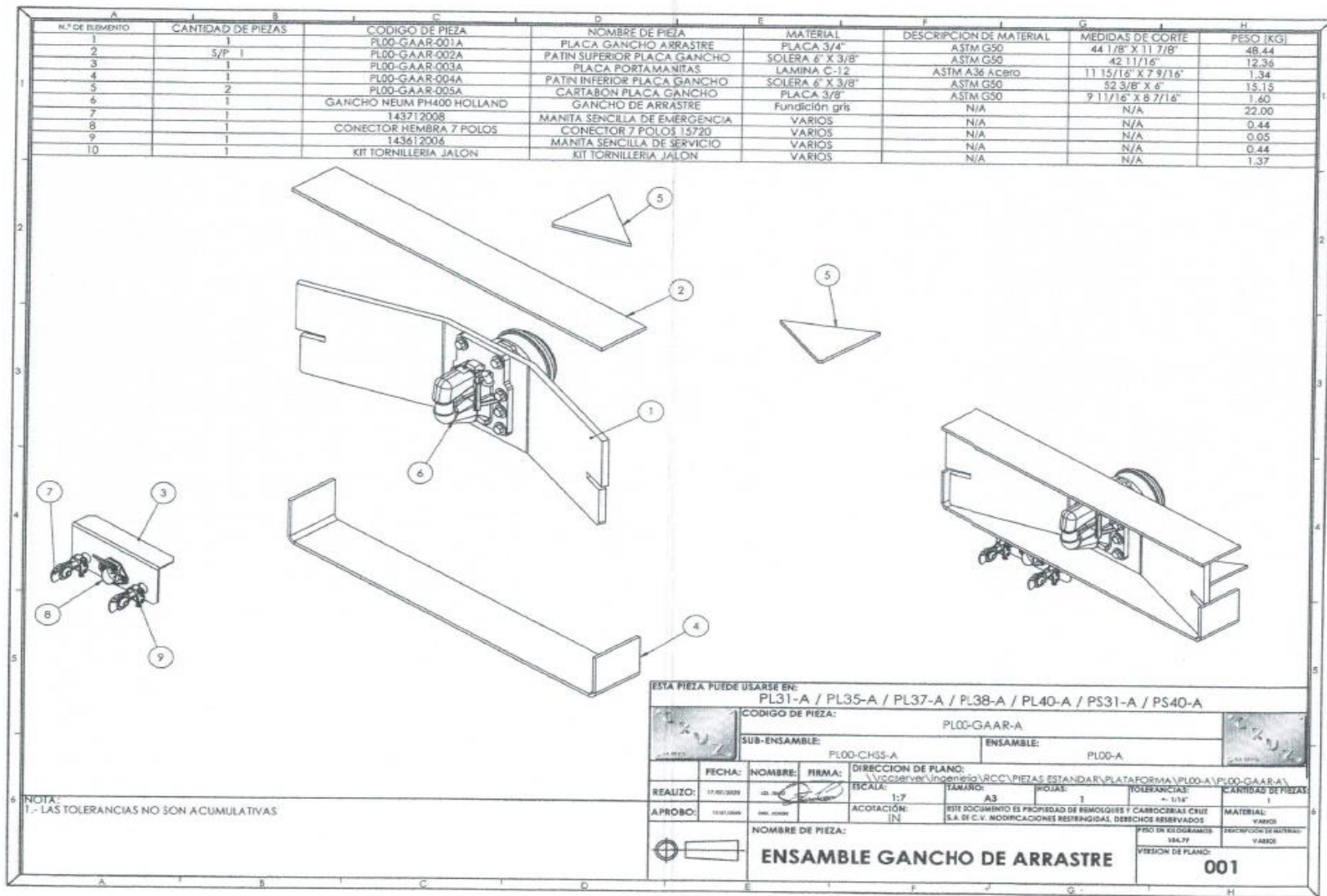


Figura A.3. Plano del ensamble del cabezal trasero. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

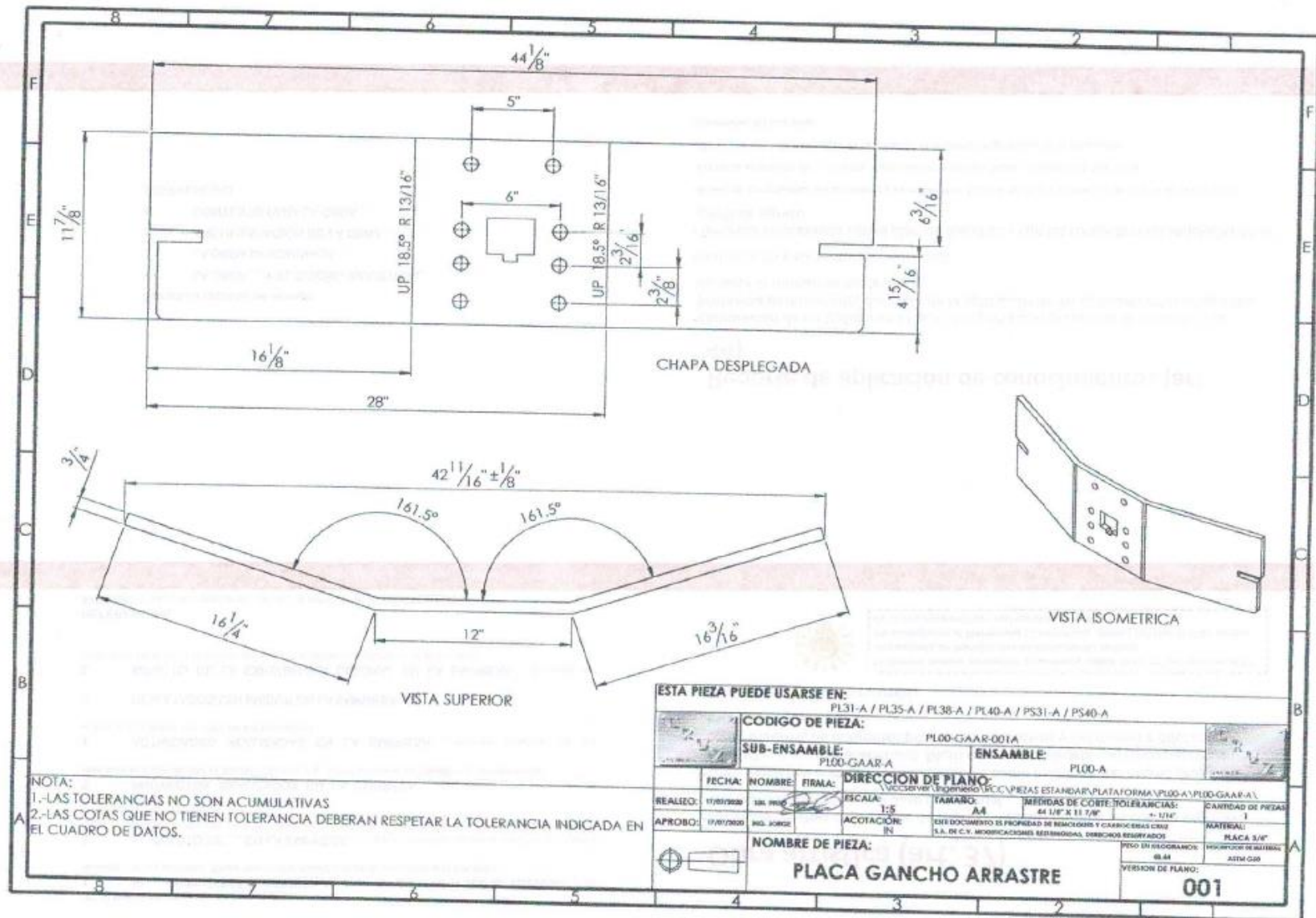


Figura A.4. Plano de la placa de gancho de arrastre. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

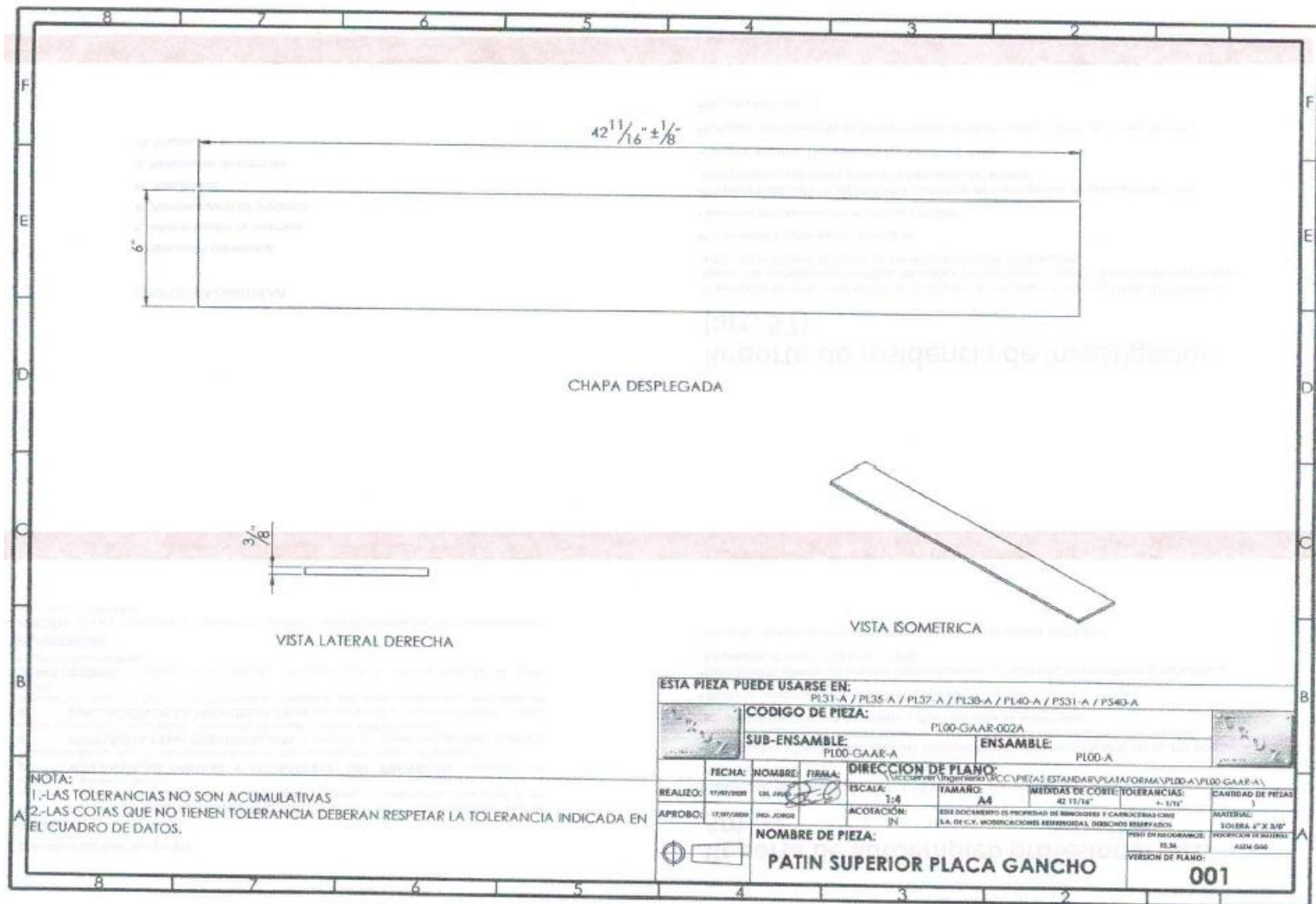


Figura A.5. Plano del patín superior de la placa de gancho. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

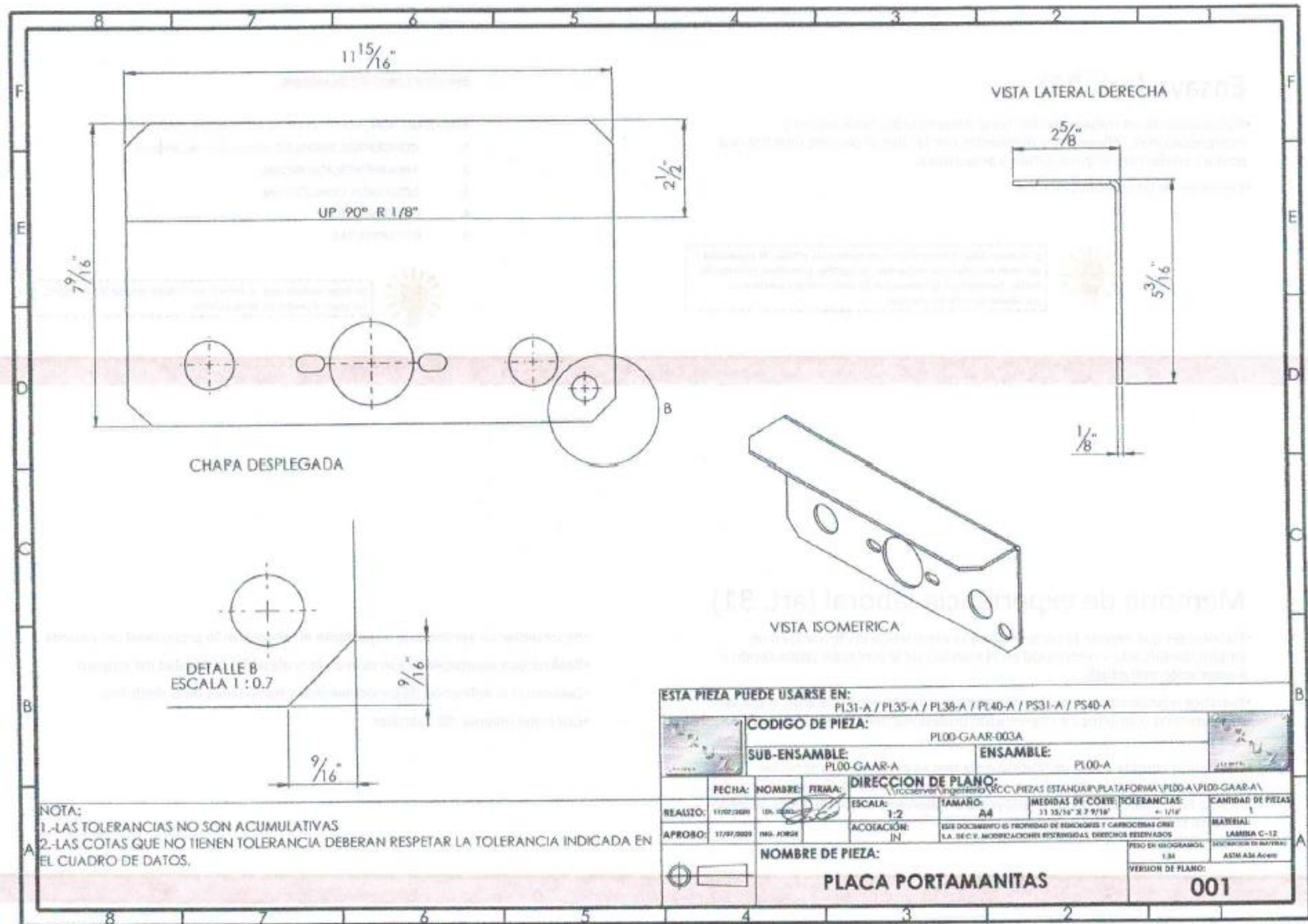


Figura A.6. Plano de la placa portamanitas. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

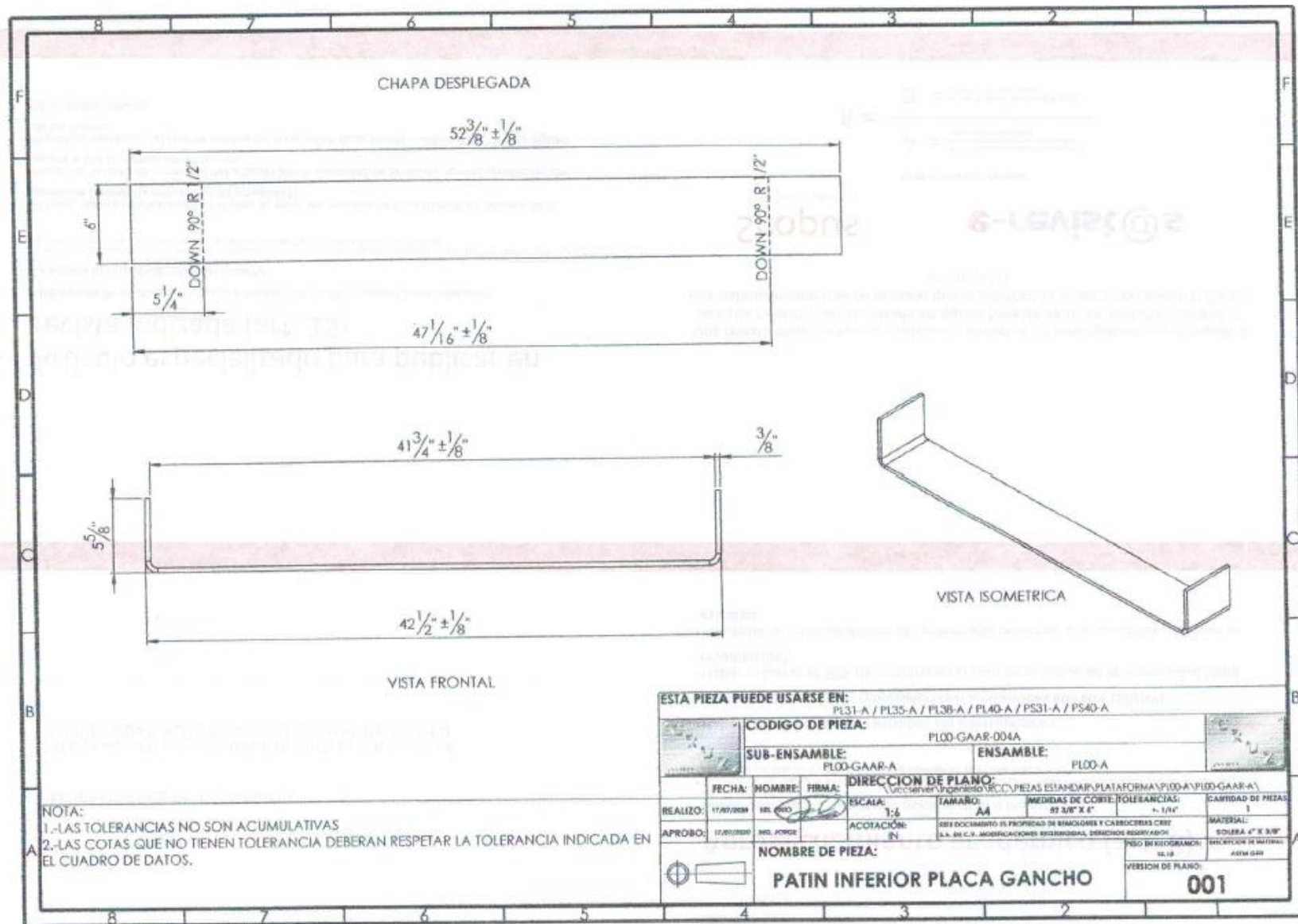


Figura A.7. Plano del patín inferior de la placa de gancho. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

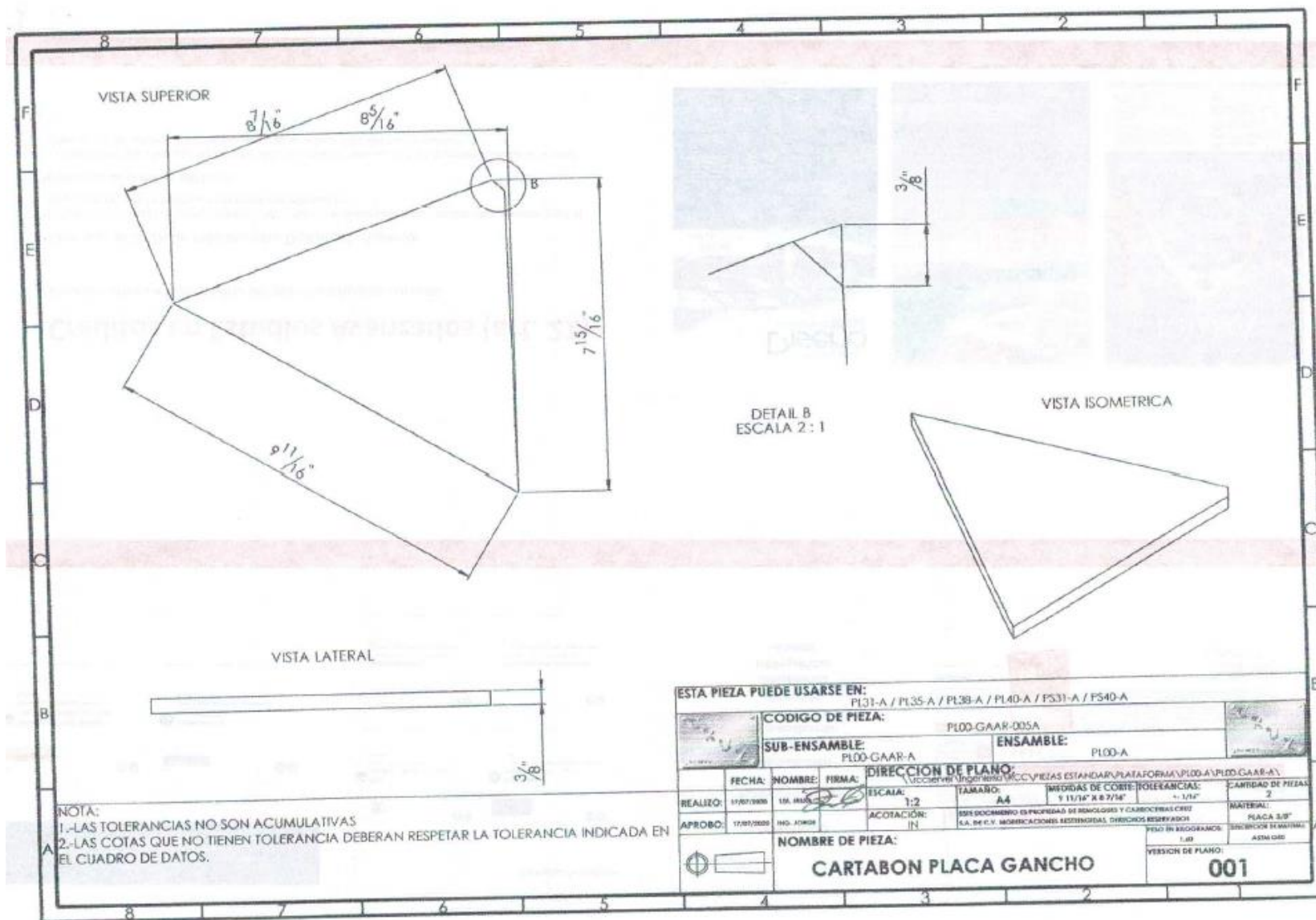


Figura A.8. Plano del cartabón de la placa de gancho. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

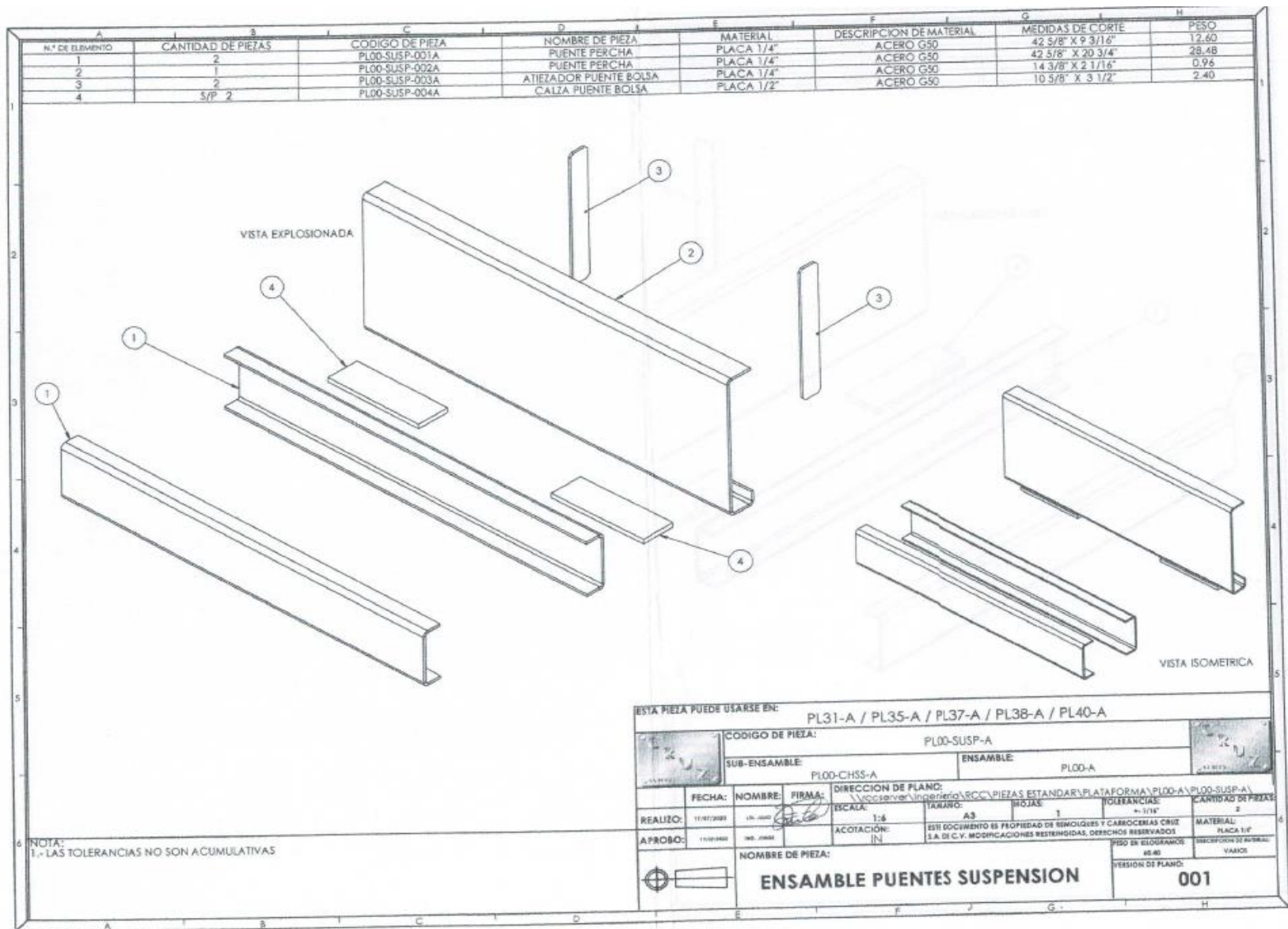


Figura A.9. Plano del ensamble de puentes suspensión. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

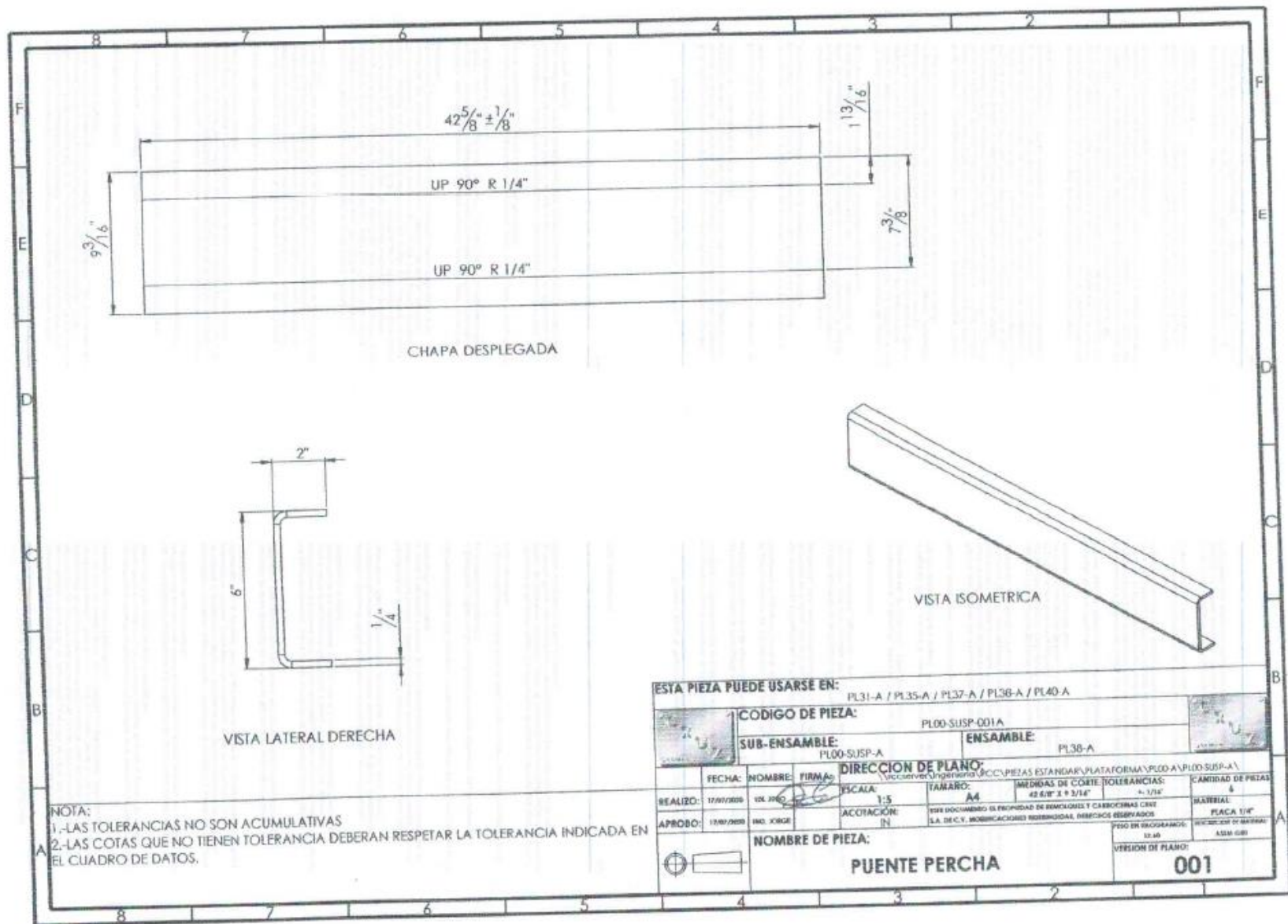


Figura A.10. Plano del puente percha (primera parte). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

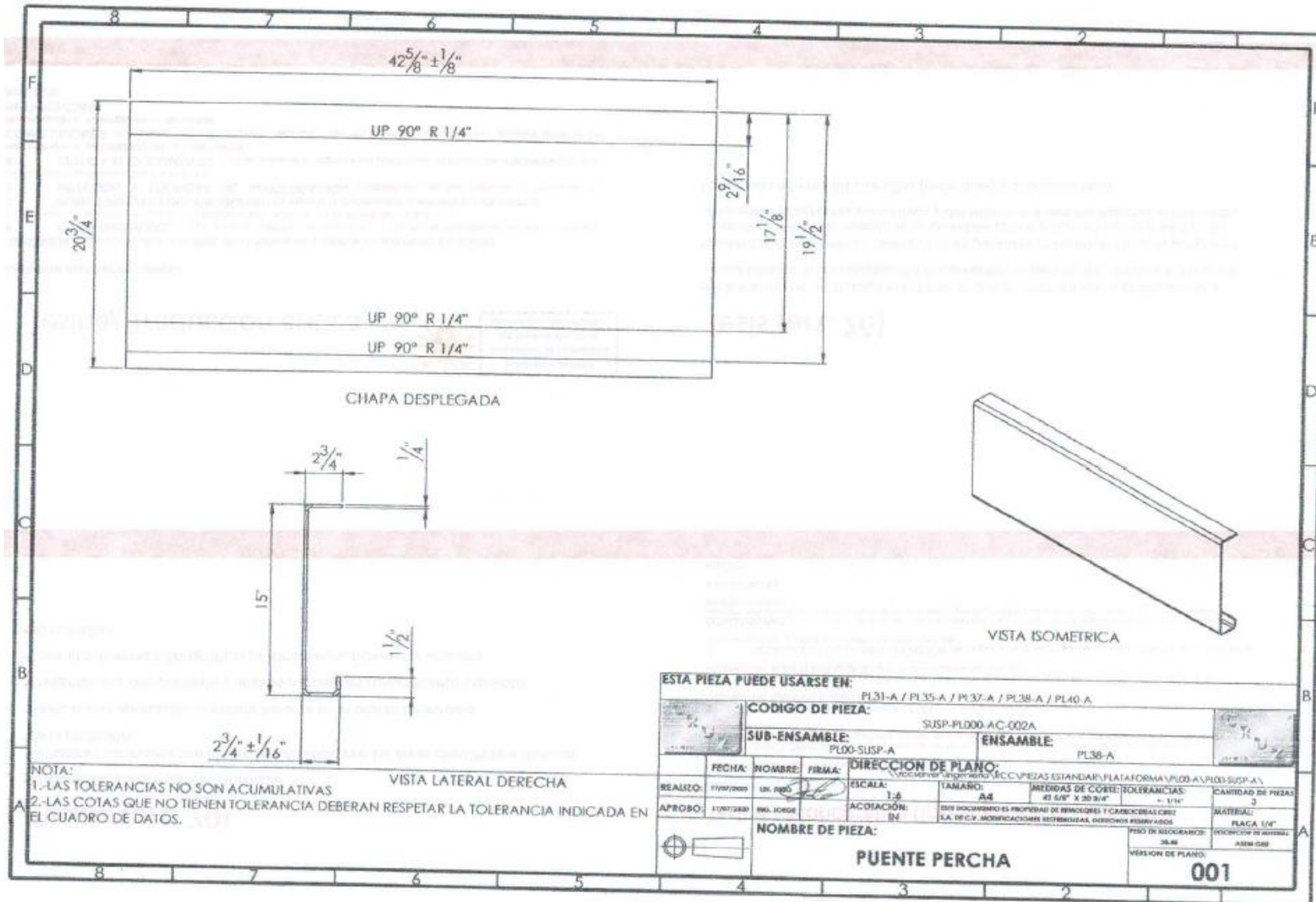


Figura A.11. Plano del puente percha (segunda parte). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

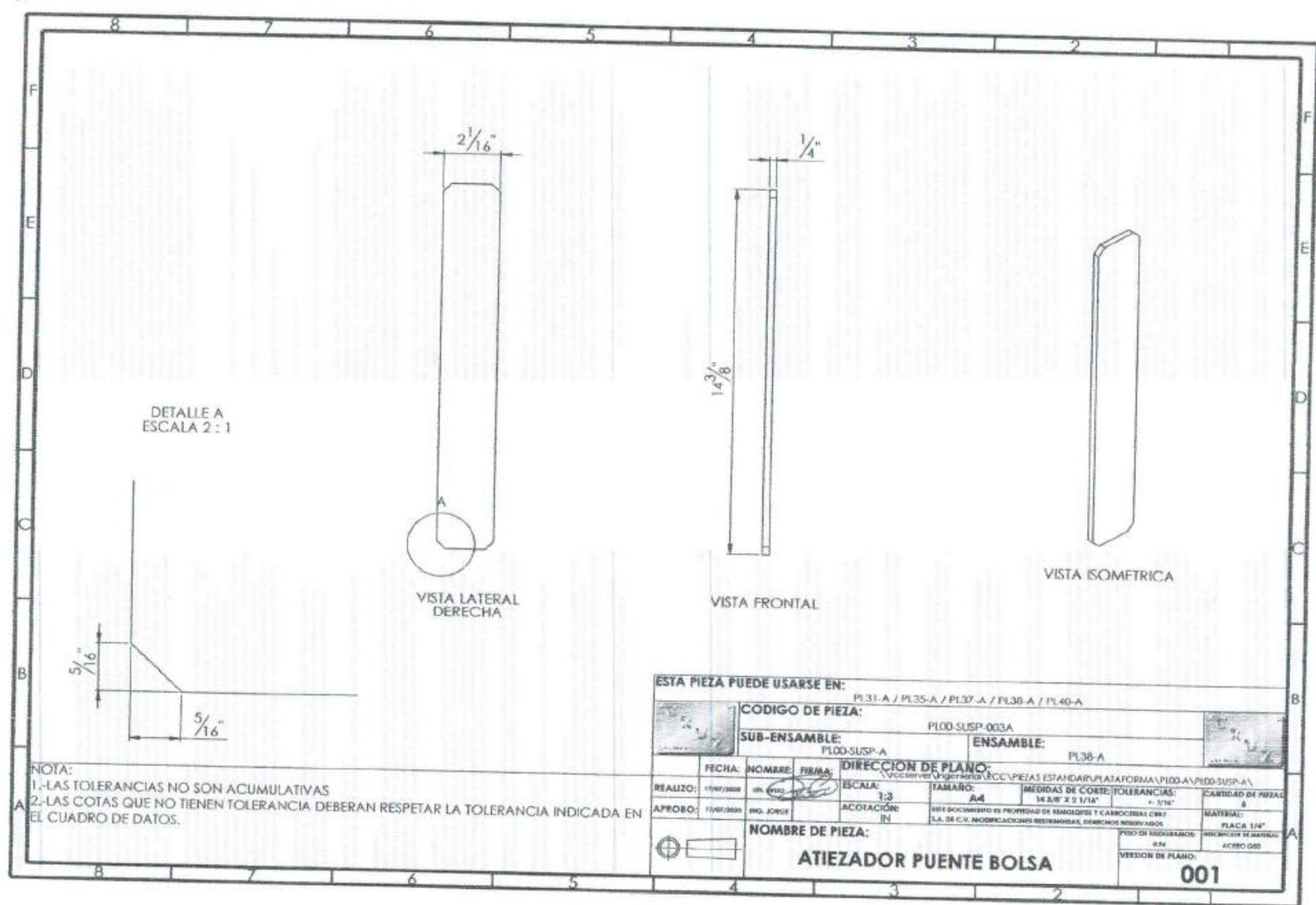


Figura A.12. Plano del puente percha (segunda parte). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

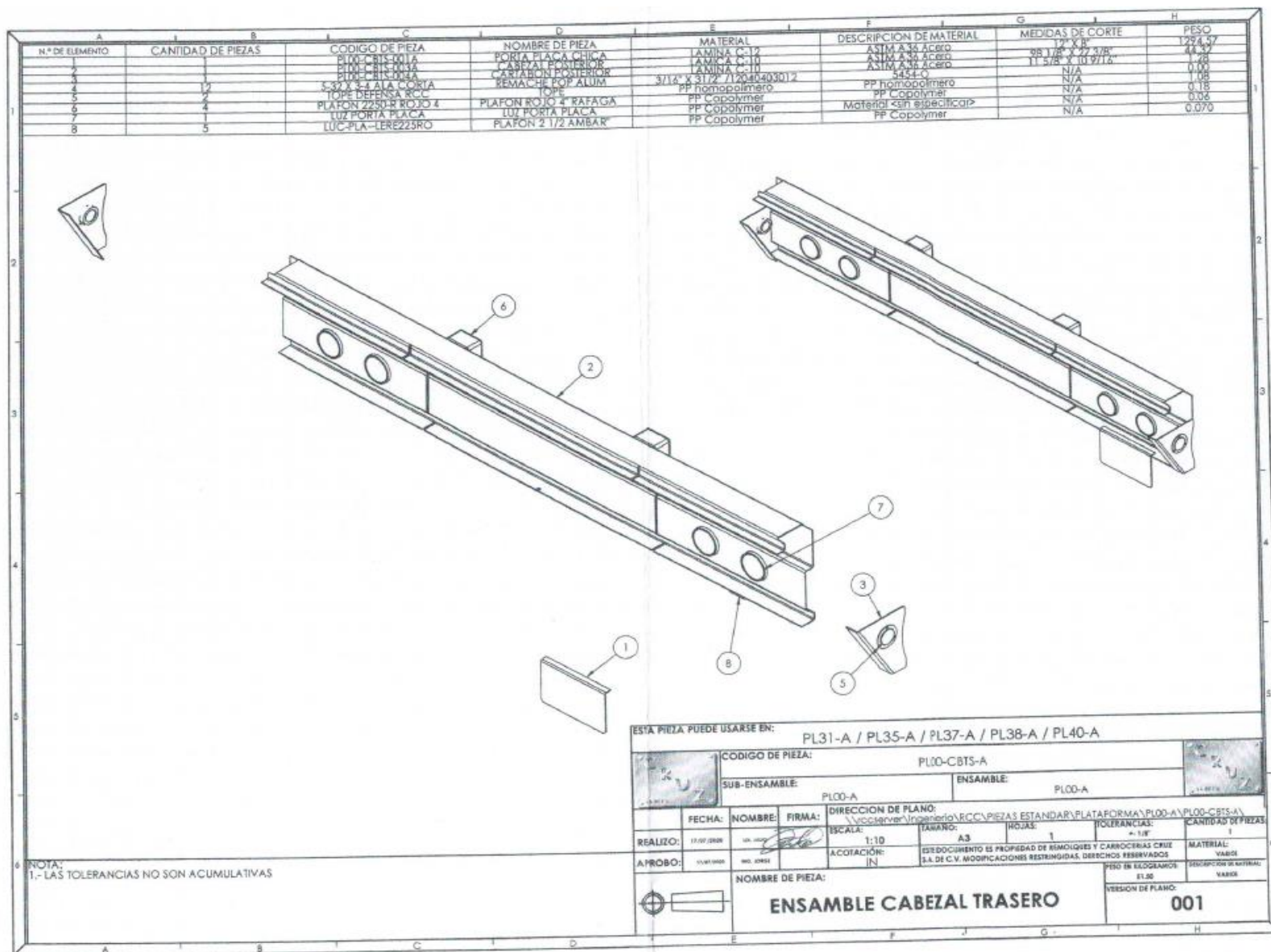


Figura A.13. Plano del ensamble del cabezal trasero. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

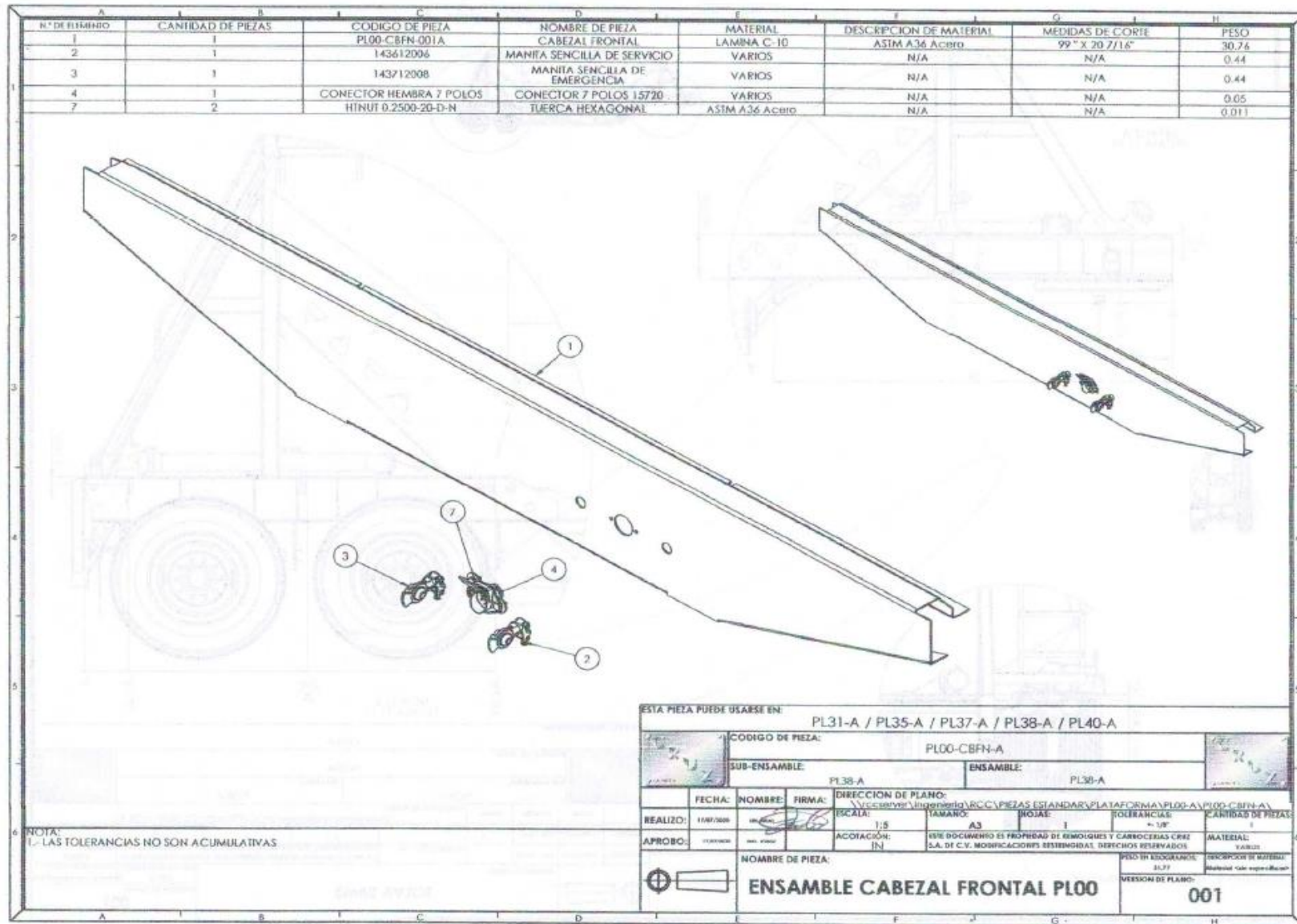


Figura A.14. Plano del ensamble del cabezal frontal PL00. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

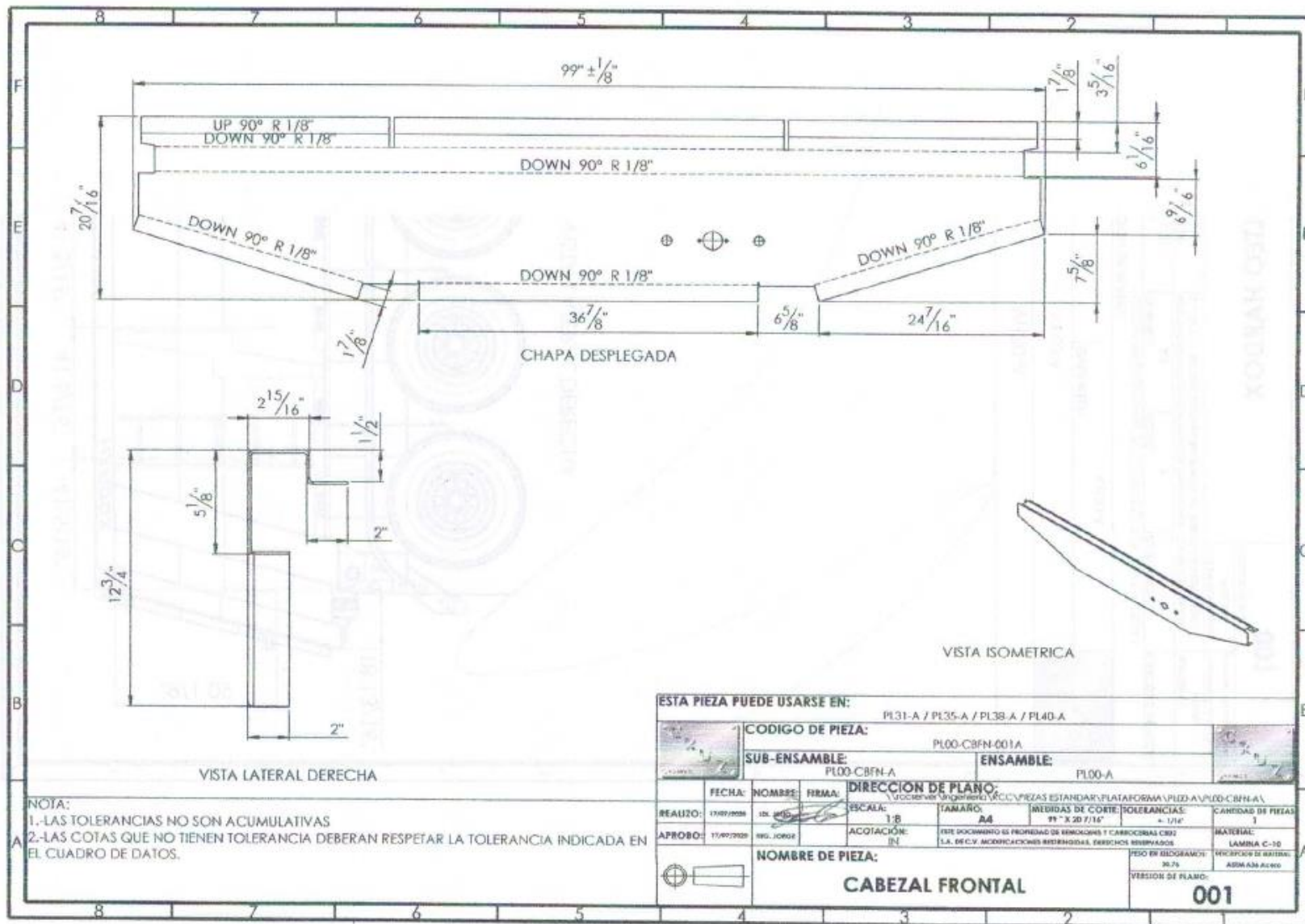


Figura A.15. Plano del cabezal frontal. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

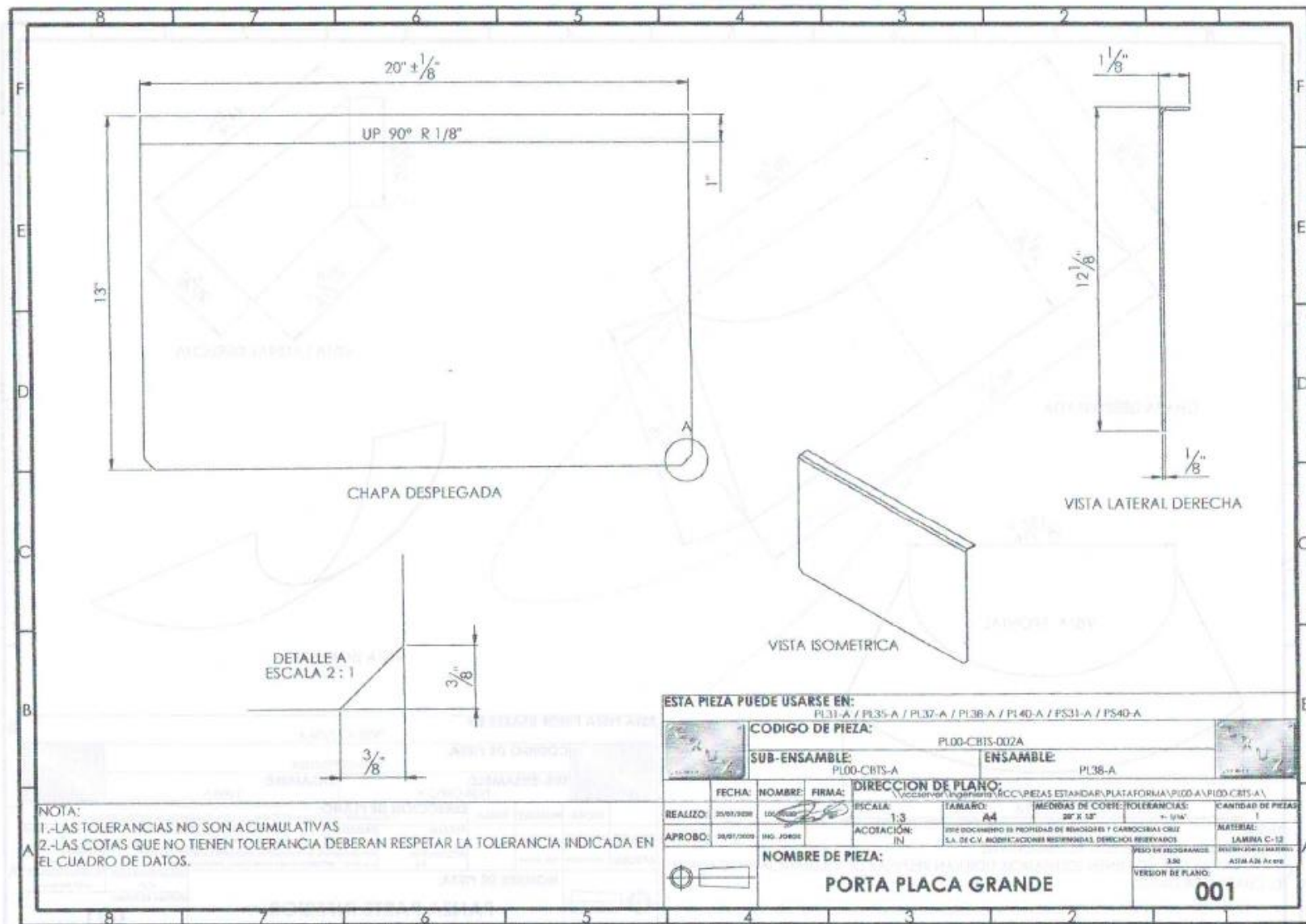


Figura A.16. Plano de la porta placa grande. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

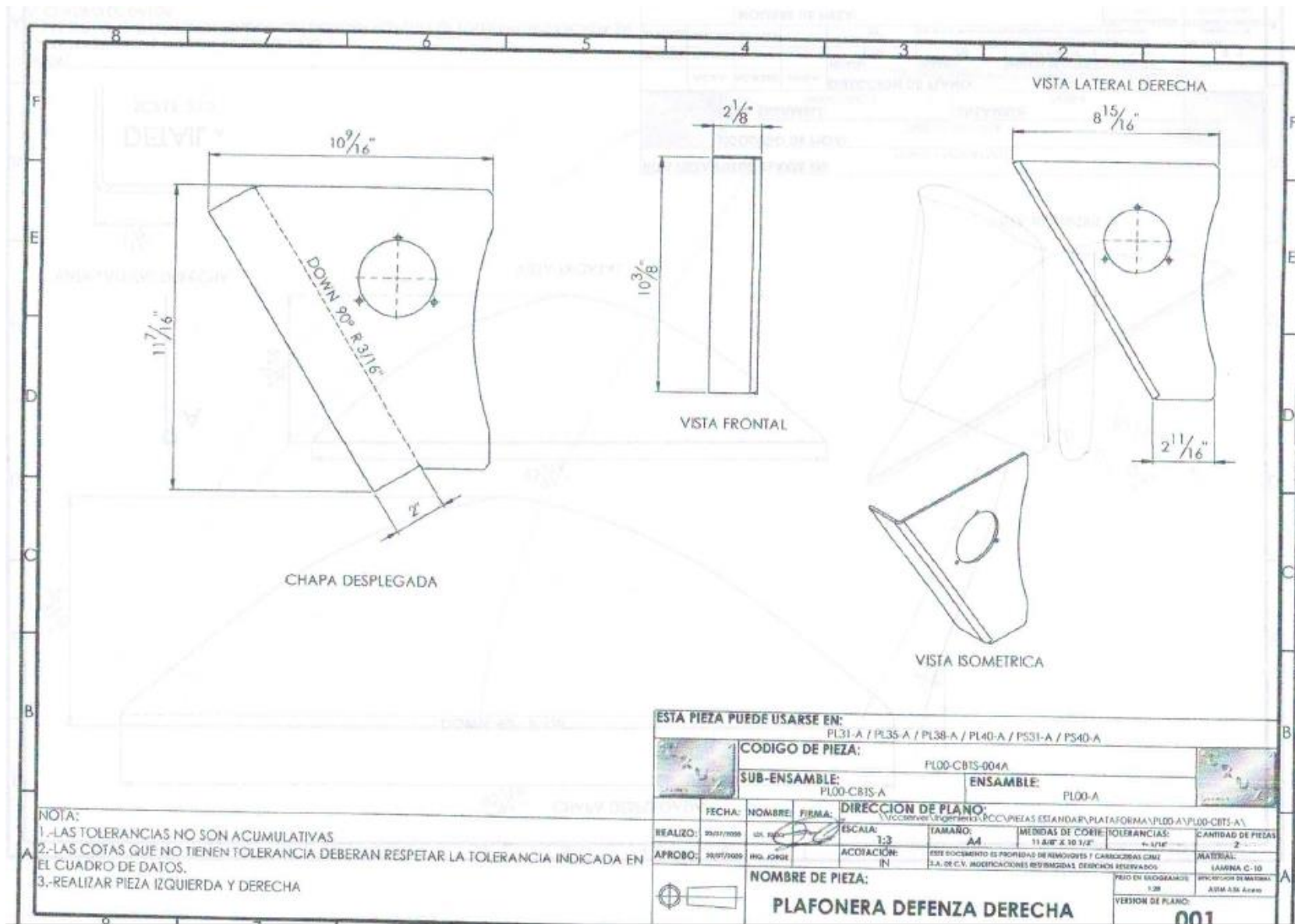


Figura A.17. Plano de la plafonera de la defensa derecha. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

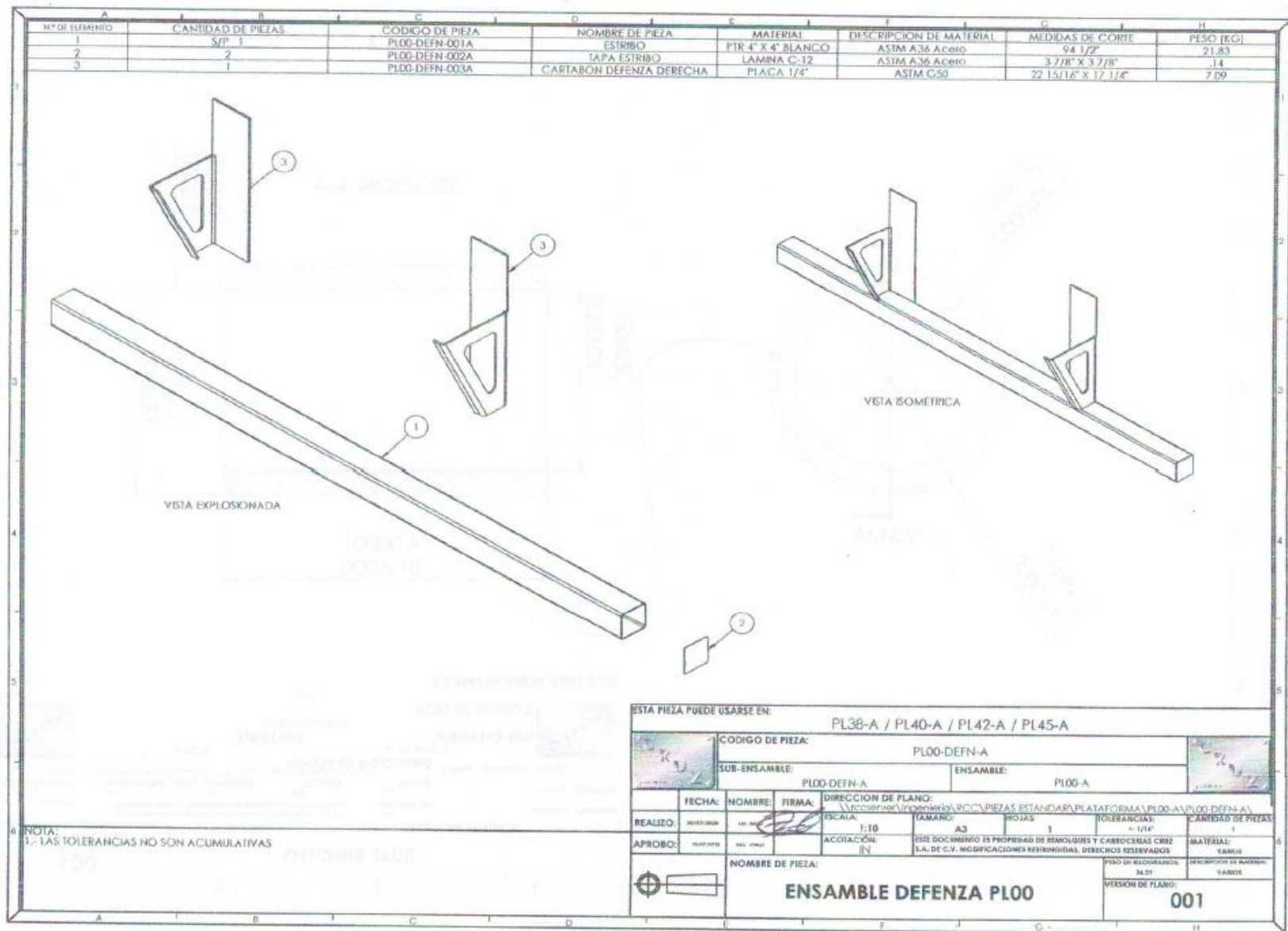


Figura A.18. Plano del ensamble de la defensa PL00 (primera parte). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

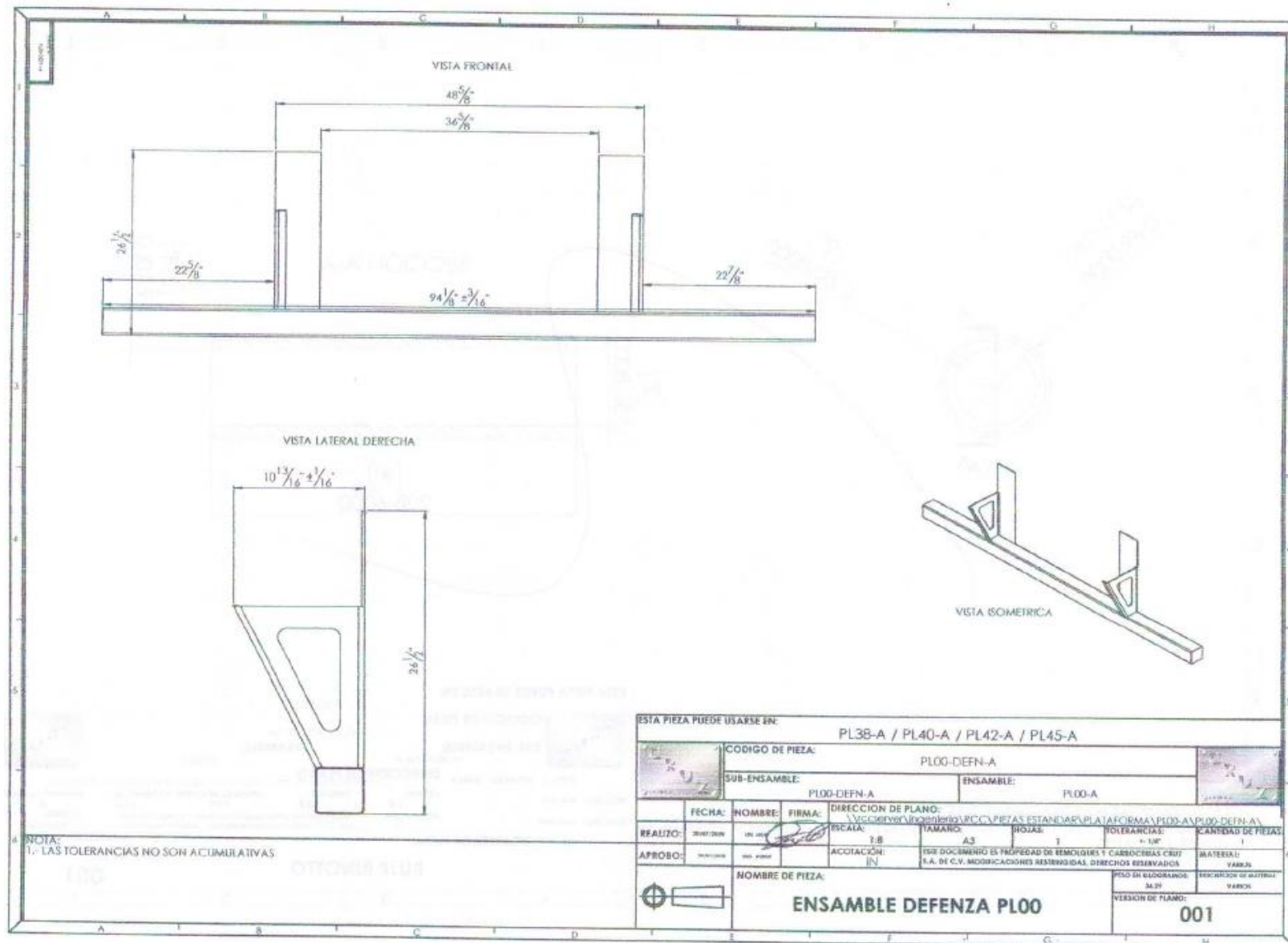


Figura A.19. Plano del ensamble de la defensa PL00 (segunda parte). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

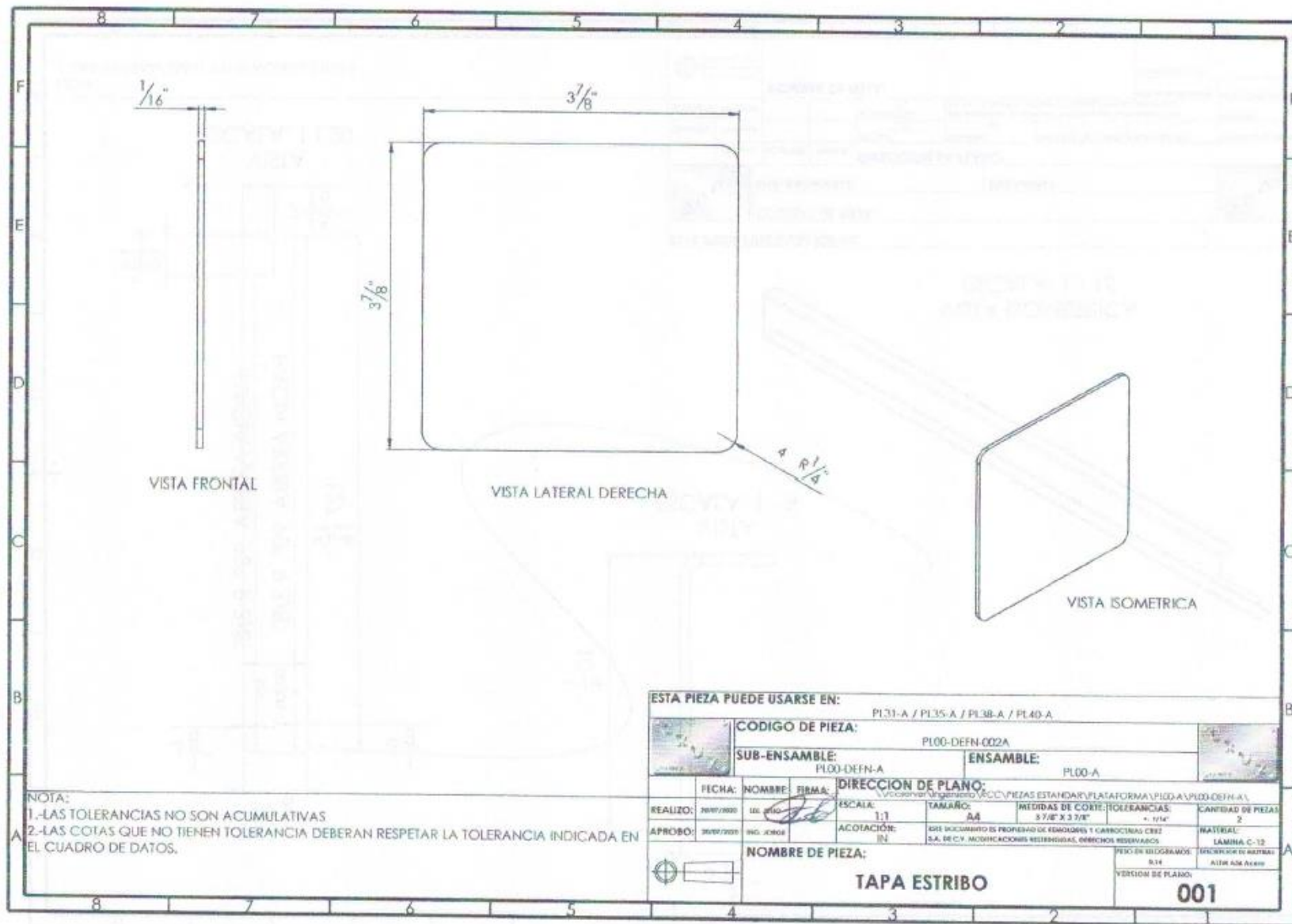


Figura A.20. Plano de la tapa estribo. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

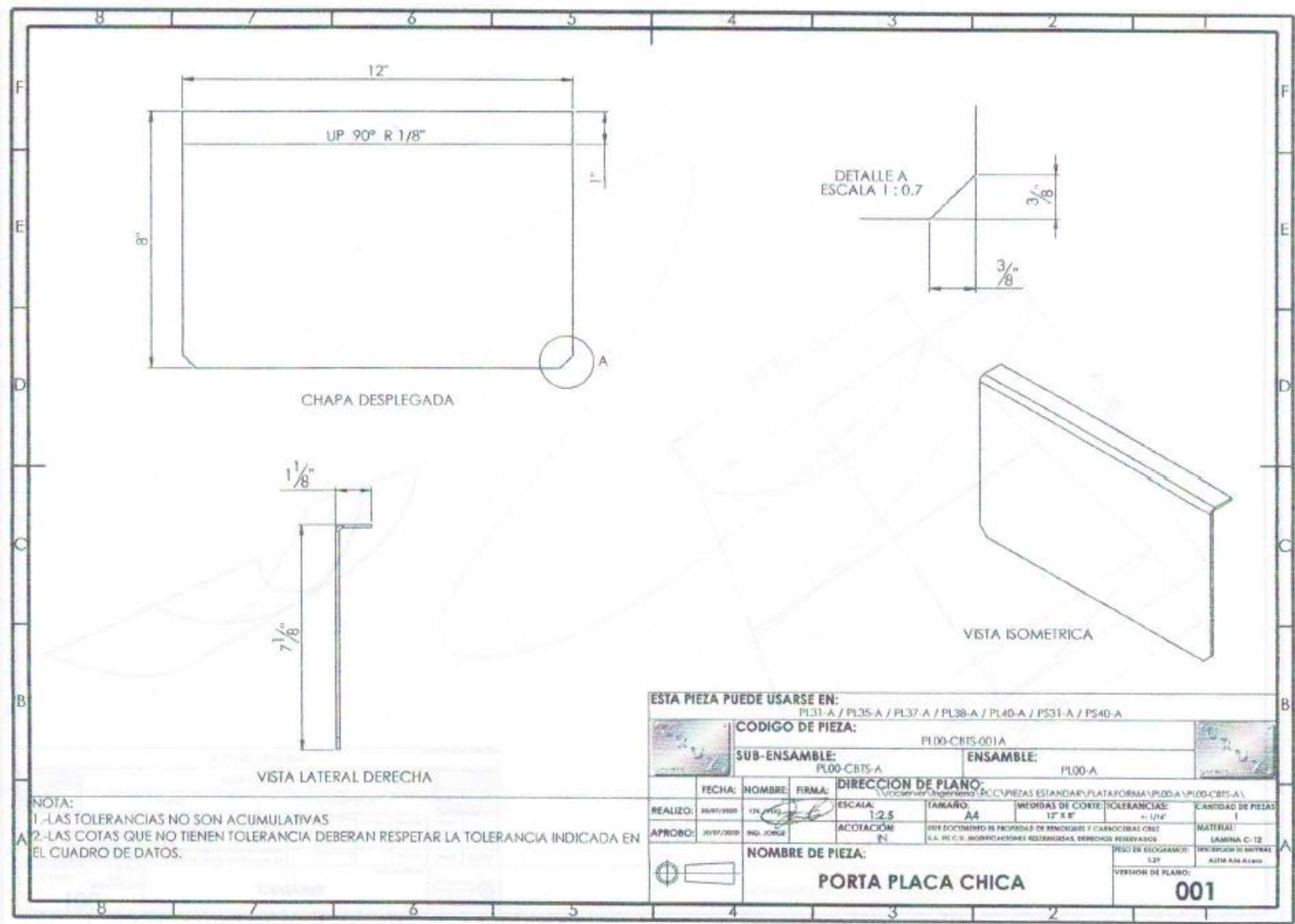


Figura A.21. Plano de la porta placa chica. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

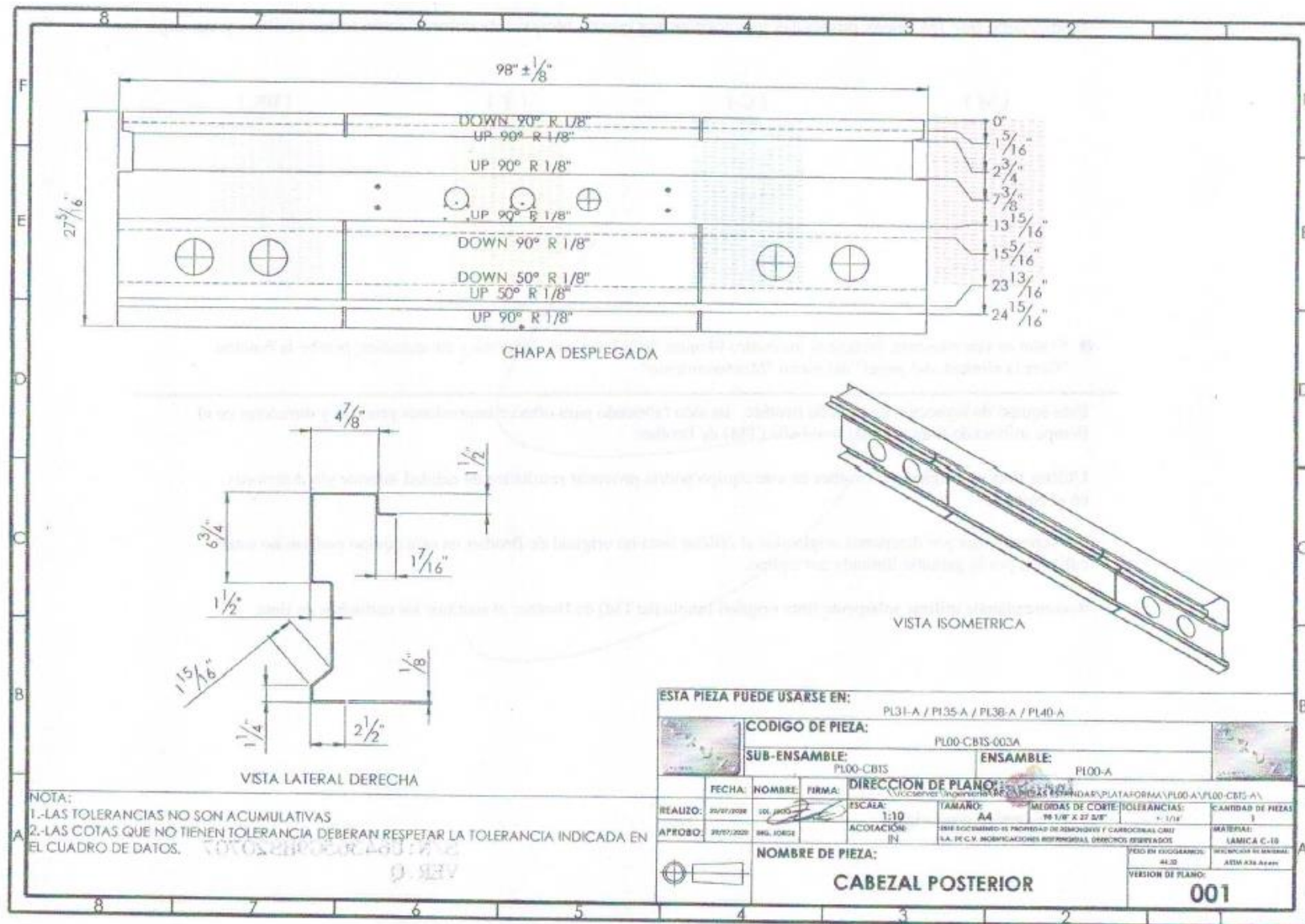


Figura A.22. Plano del cabezal posterior. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

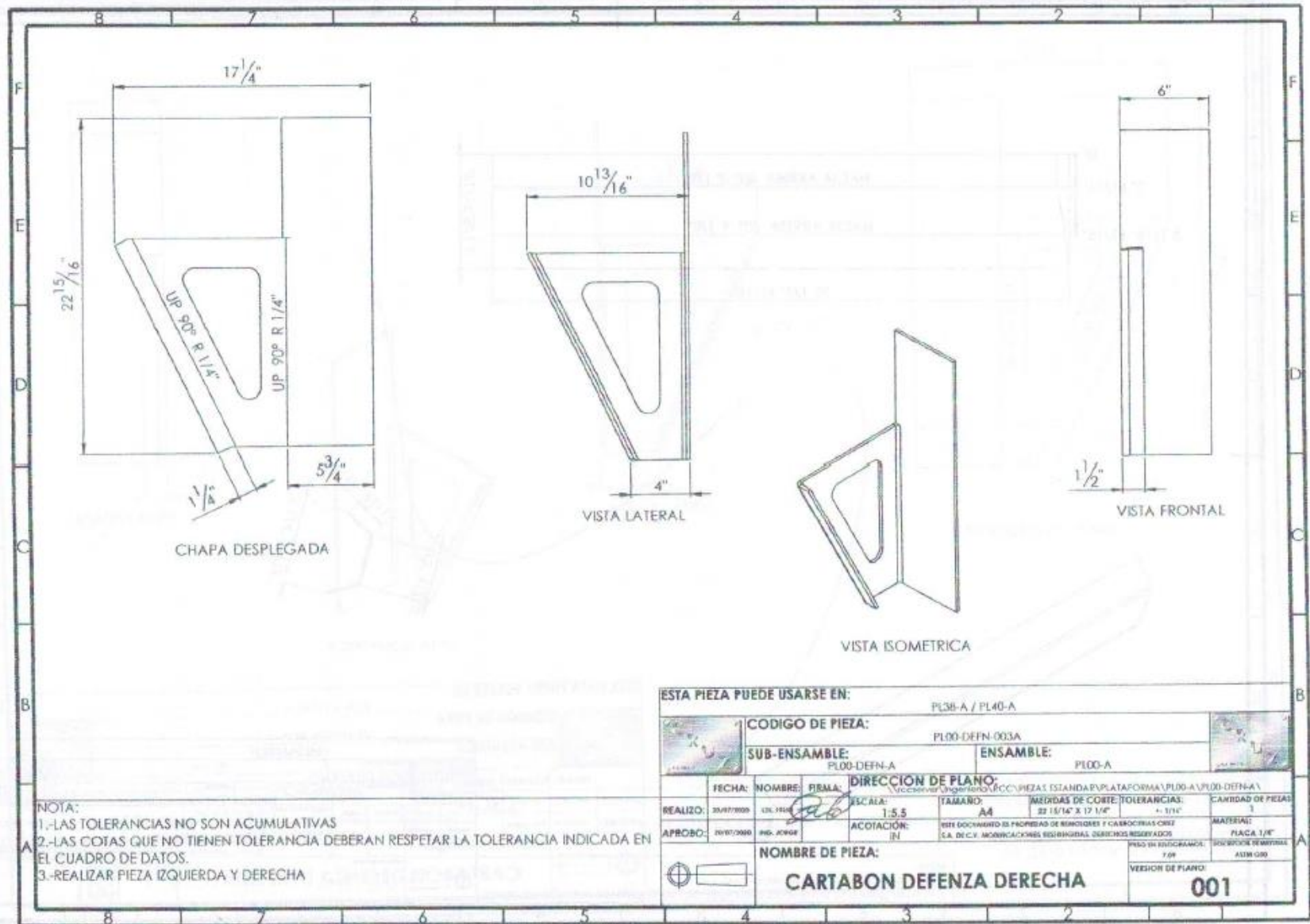


Figura A.23. Plano del cartabón de la defensa derecha. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

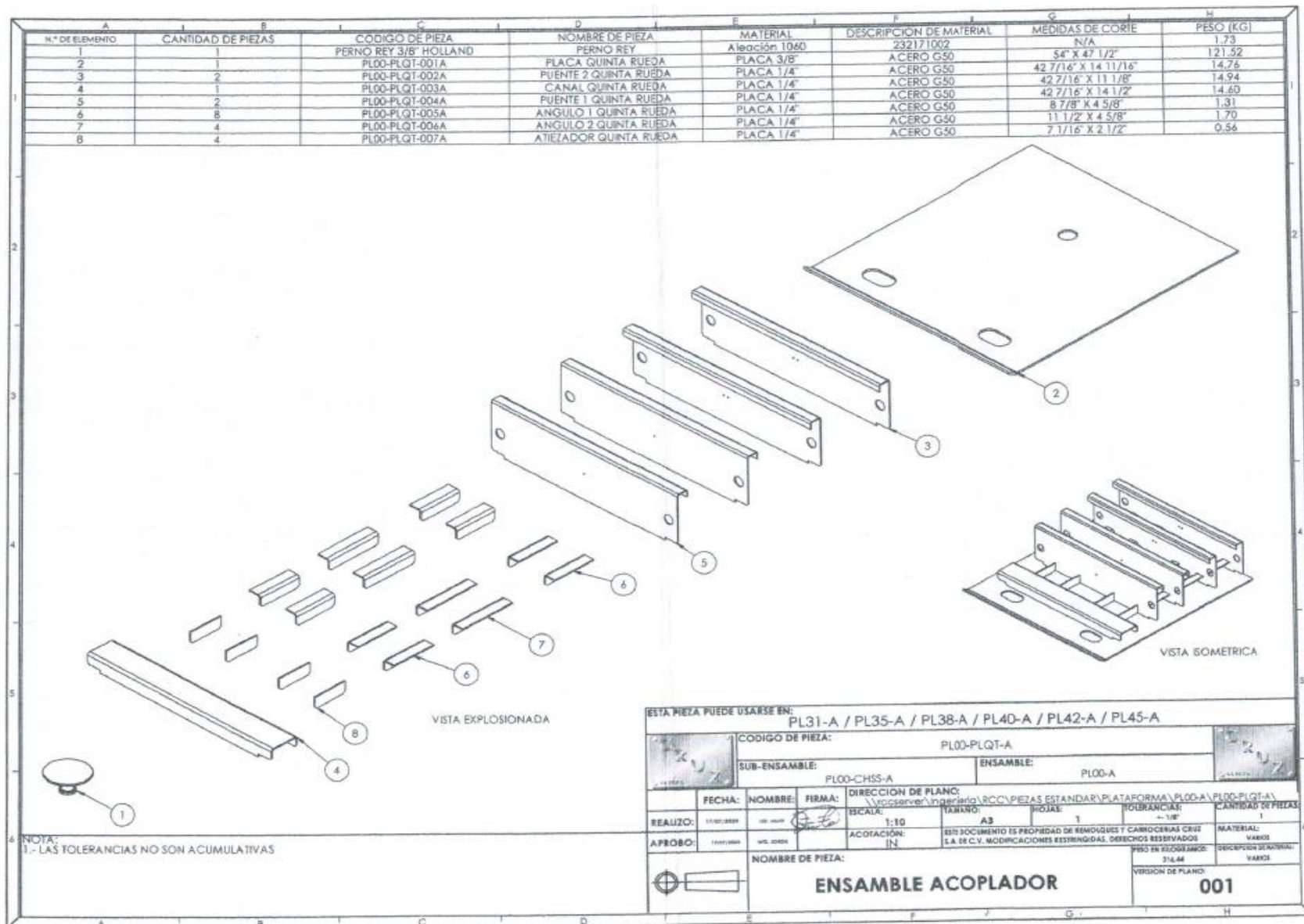


Figura A.24. Plano del ensamble acoplador. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

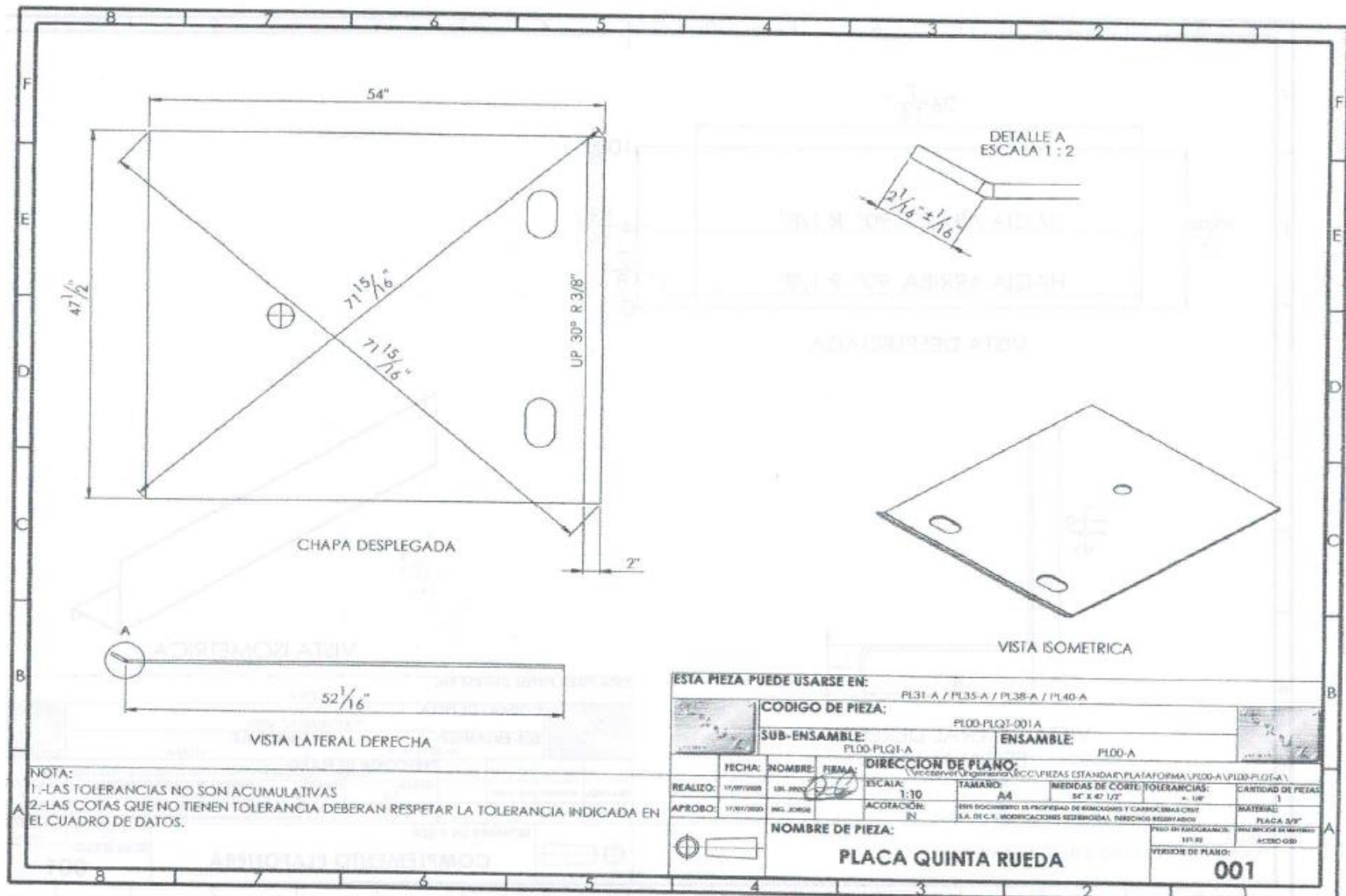


Figura A.25. Plano de la plancha quinta rueda. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

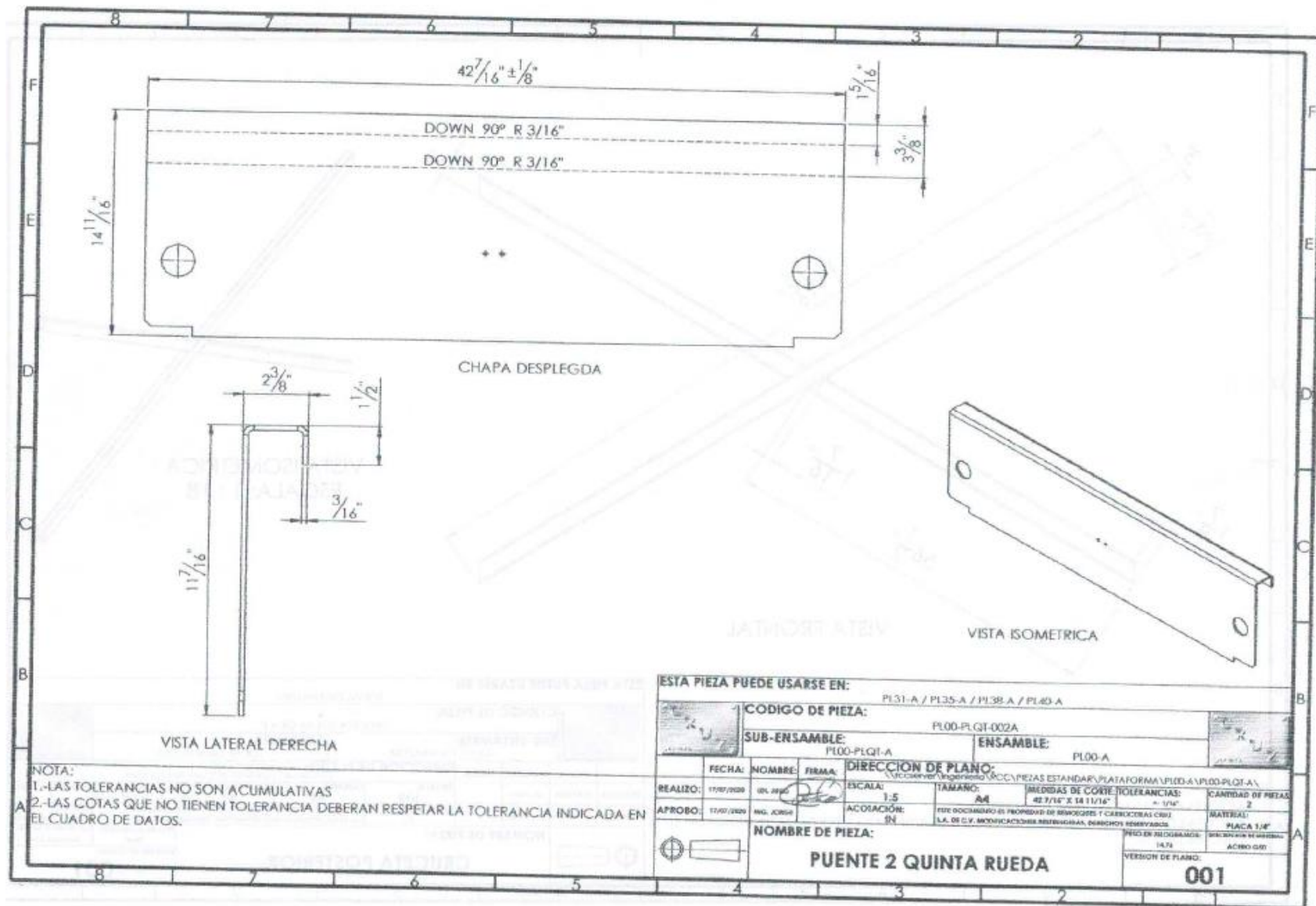


Figura A.26. Plano del puente 2 quinta rueda. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

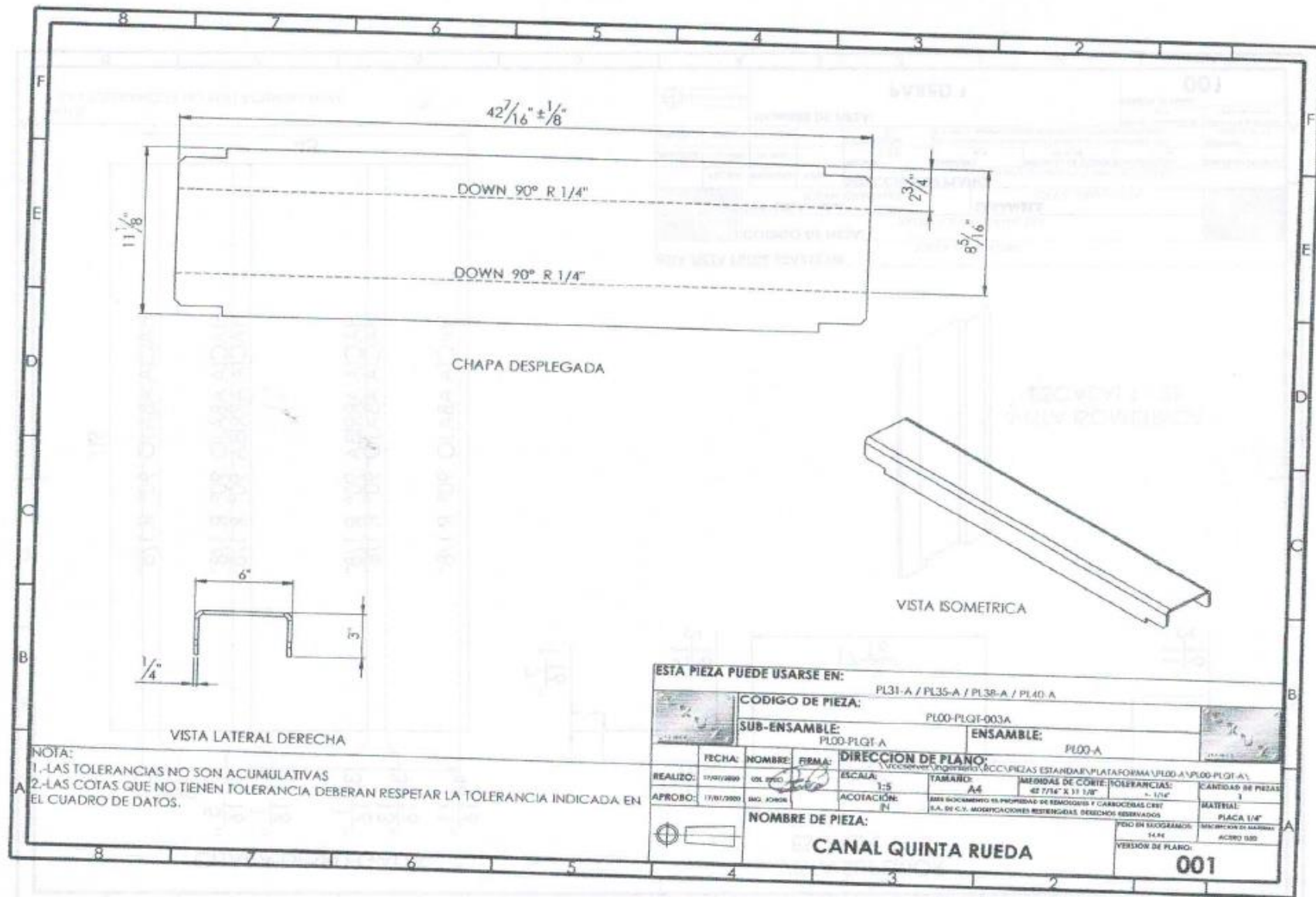


Figura A.27. Plano del canal quinta rueda. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

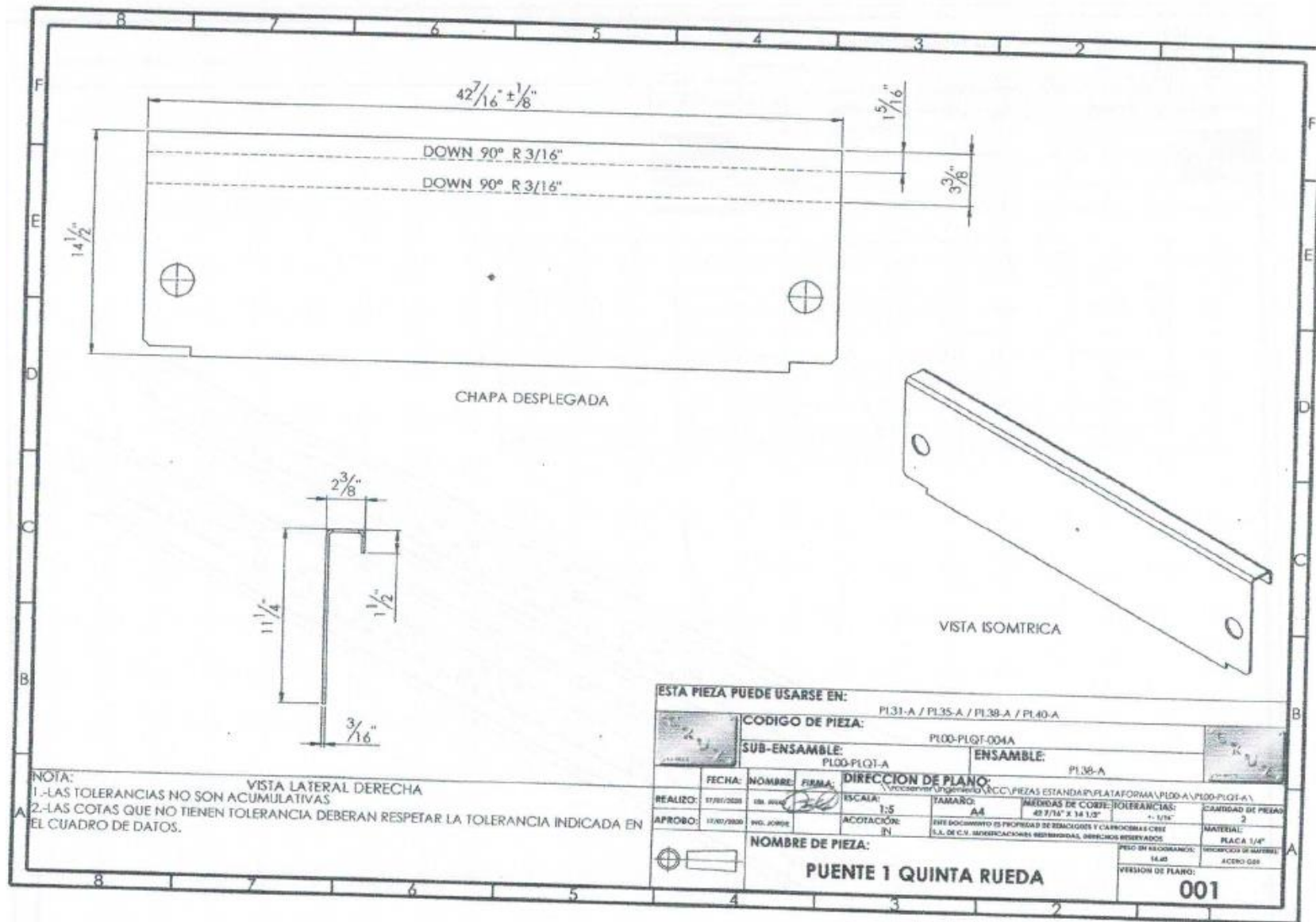


Figura A.28. Plano del puente 1 quinta rueda. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

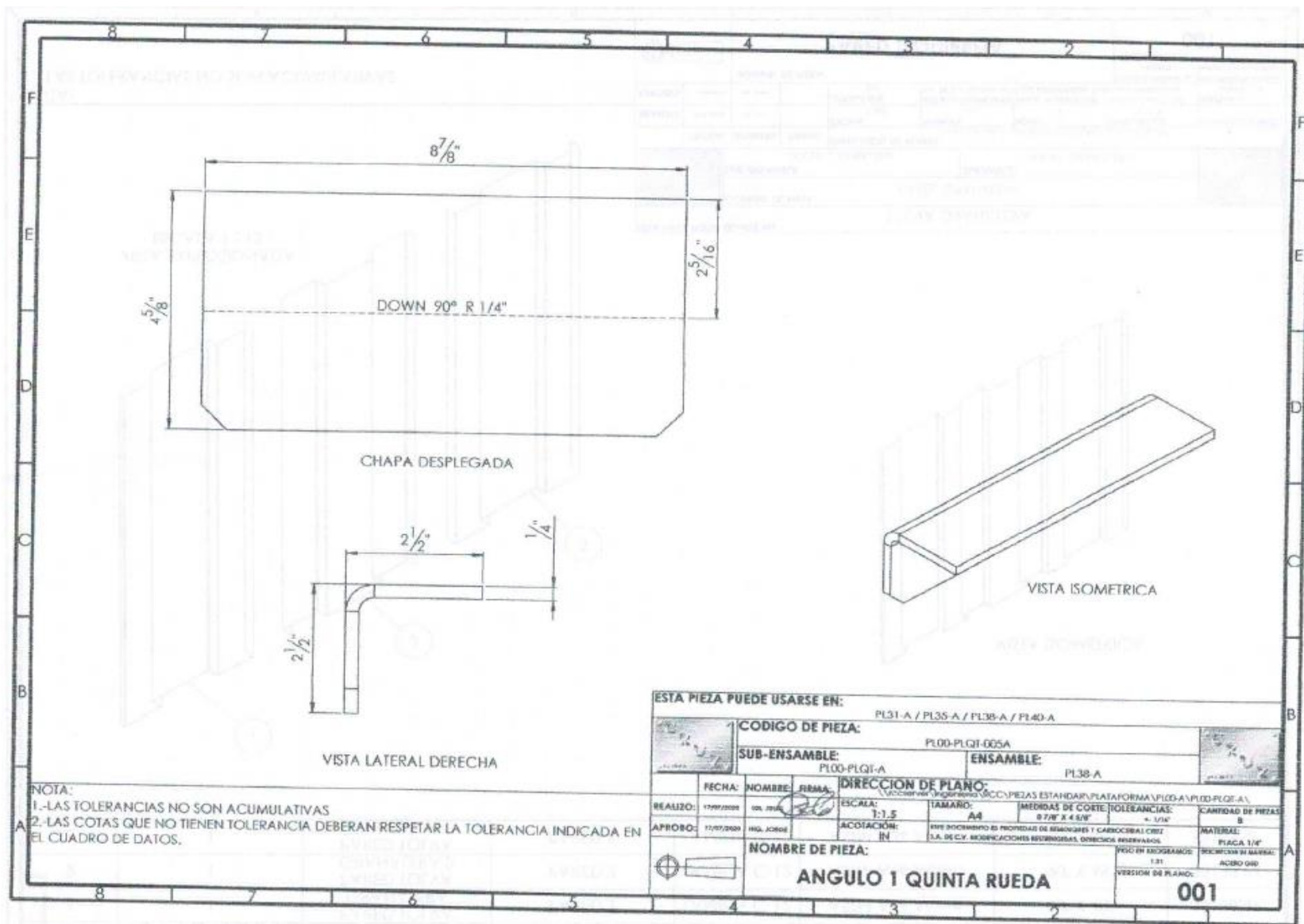


Figura A.29. Plano del ángulo 1 quinta rueda (primera parte). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

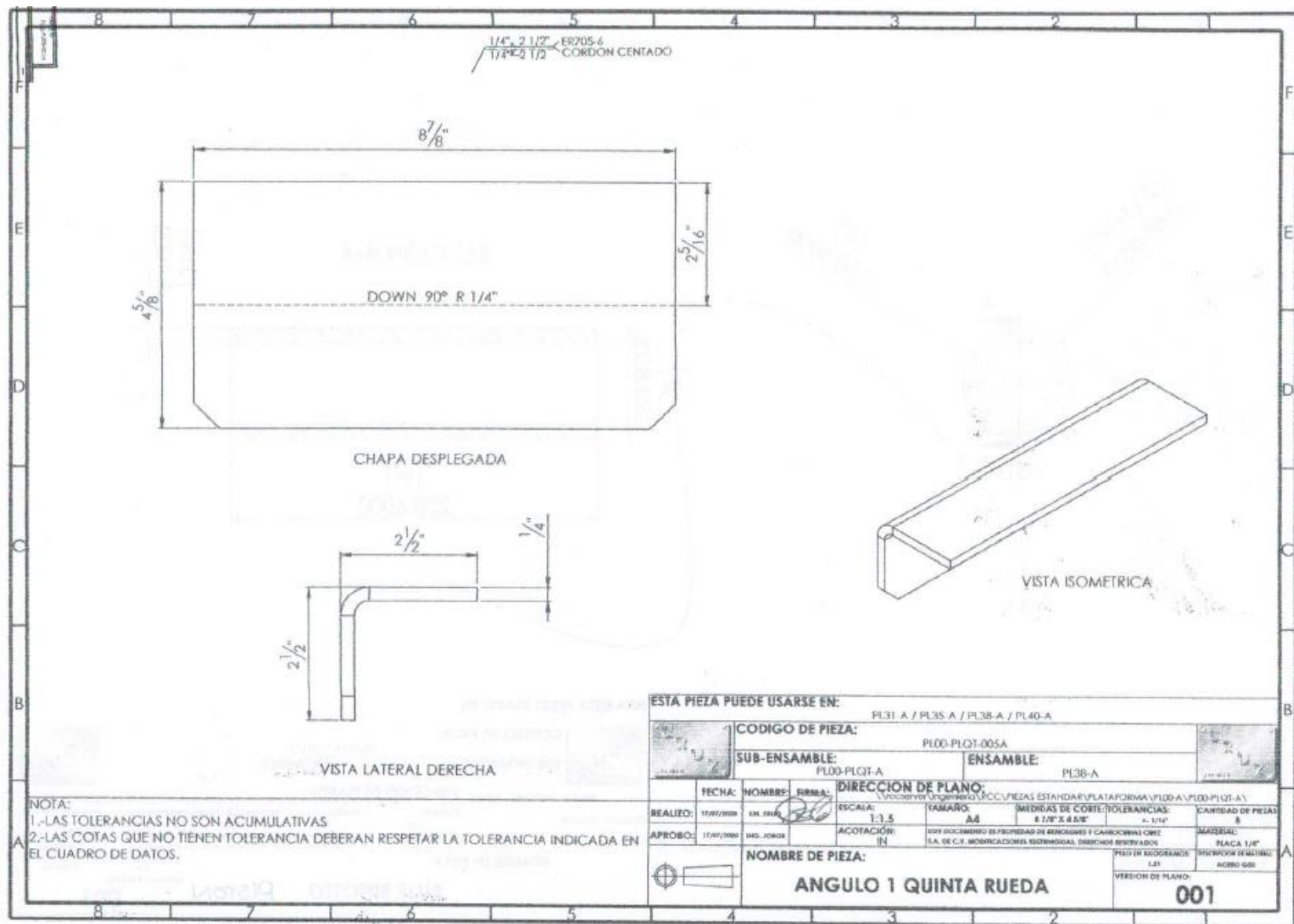


Figura A.30. Plano del ángulo 1 quinta rueda (segunda parte). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

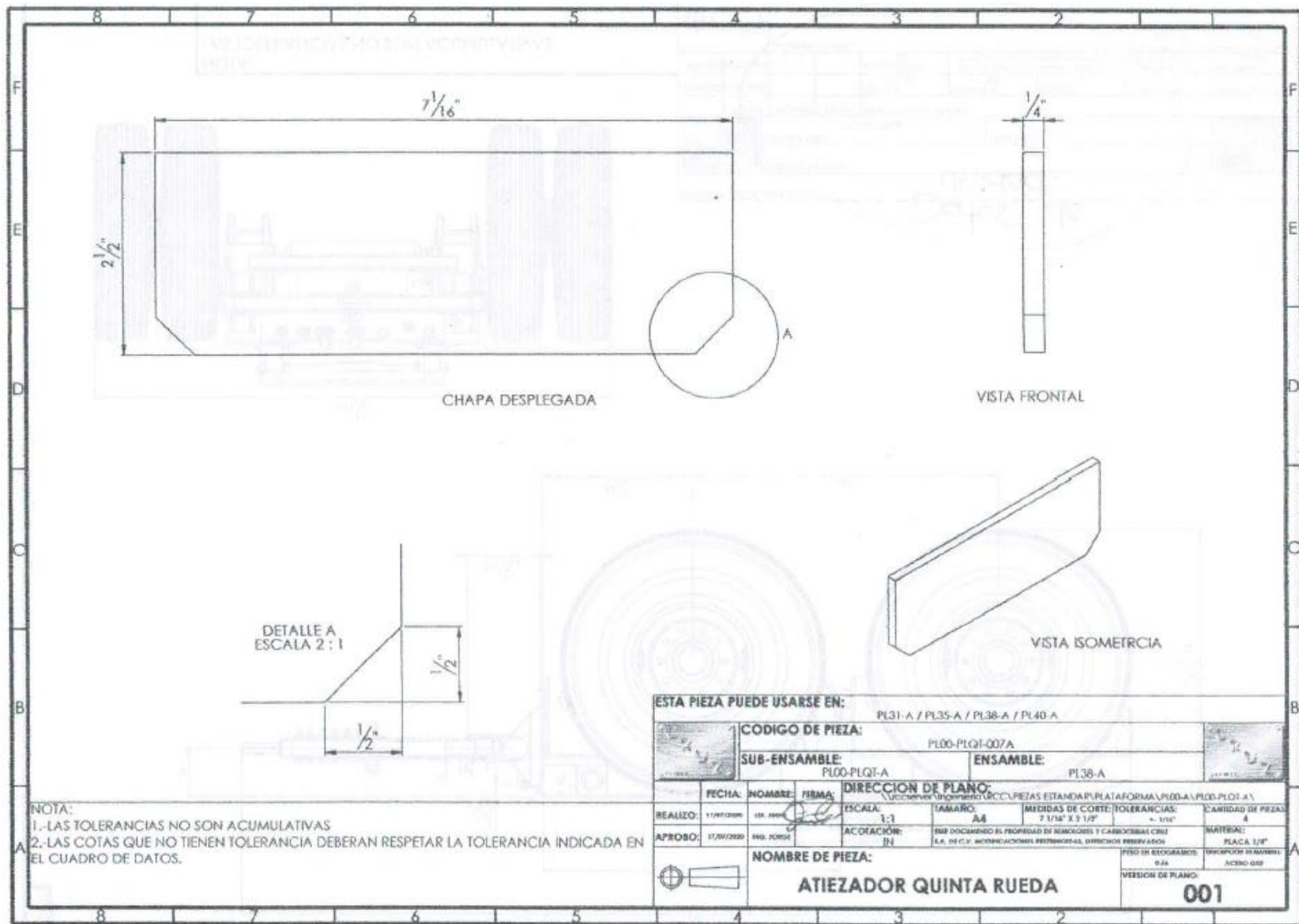


Figura A.31. Plano del atiezador quinta rueda. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

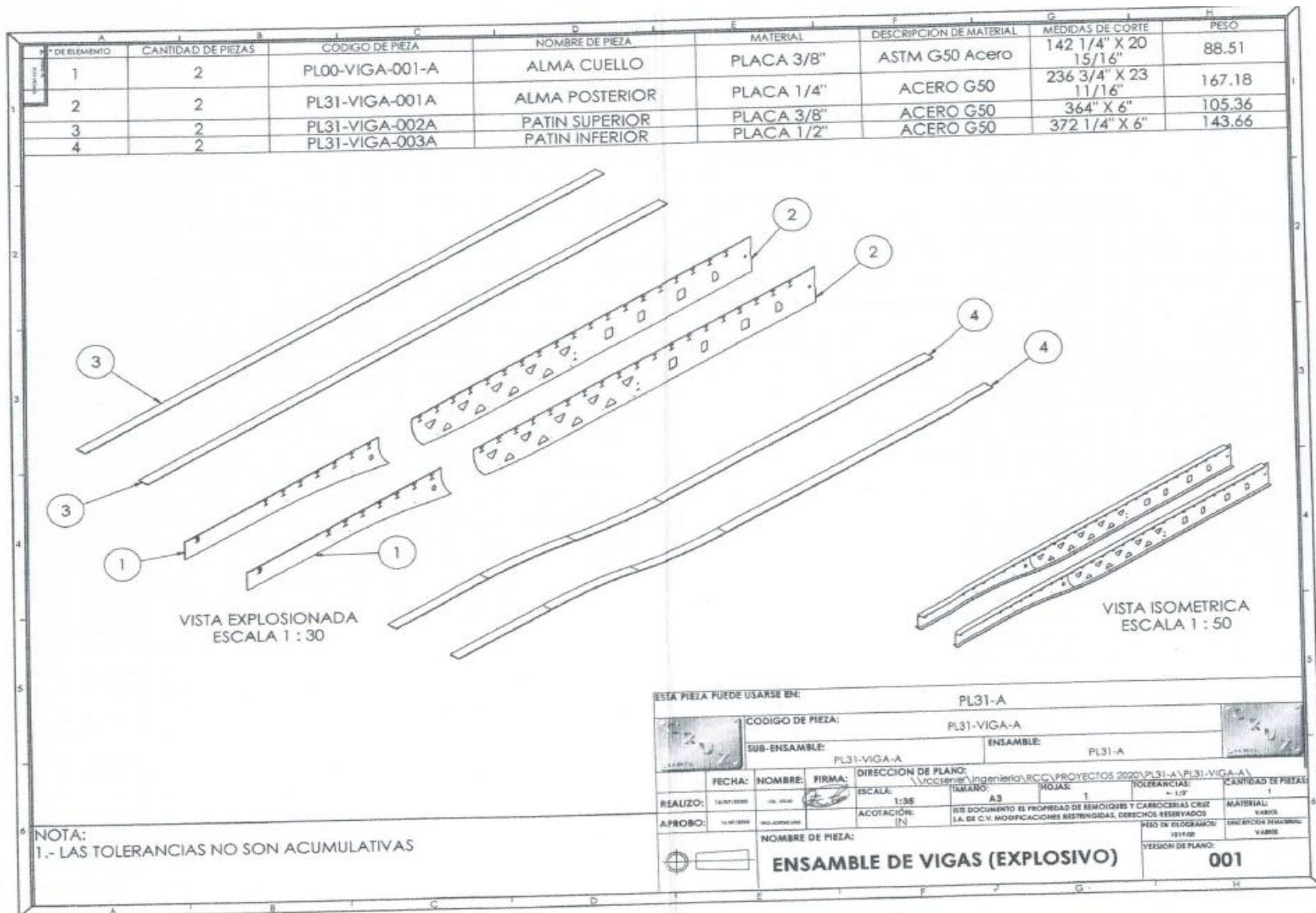


Figura A.32. Plano del ensamble de vigas (explosivo). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

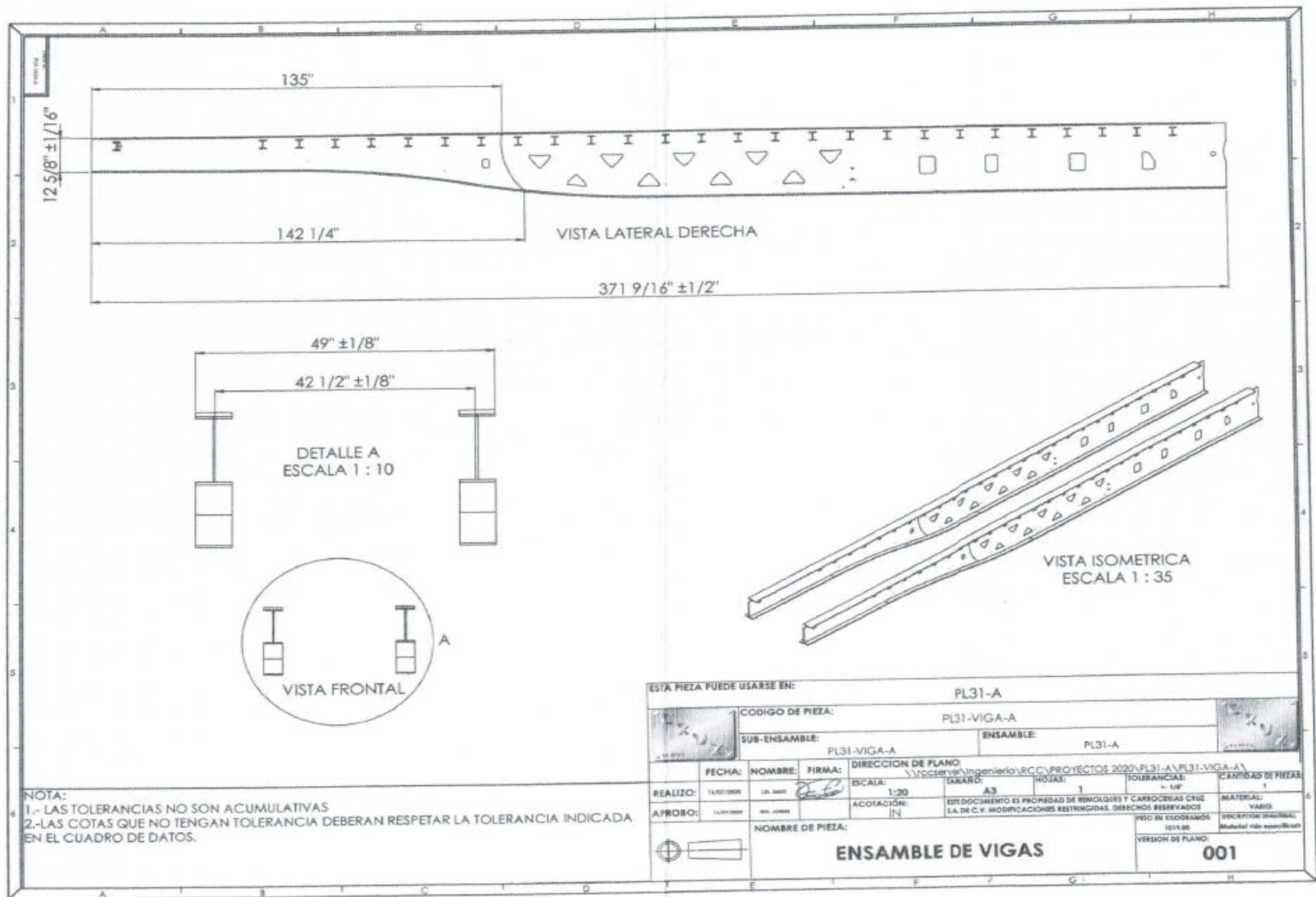


Figura A.33. Plano del ensamble de vigas (explosivo). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

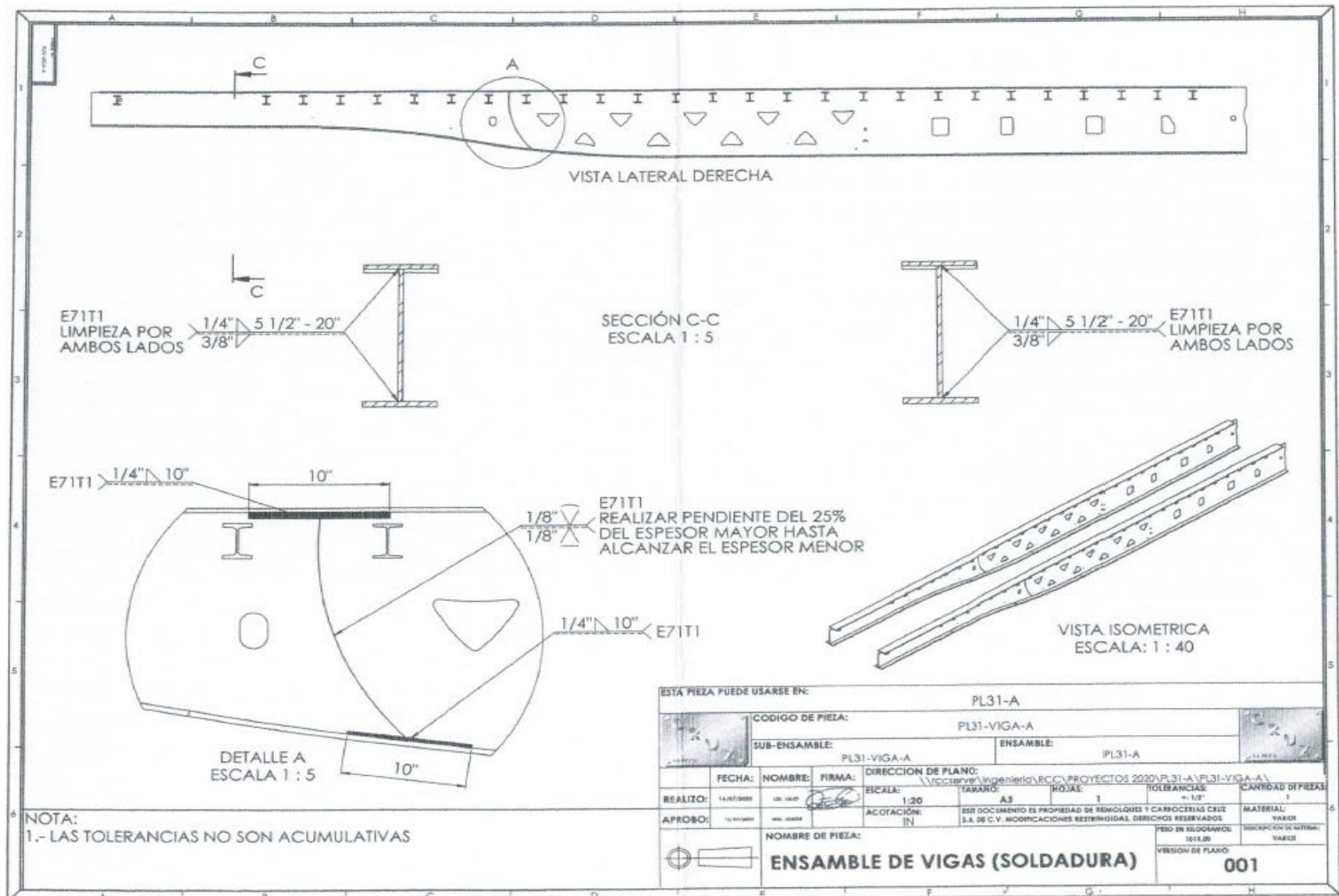


Figura A.34. Plano del ensamble de vigas (soldadura). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

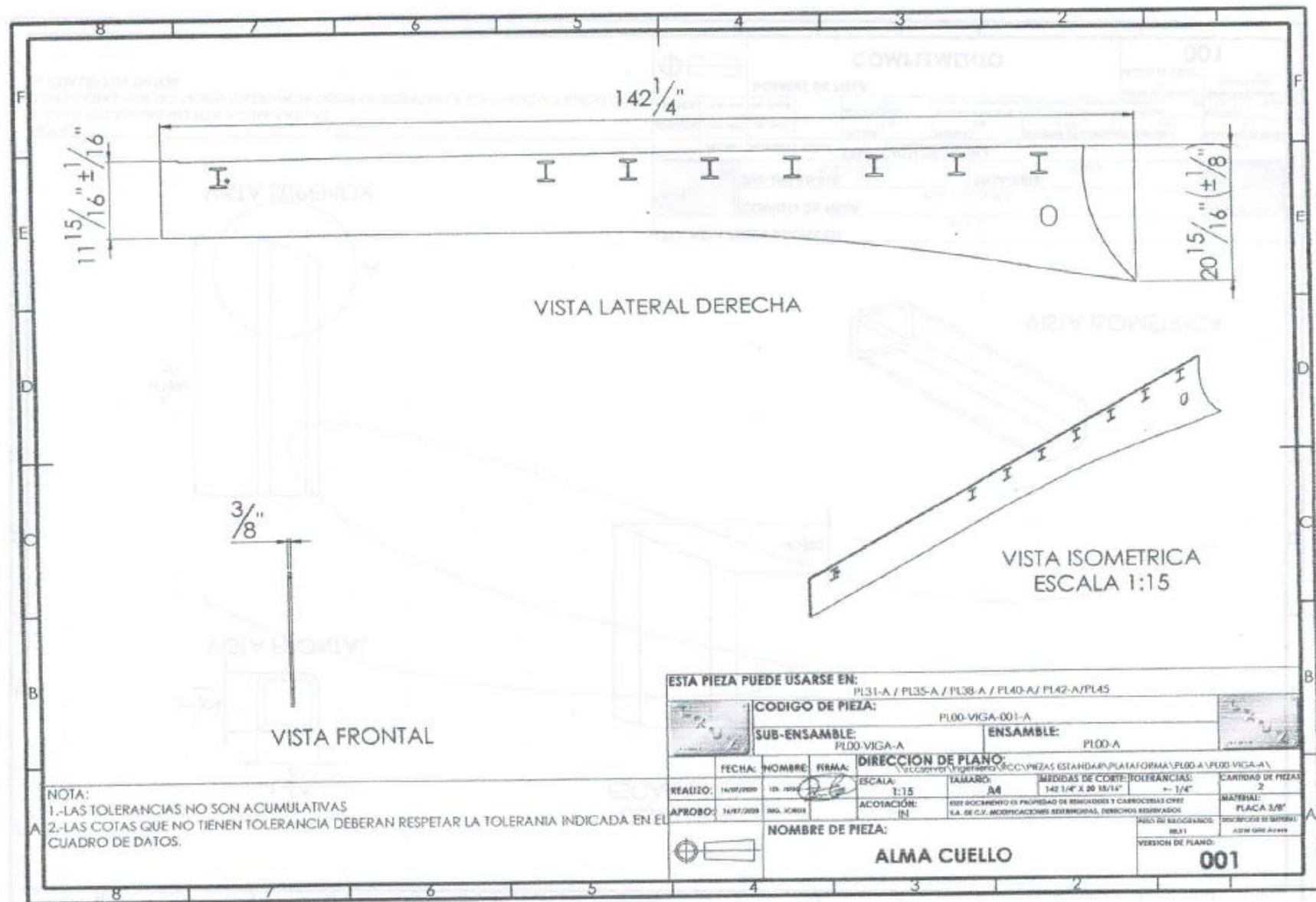


Figura A.35. Plano del alma cuello. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

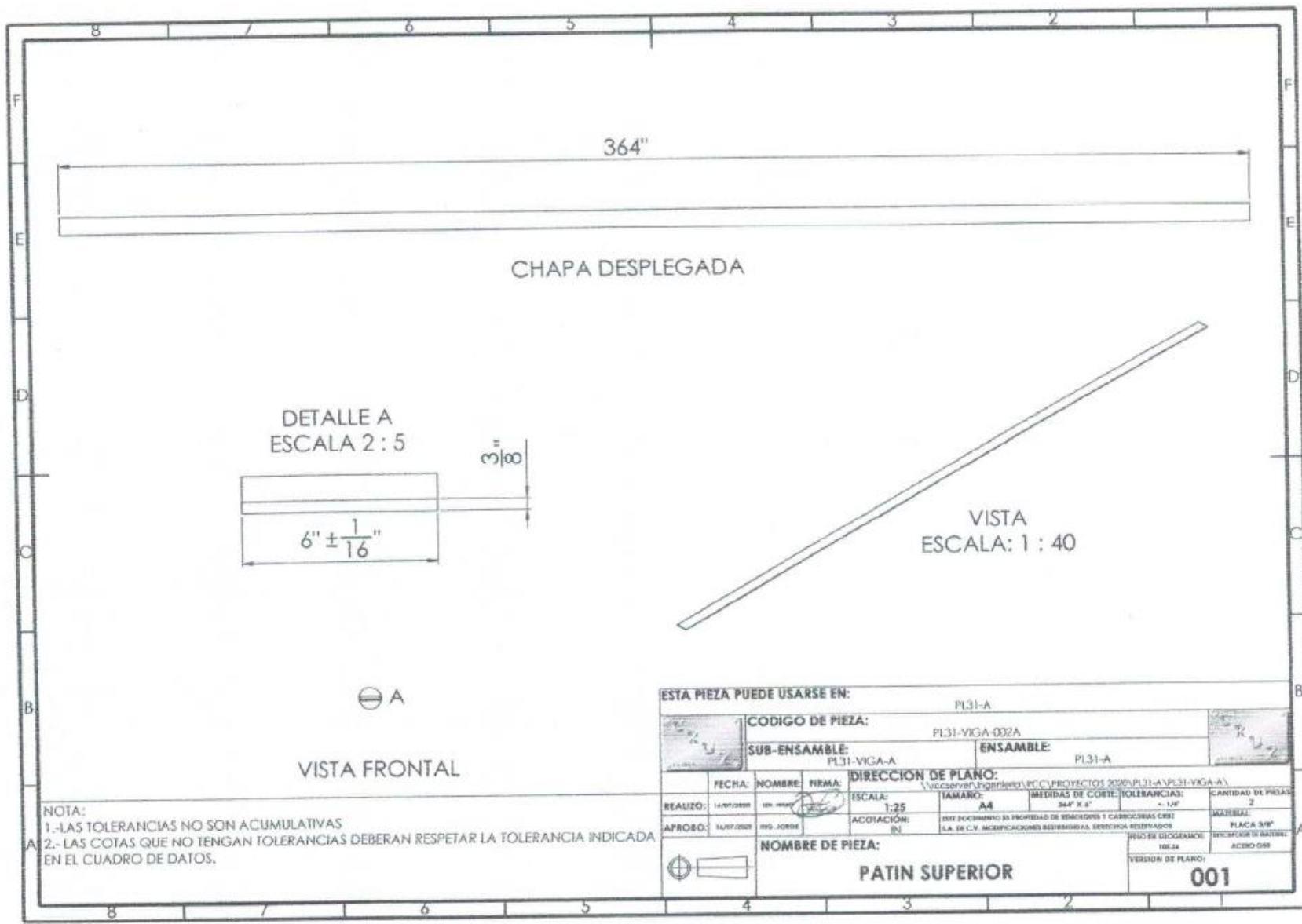


Figura A.37. Plano del patin superior. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

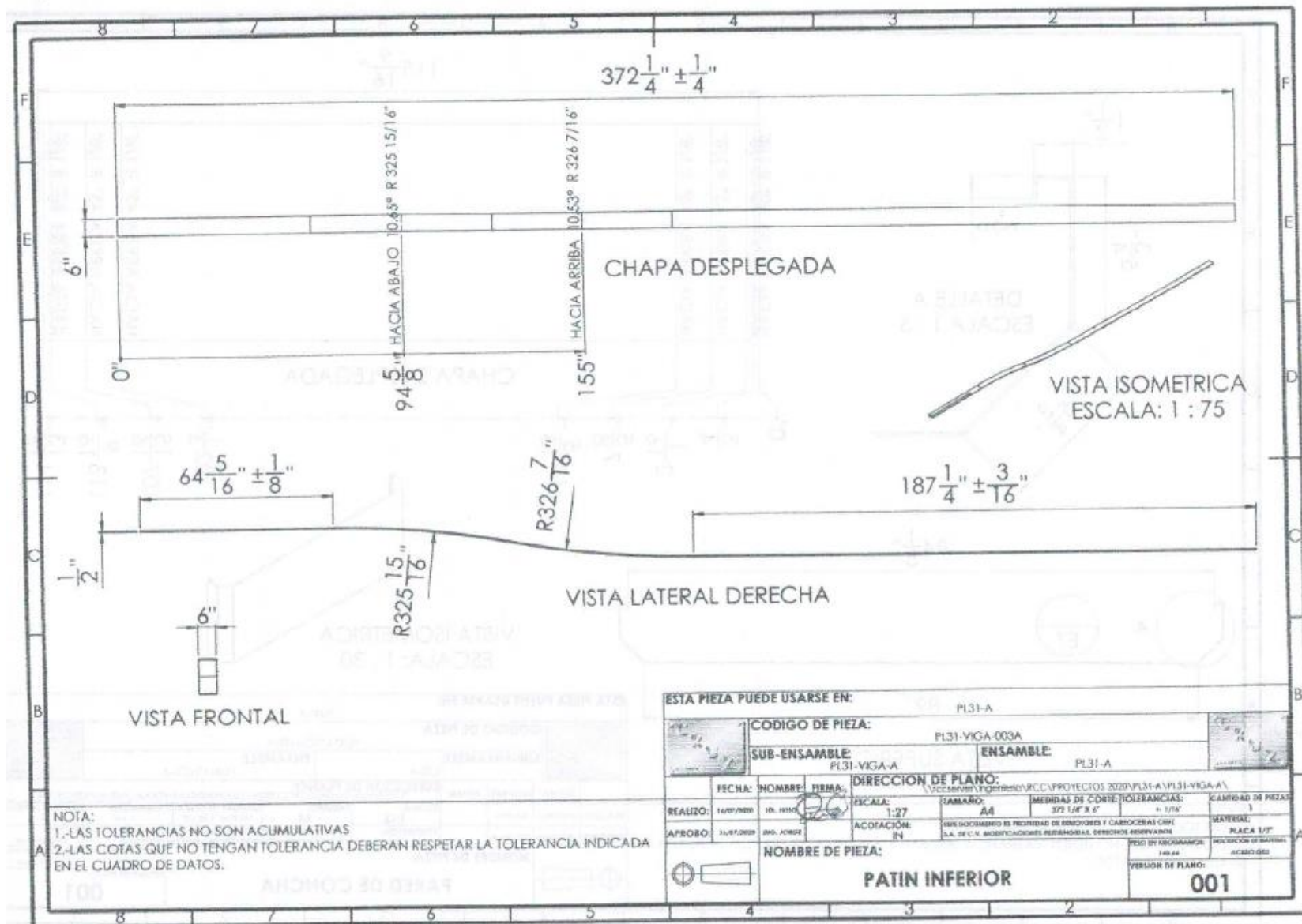


Figura A.38. Plano del patín inferior. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

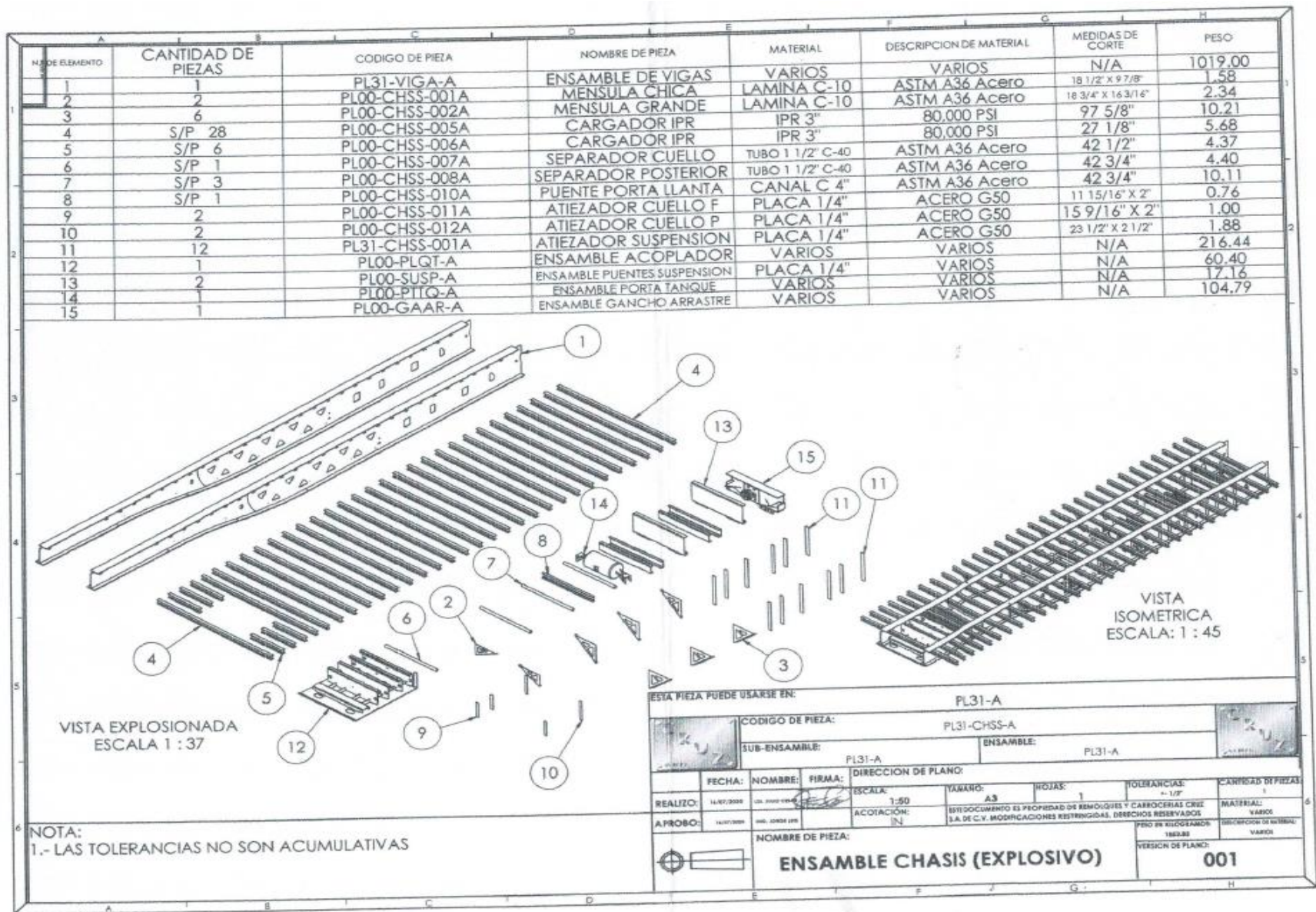


Figura A.39. Plano del ensamble del chasis (explosivo). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

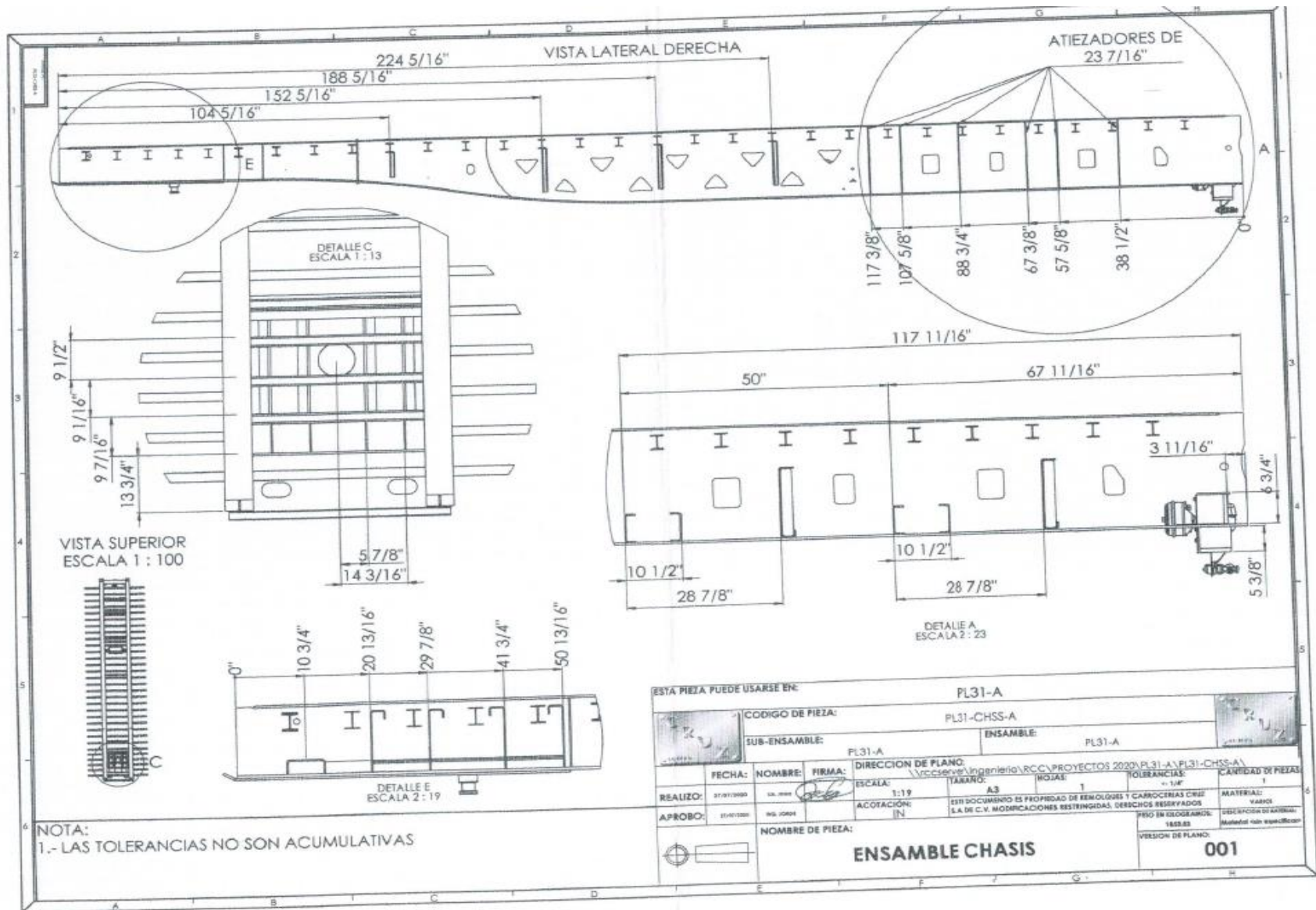


Figura A.40. Plano del ensamble del chasis. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

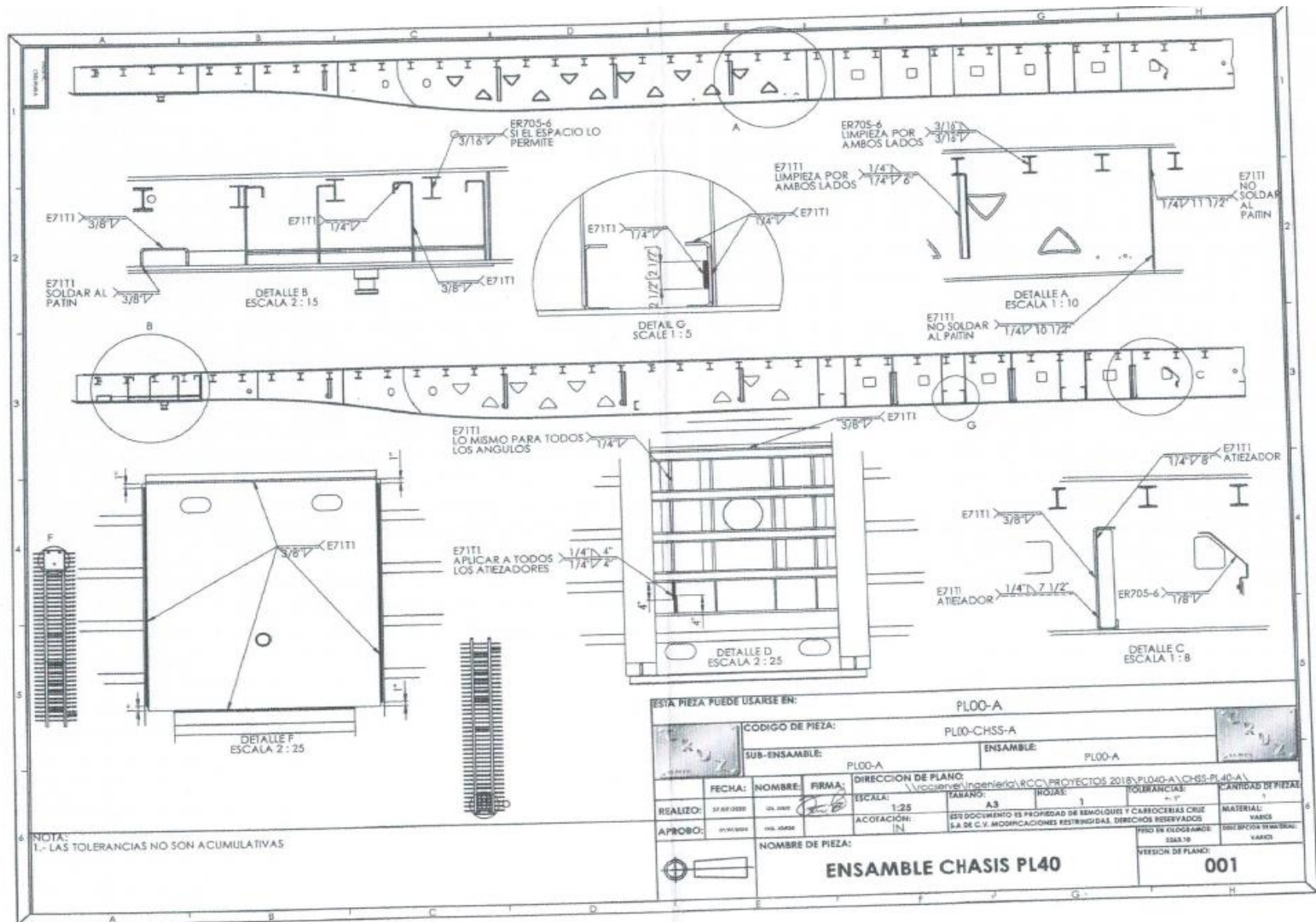


Figura A.41. Plano del ensamble del chasis de PL40. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

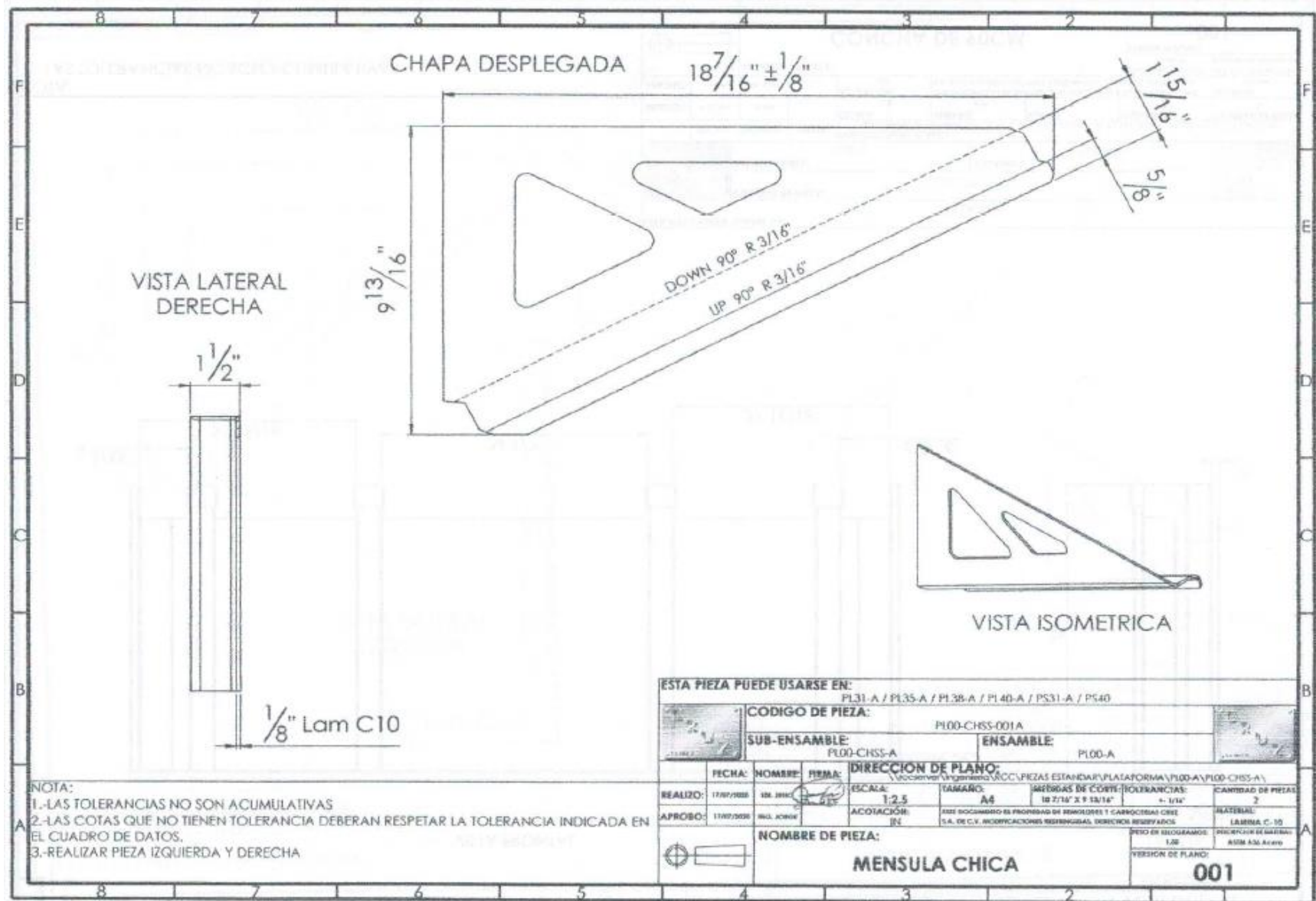


Figura A.42. Plano de la ménsula chica. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

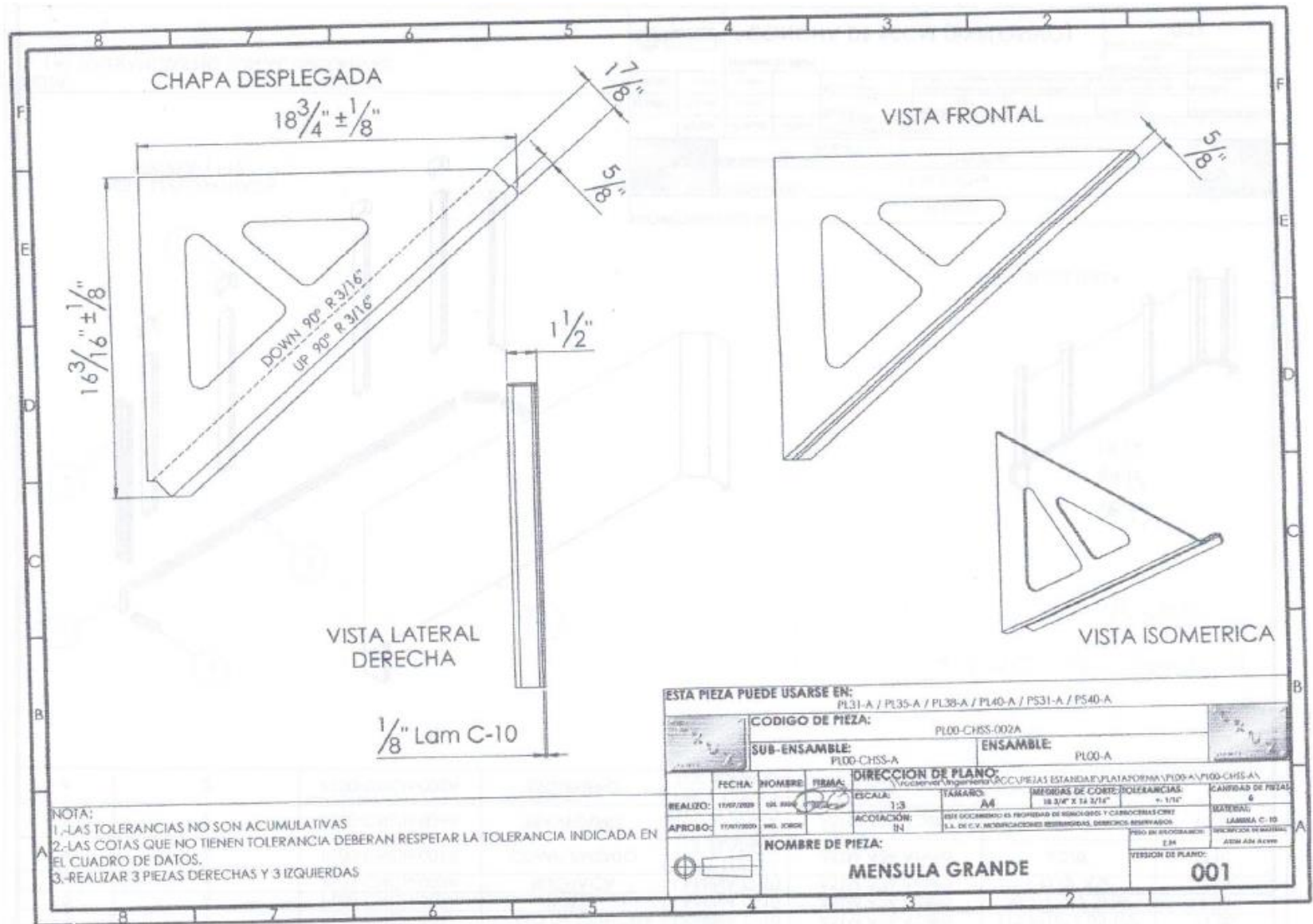


Figura A.43. Plano de la ménsula grande. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

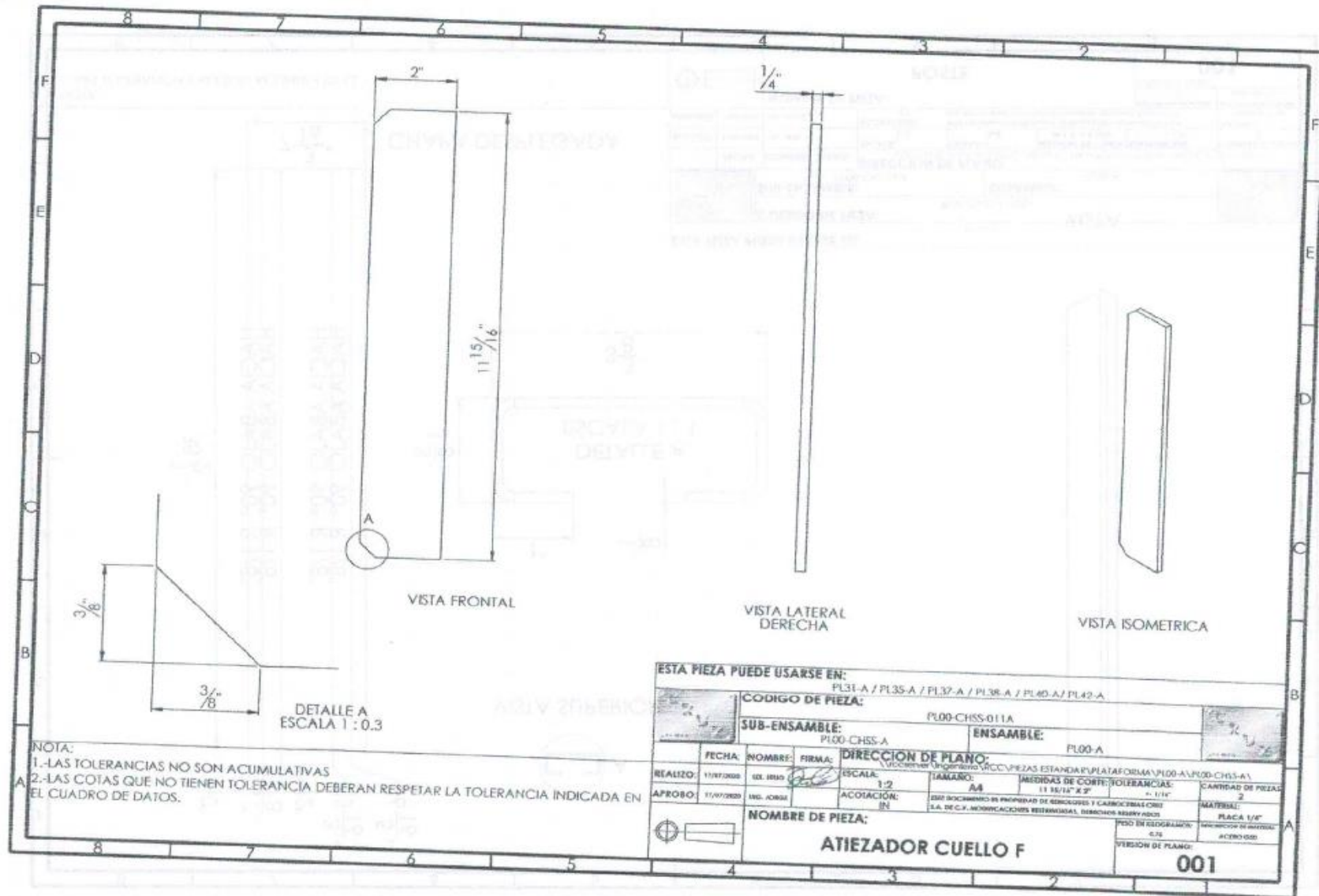


Figura A.44. Plano del atiezador cuello F. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

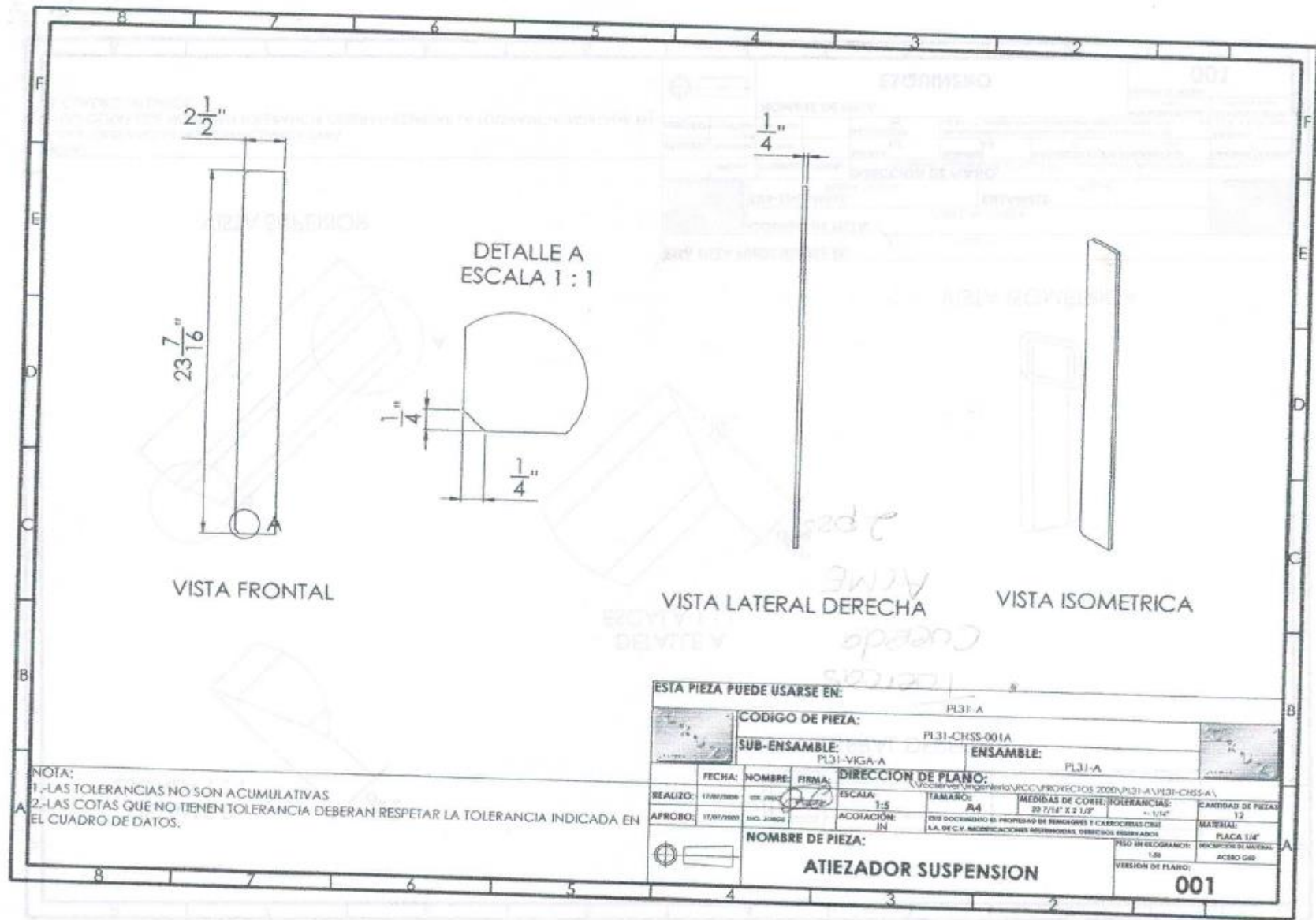


Figura A.46. Plano del atiezador suspensión. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

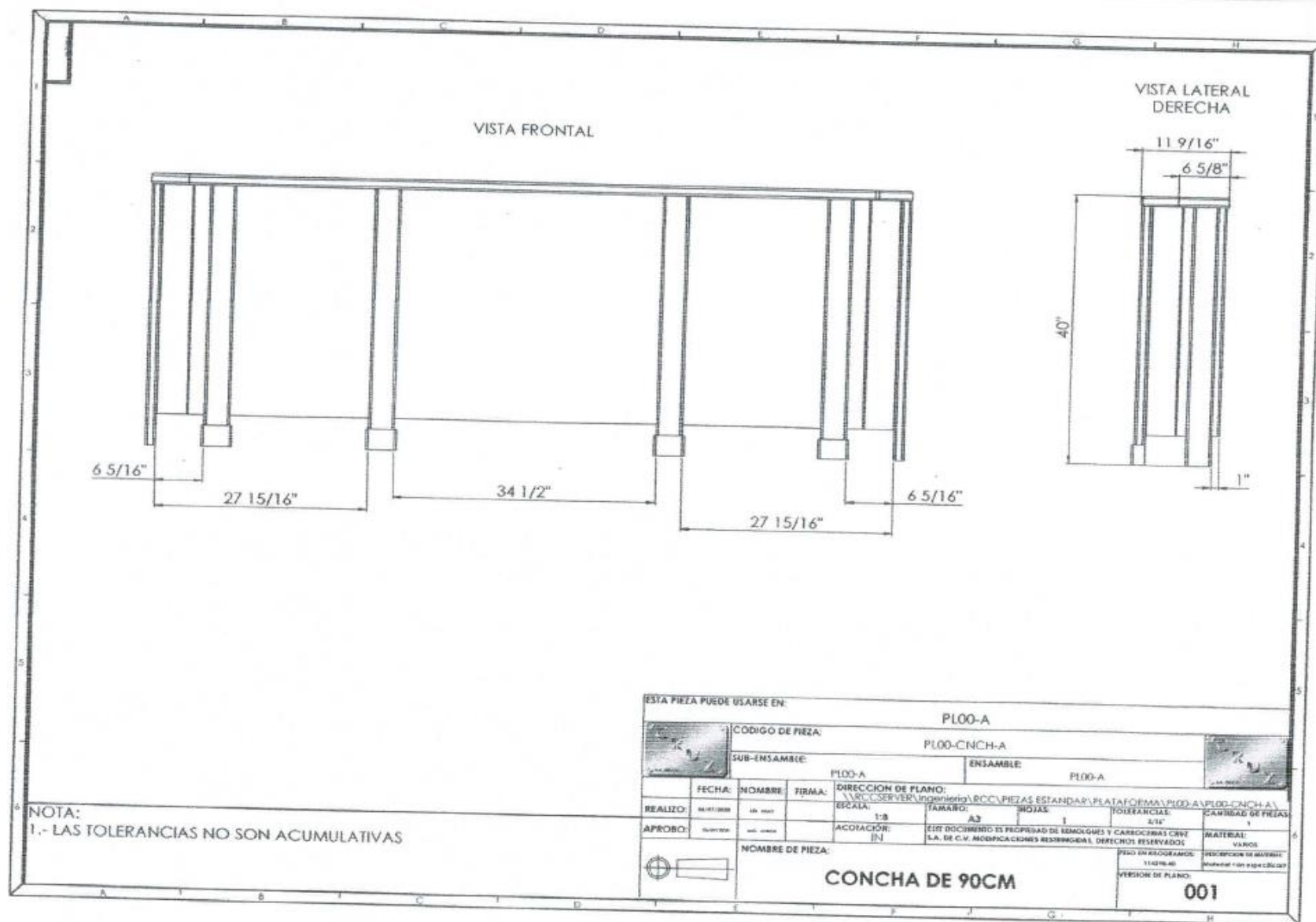


Figura A.47. Plano de la concha de 90 cm. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

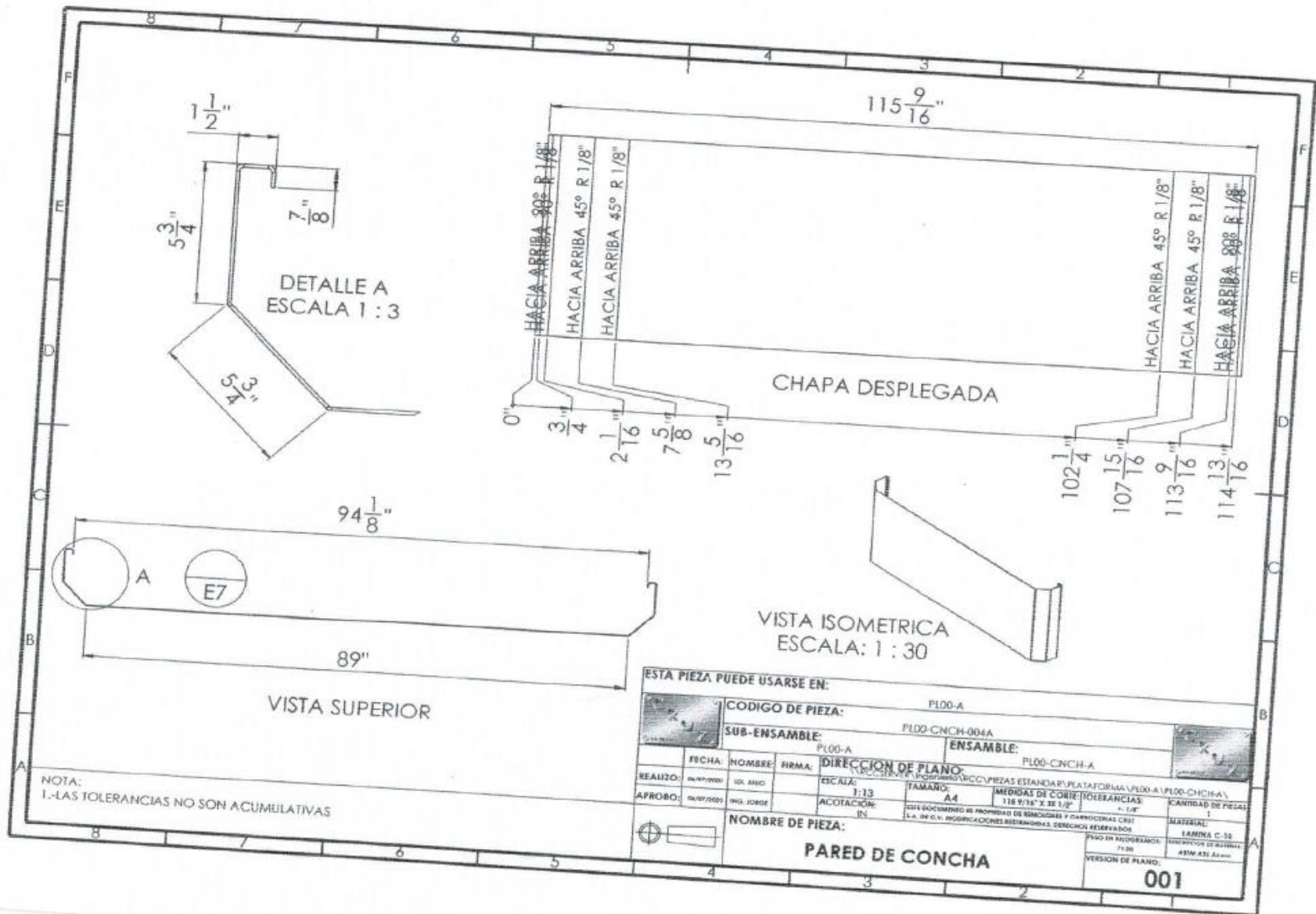


Figura A.48. Plano de la pared de la concha. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

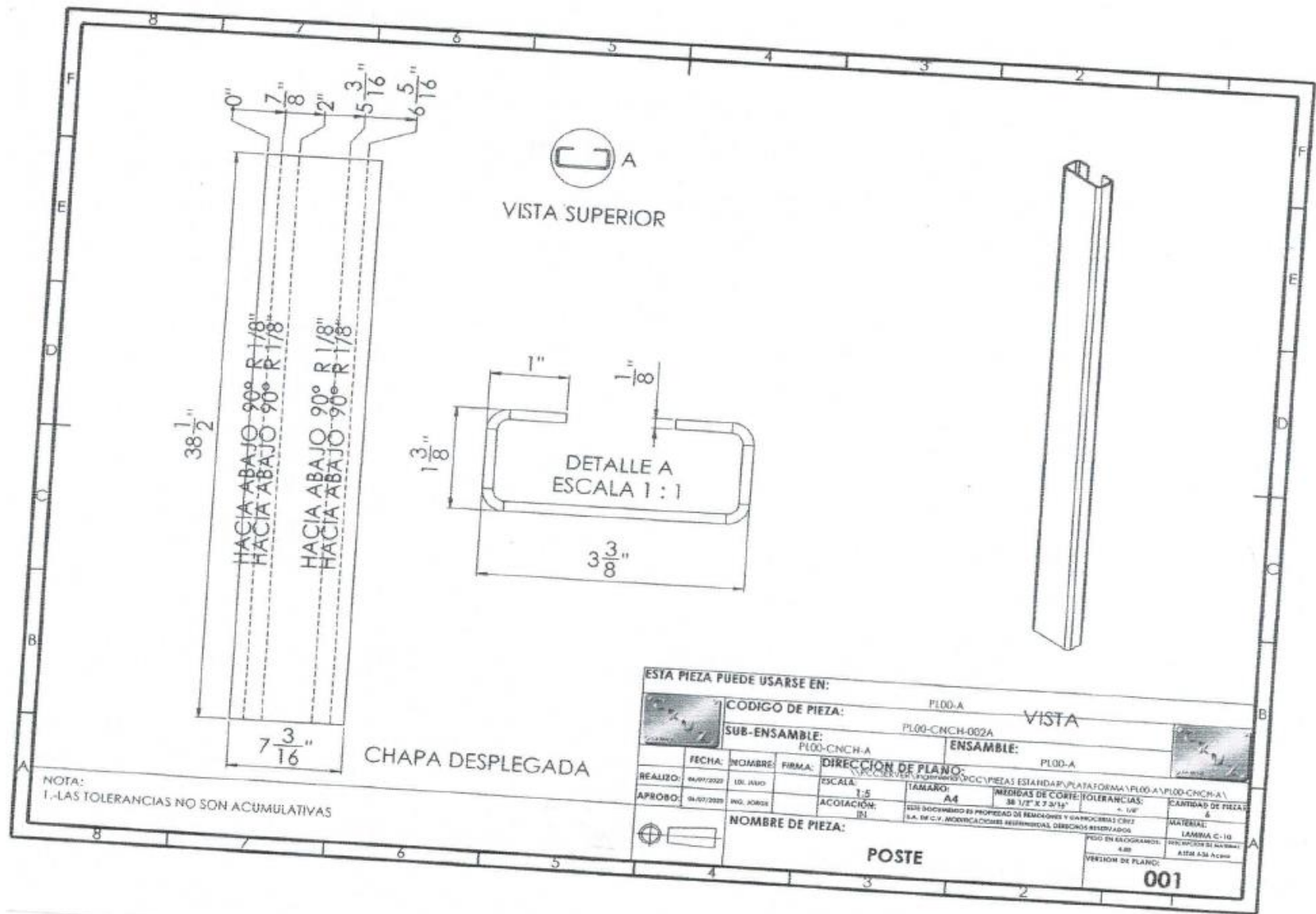


Figura A.49. Plano del poste. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

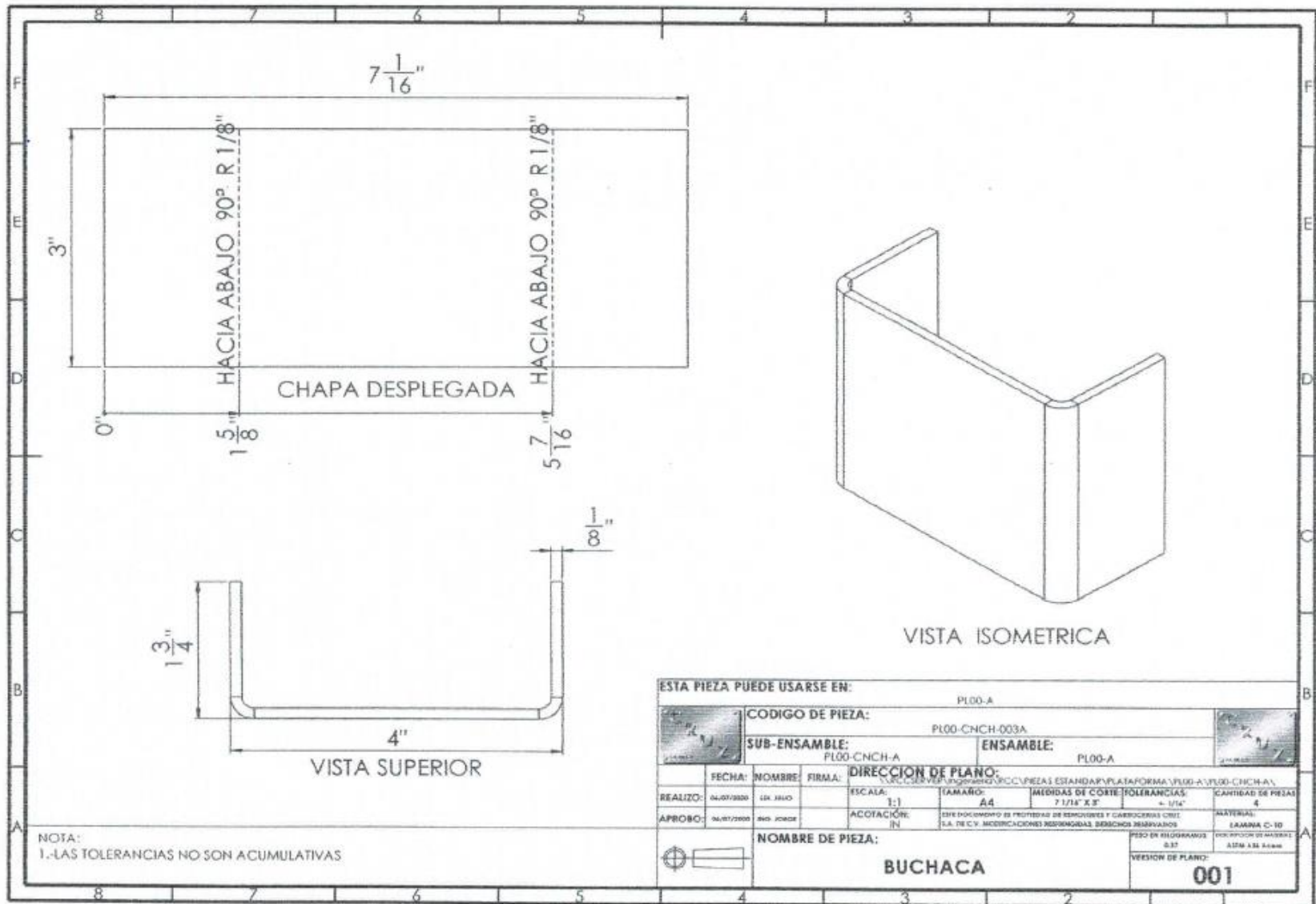


Figura A.50. Plano de la buchaca. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

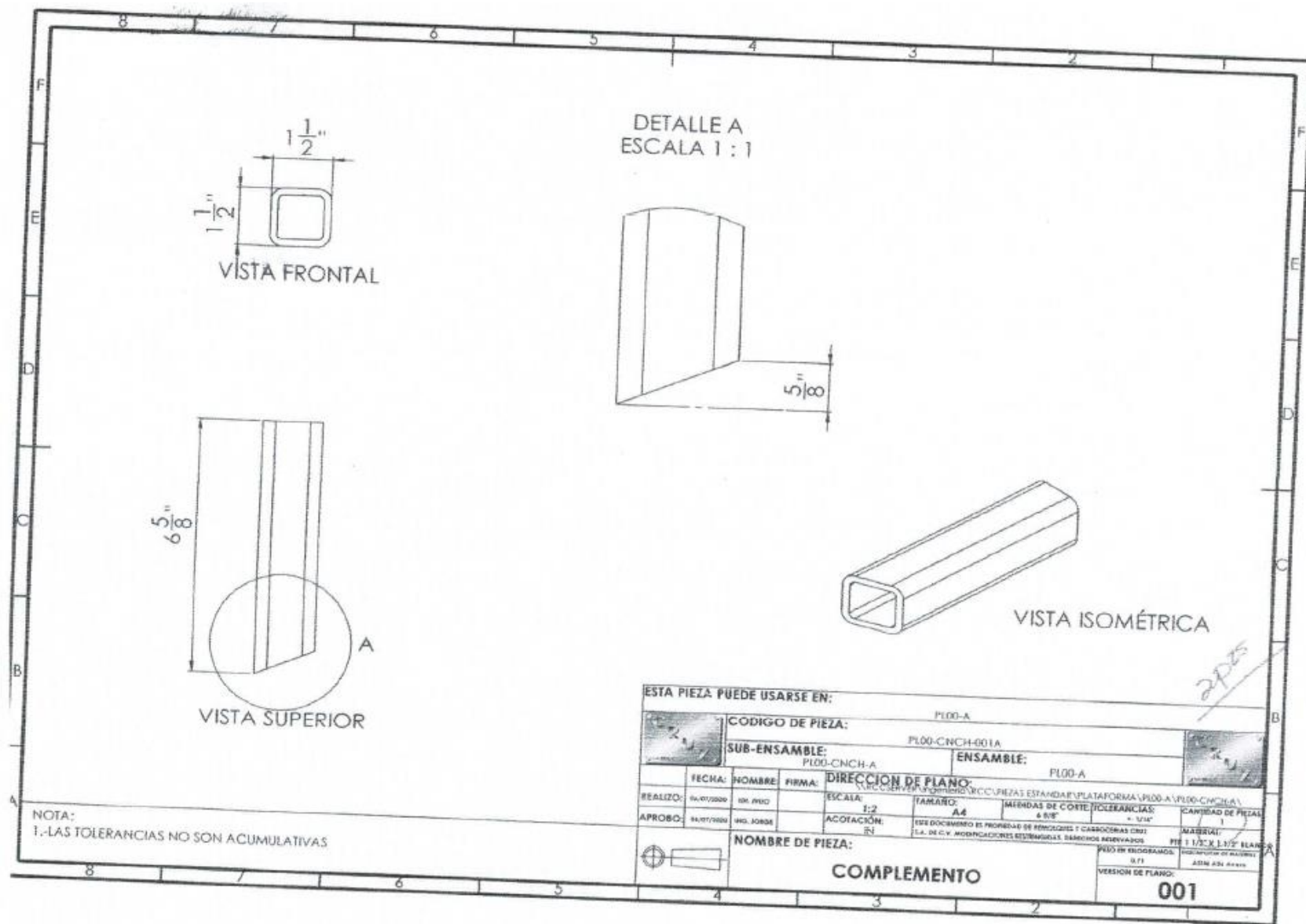


Figura A.51. Plano del complemento. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

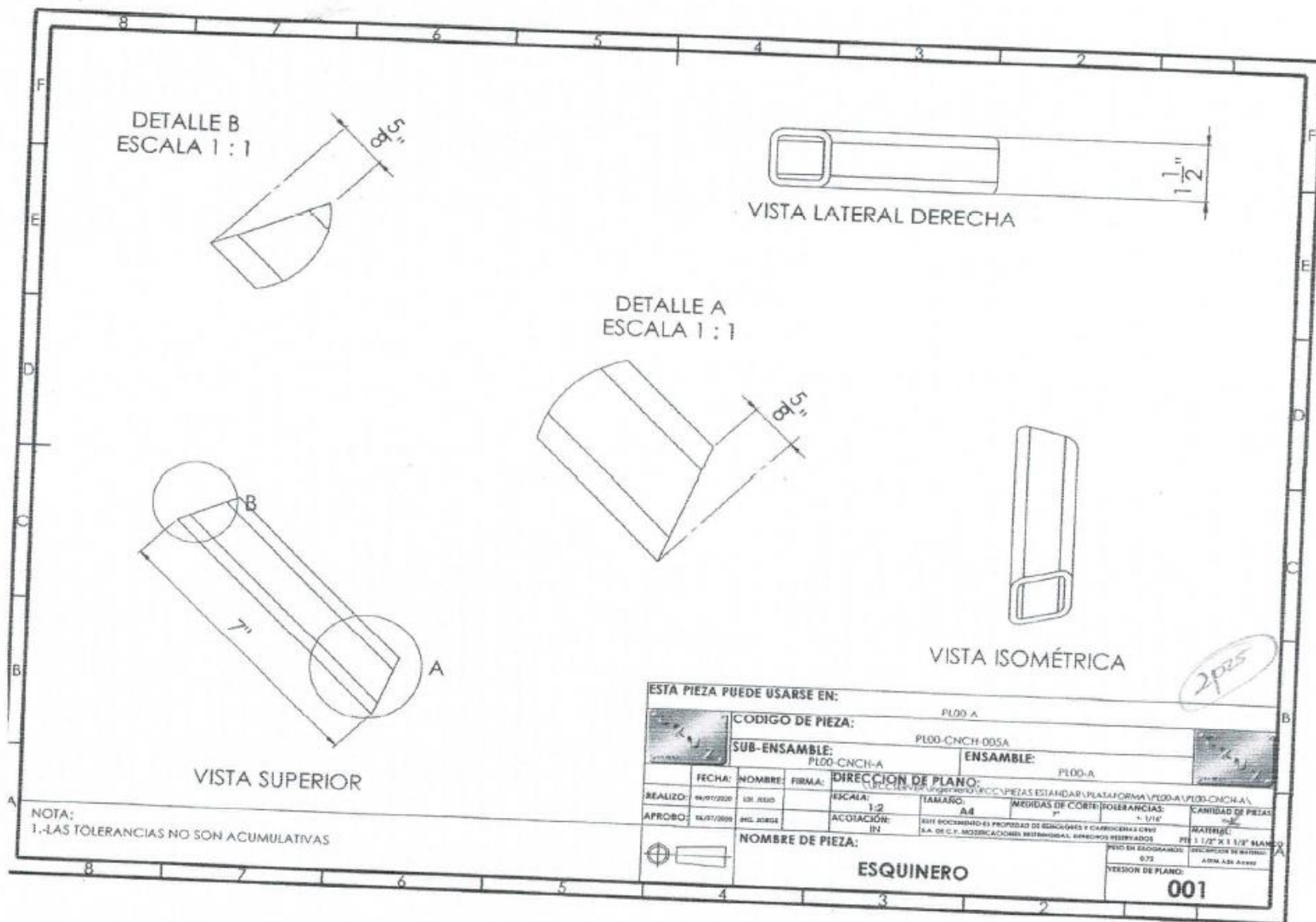


Figura A.52. Plano del esquinero. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

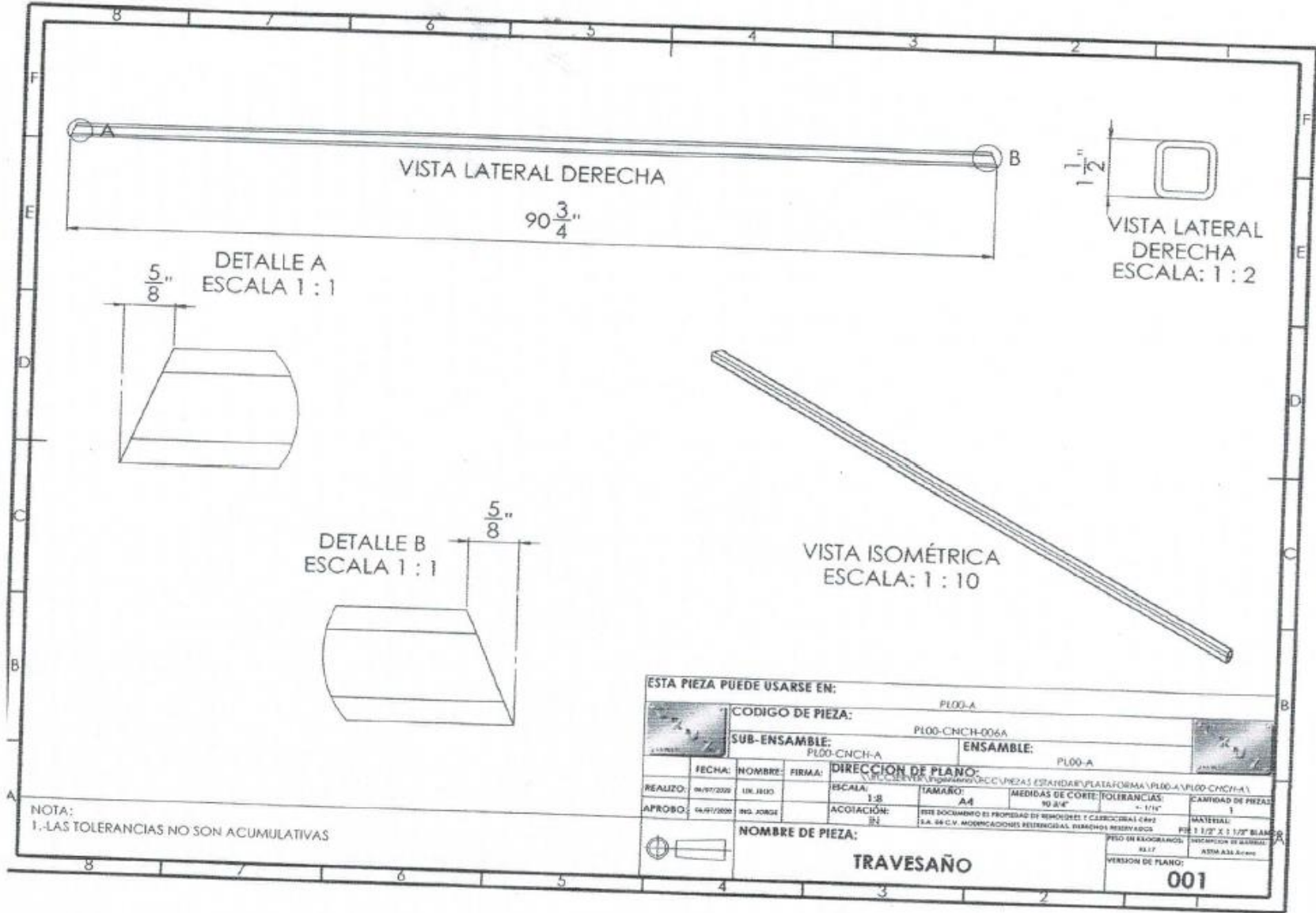


Figura A.53. Plano del travesaño. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

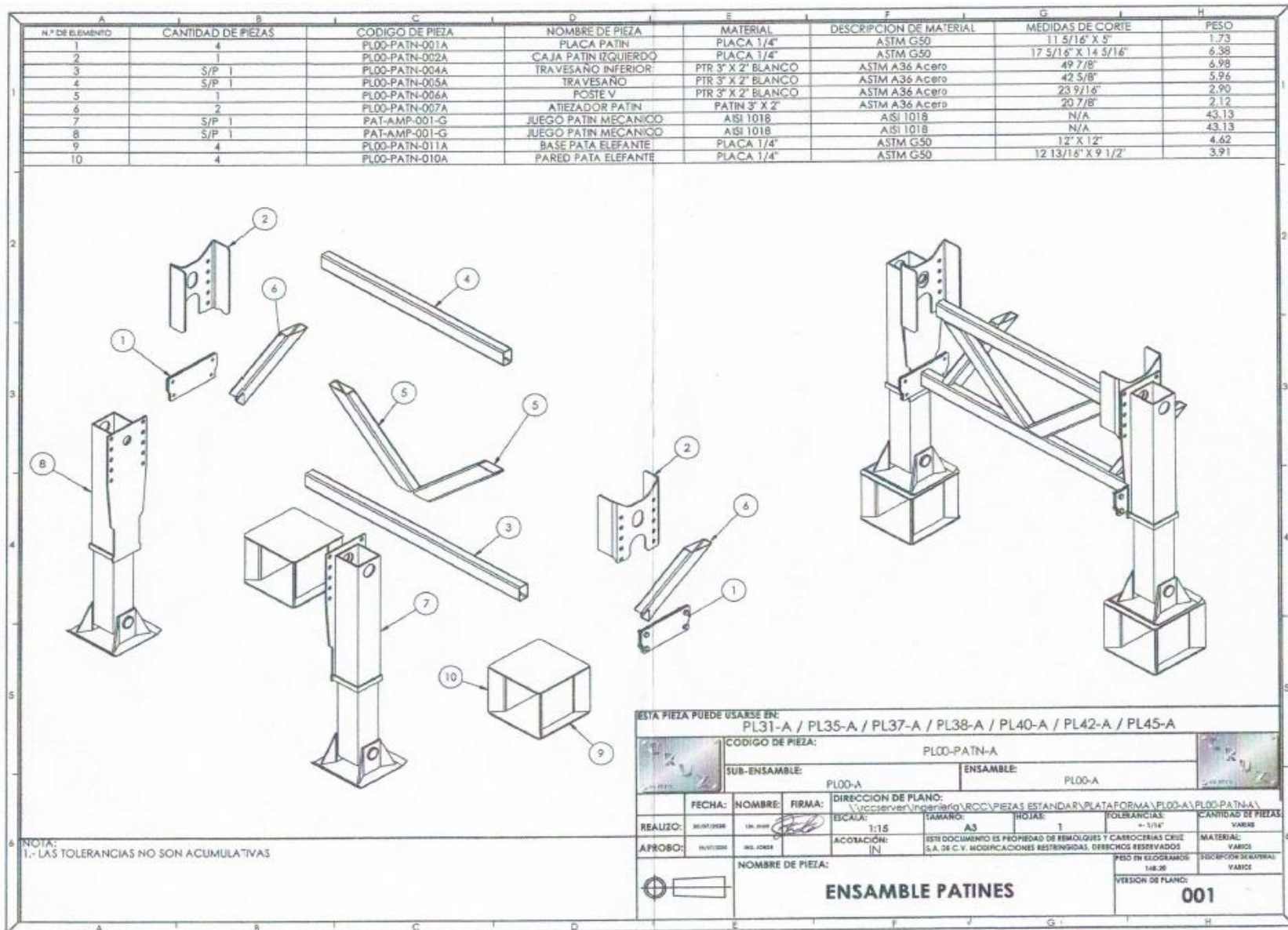


Figura A.54. Plano del ensamble de patines. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

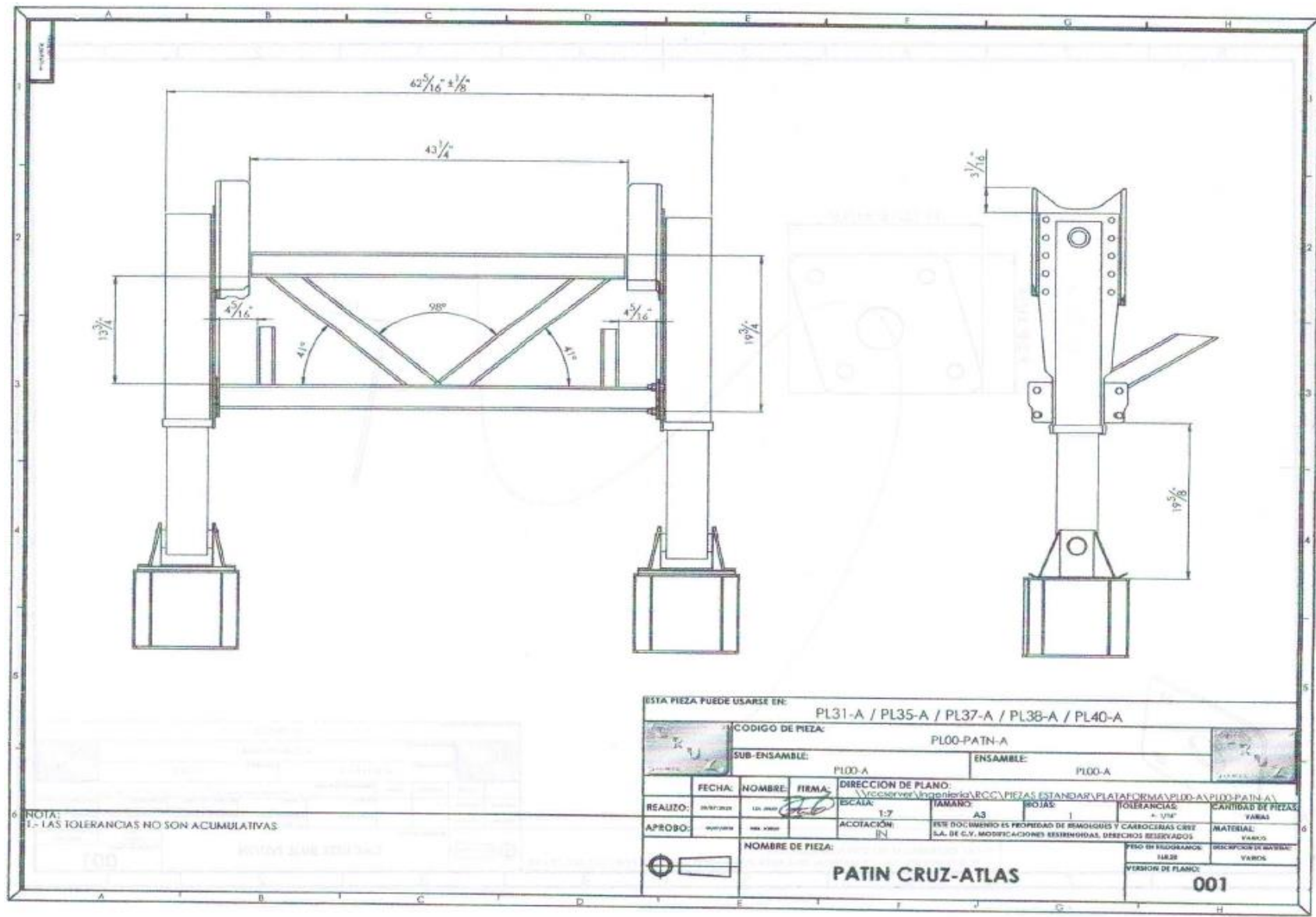


Figura A.55. Plano del patín cruz-atlas (primera parte). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

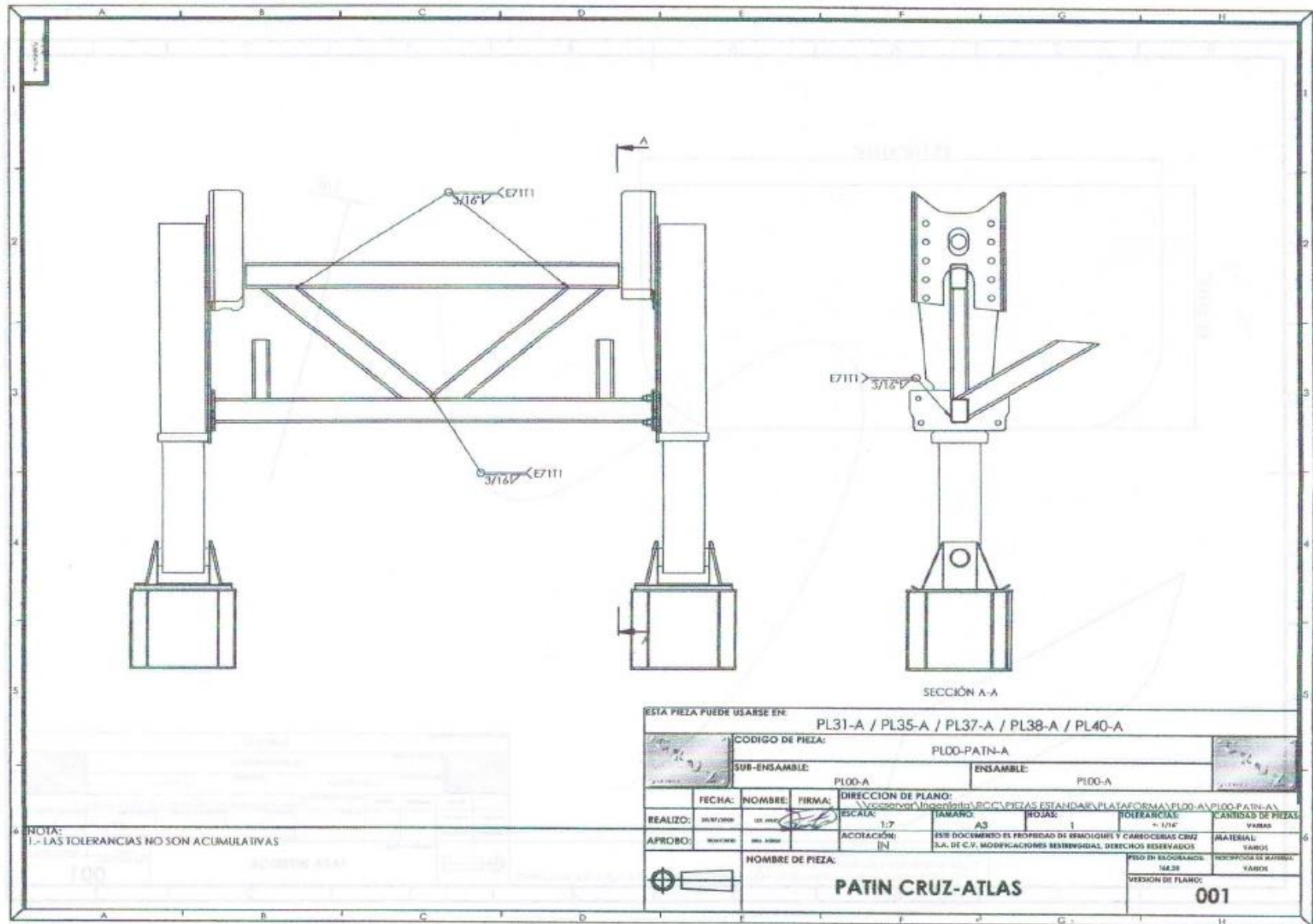


Figura A.56. Plano del patín cruz-atlas (segunda parte). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

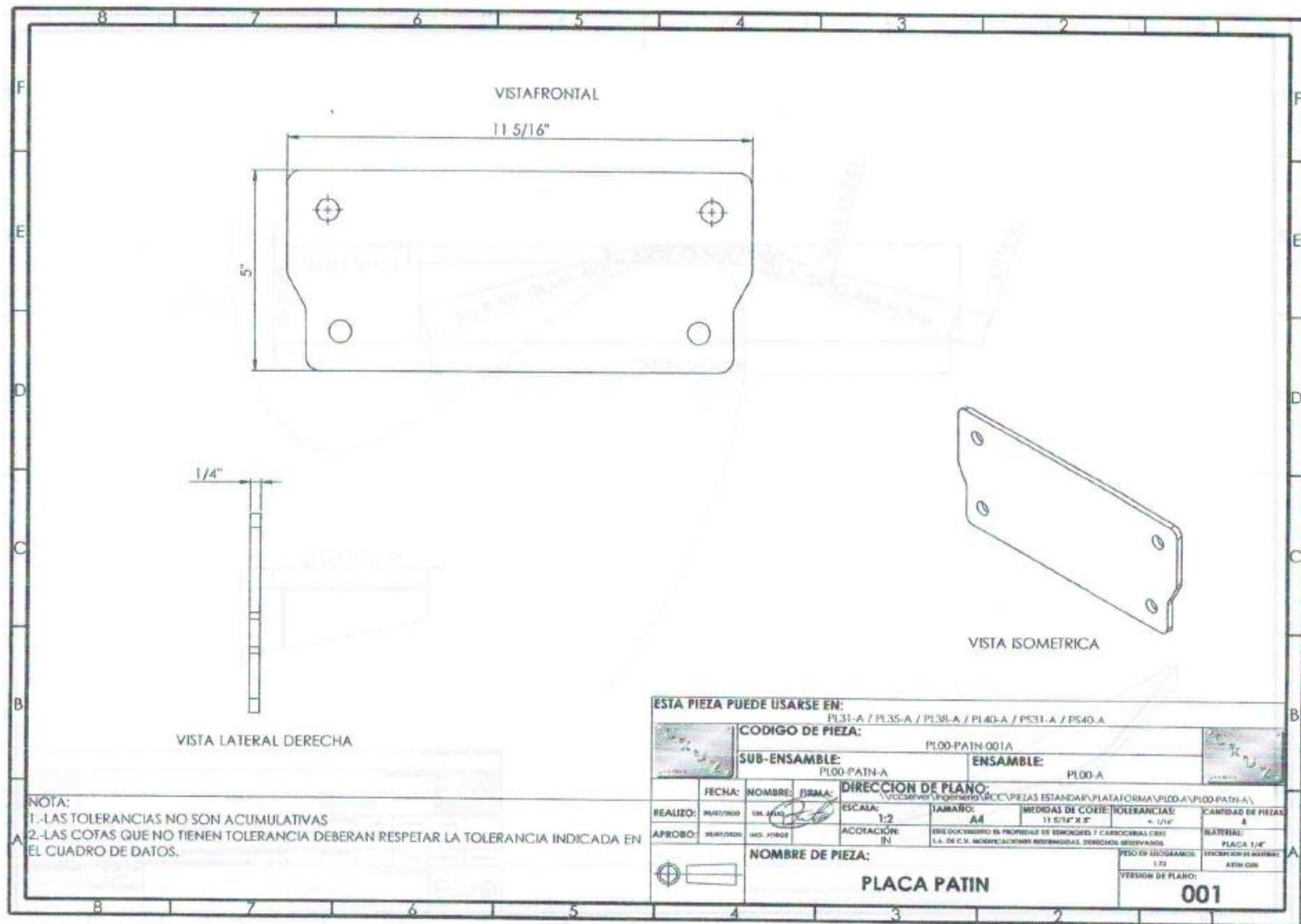


Figura A.57. Plano de la placa patin. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

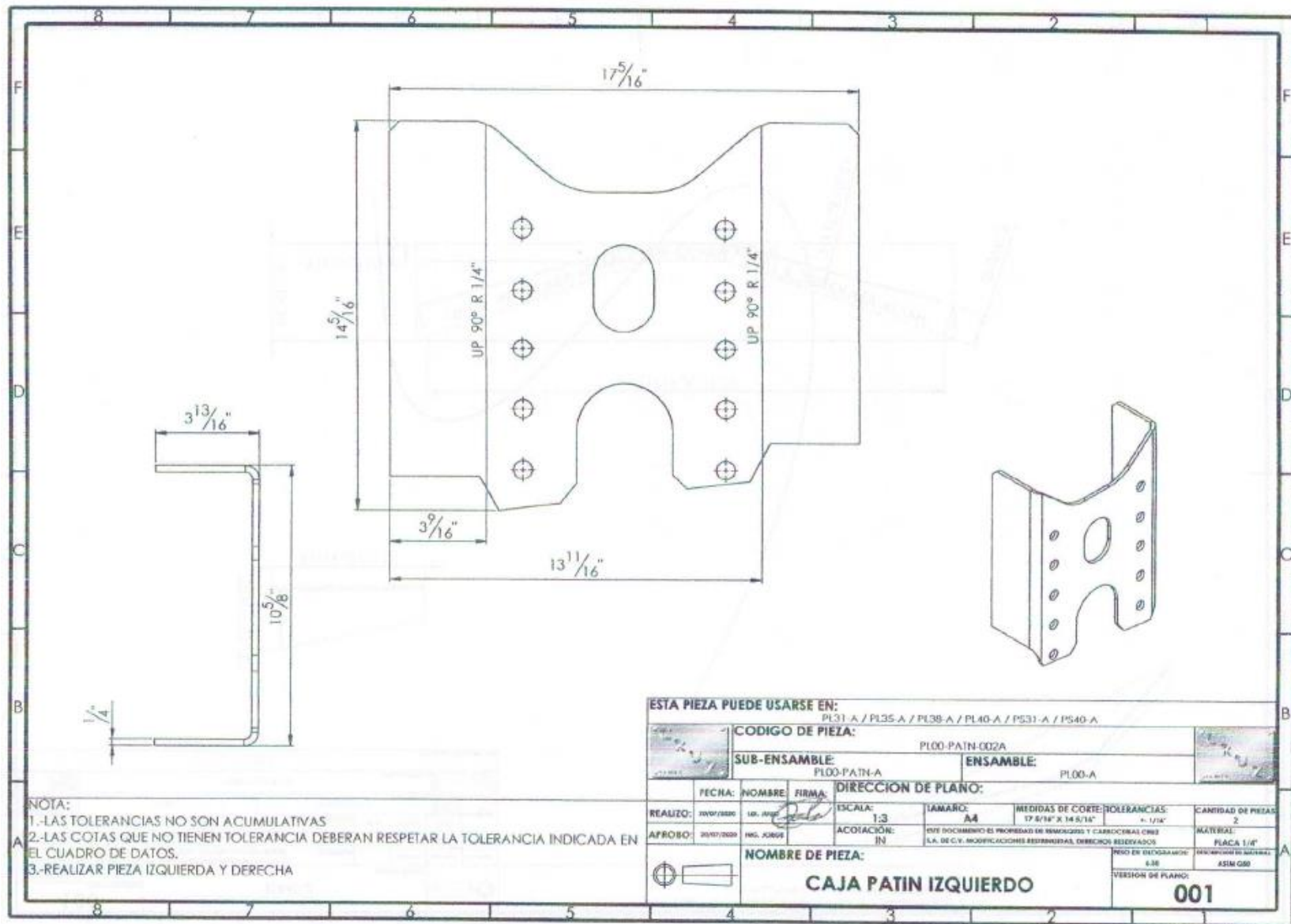


Figura A.58. Plano de la caja del izquierdo. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

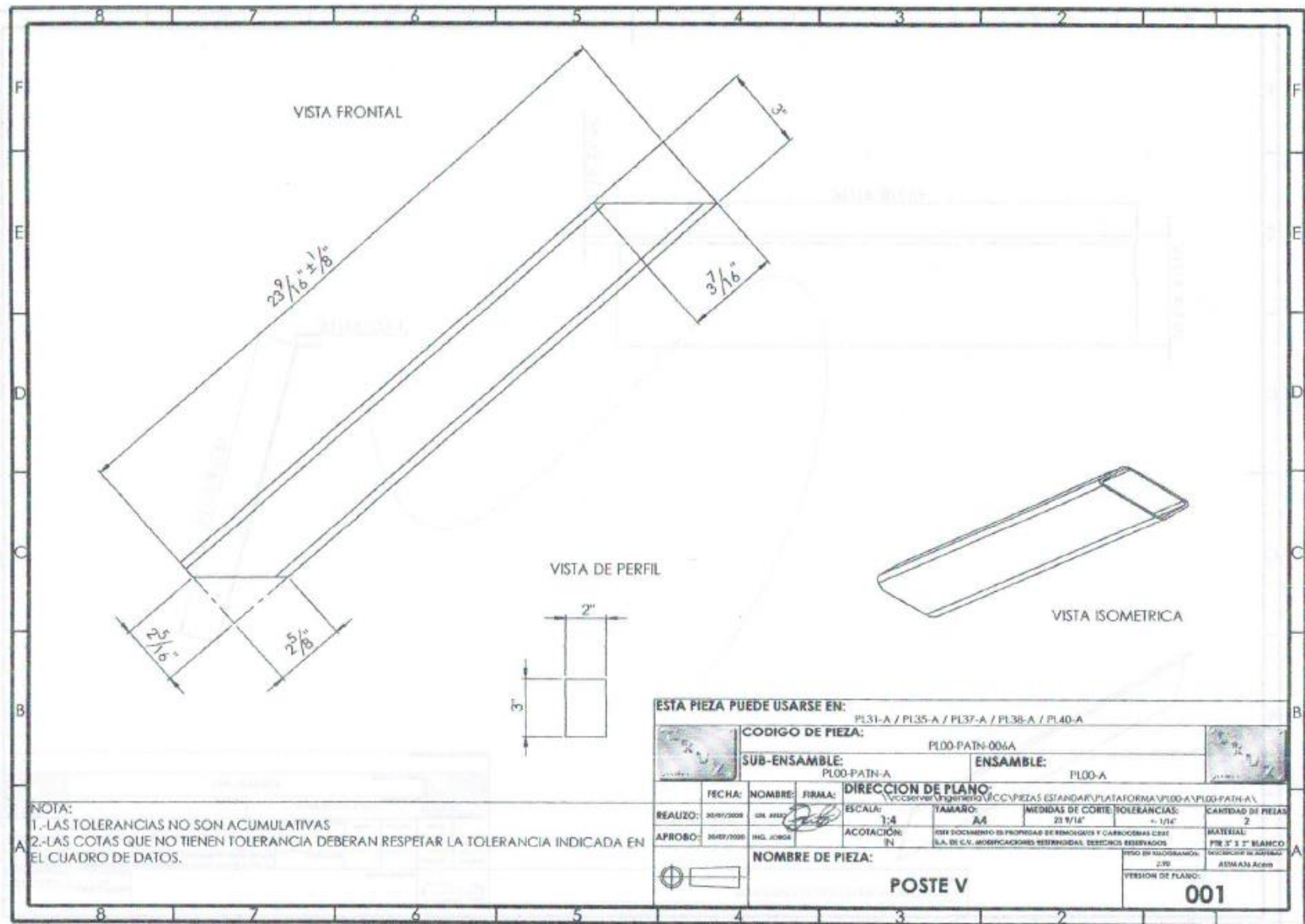


Figura A.59. Plano del poste V. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

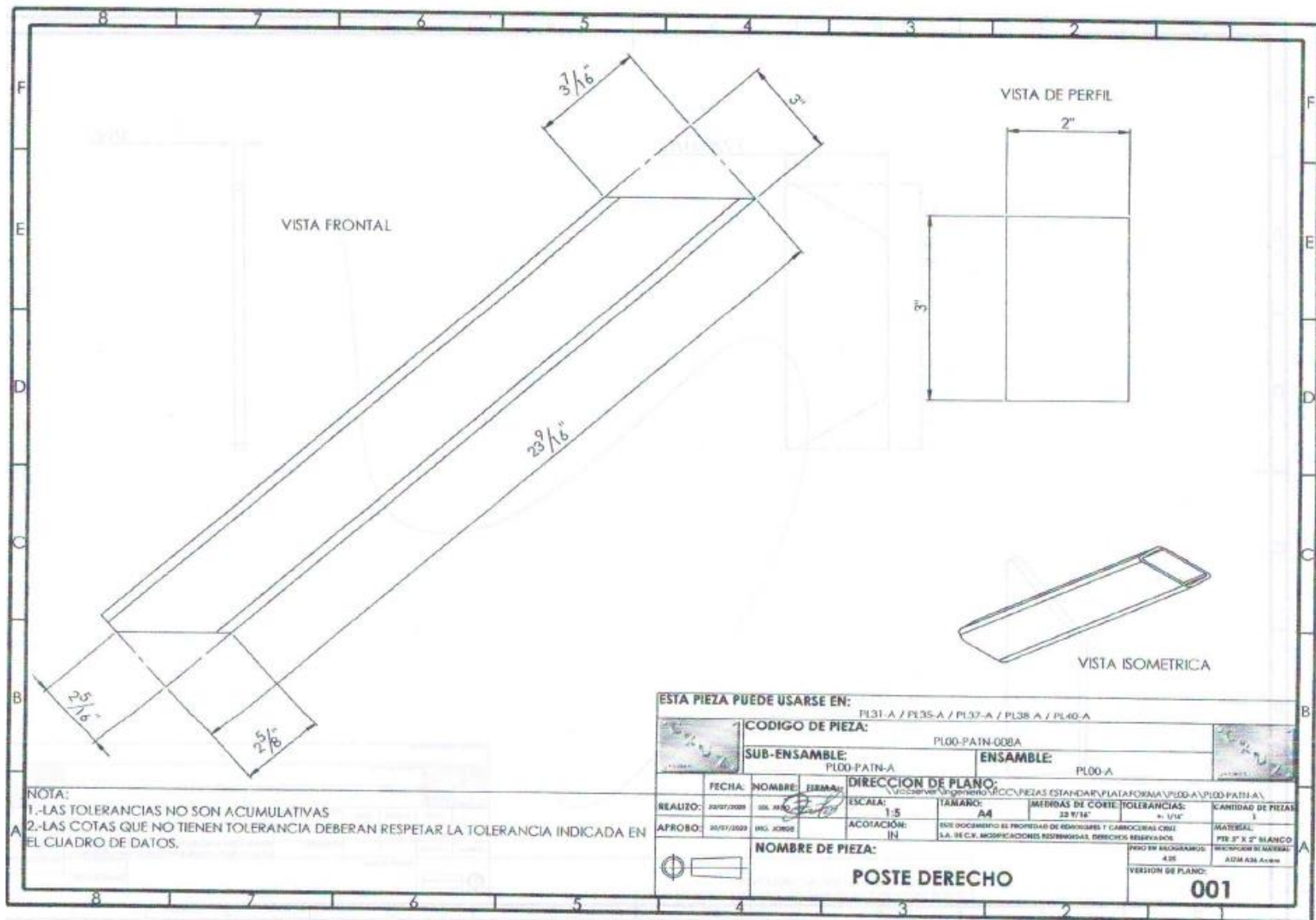


Figura A.60. Plano del poste derecho. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

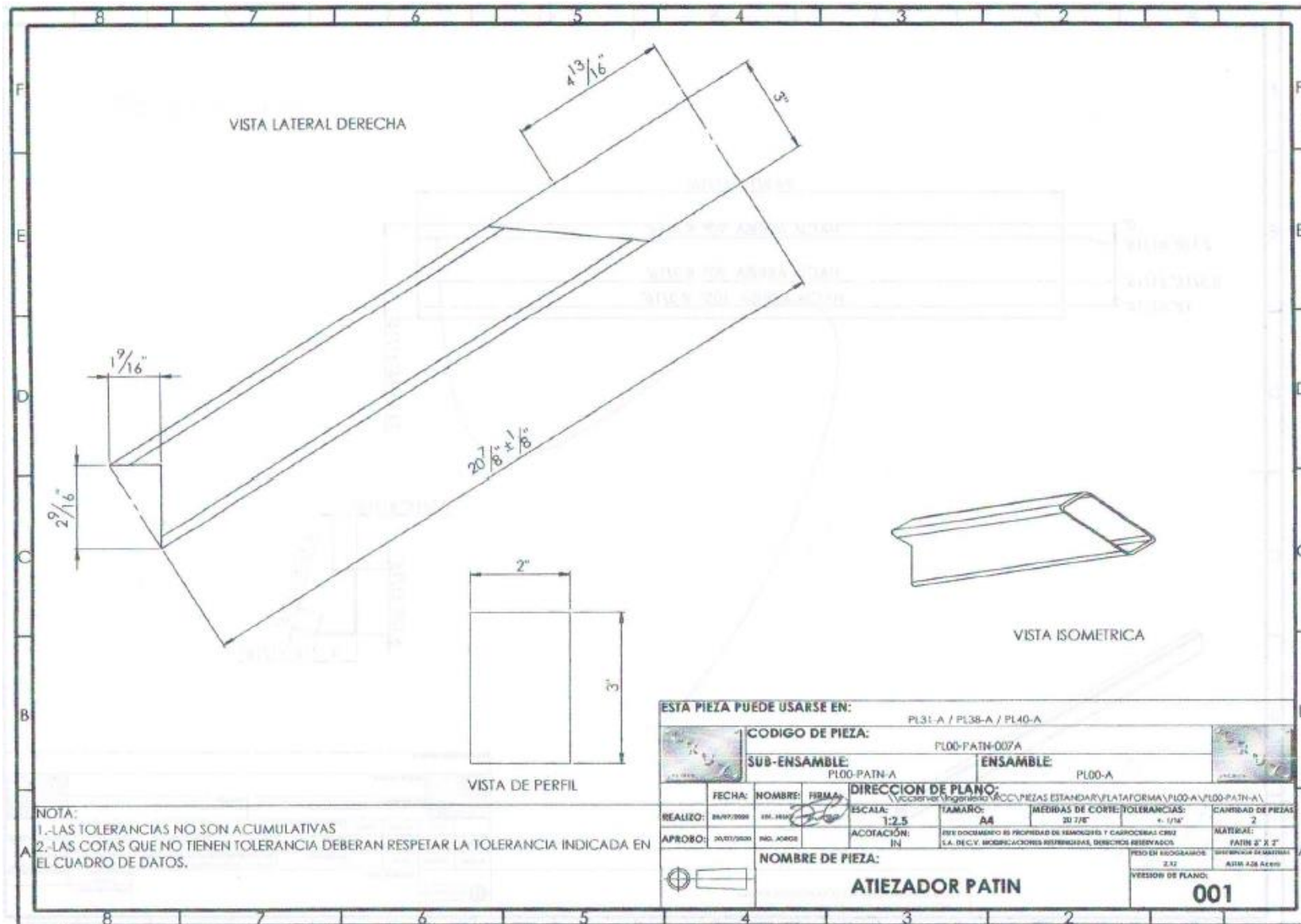


Figura A.61. Plano del atiezador patín. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

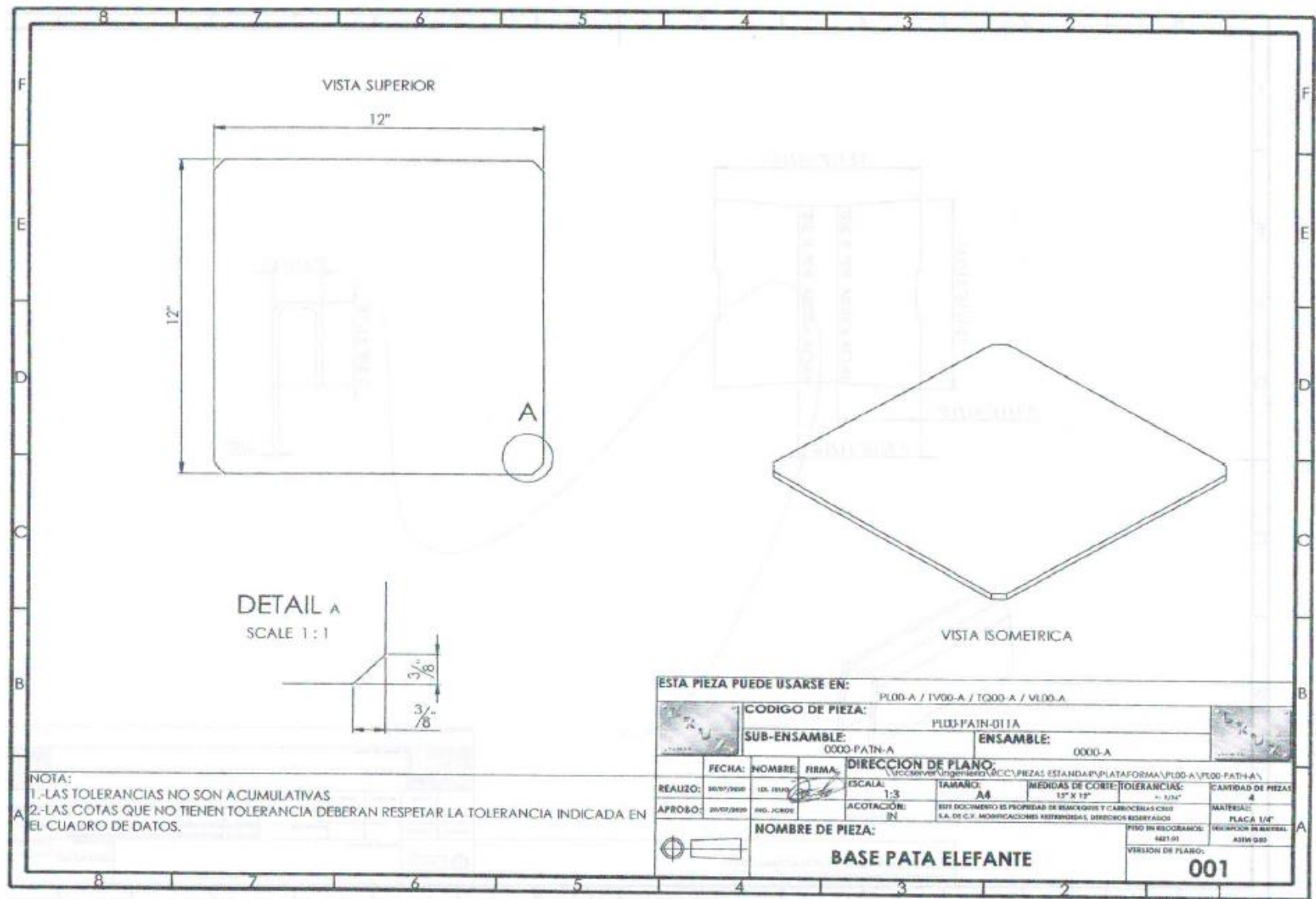


Figura A.62. Plano de la base de pata de elefante. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

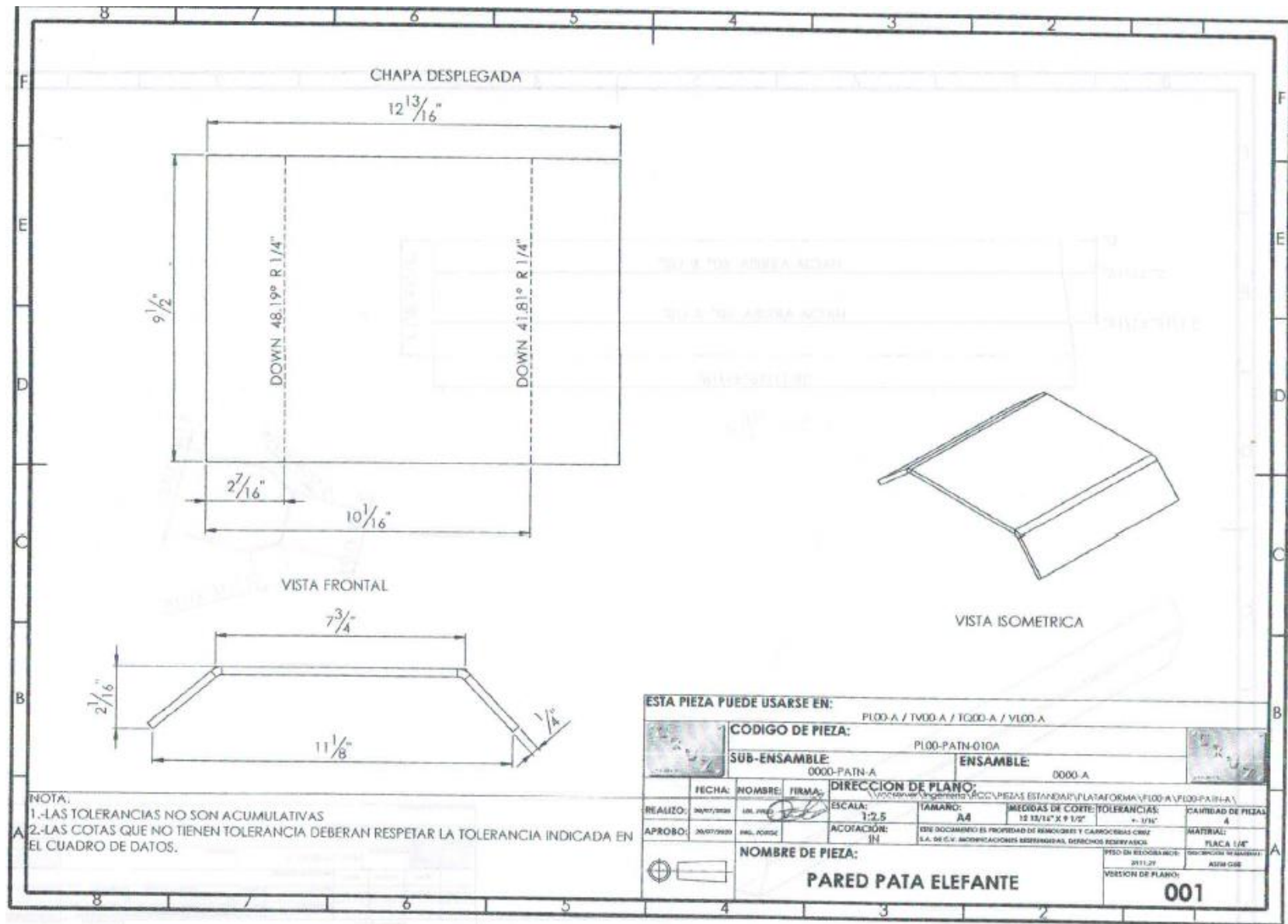


Figura A.63. Plano de la pared de pata de elefante. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

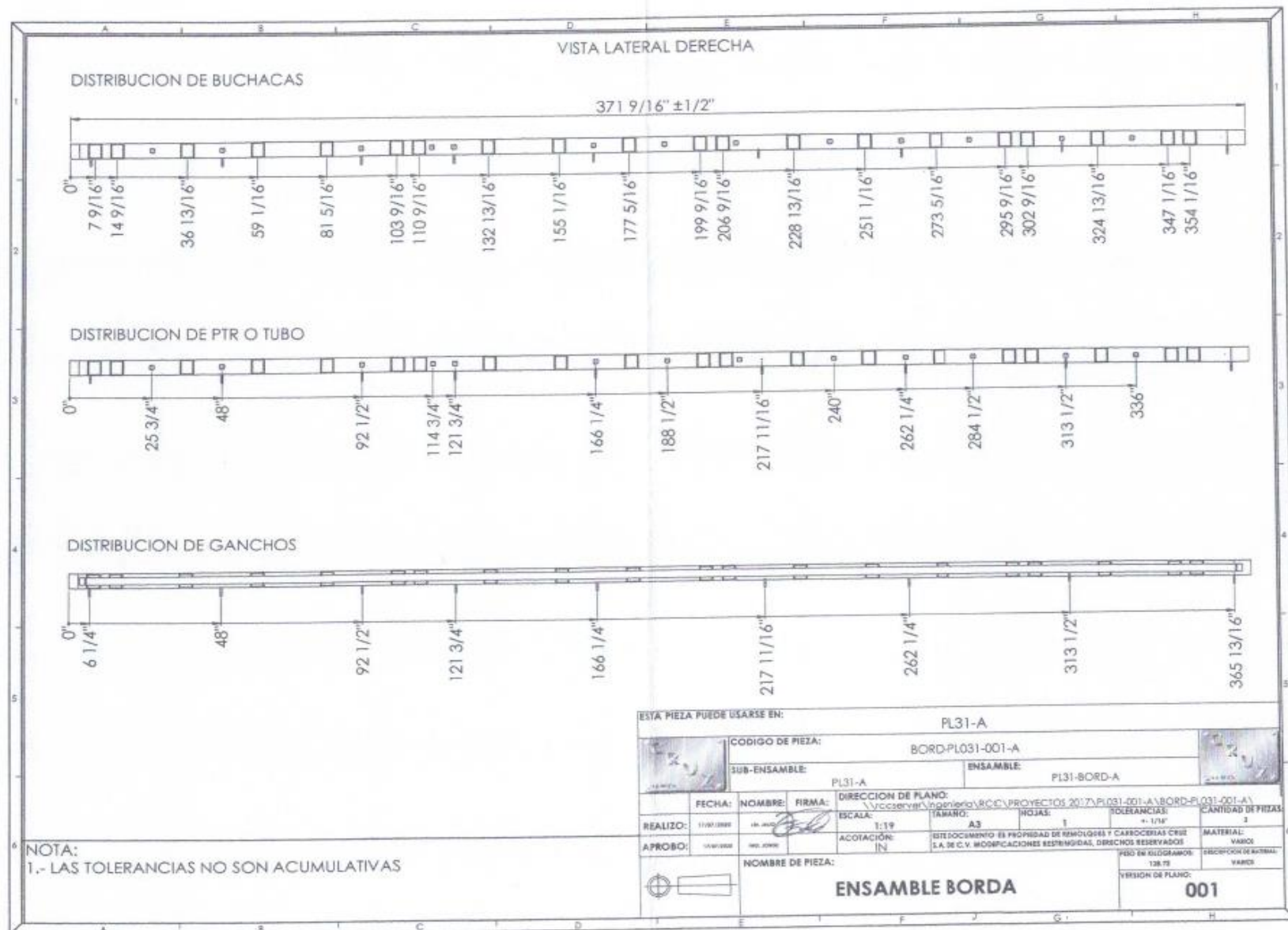


Figura A.64. Plano del ensamble de borda (primera parte). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

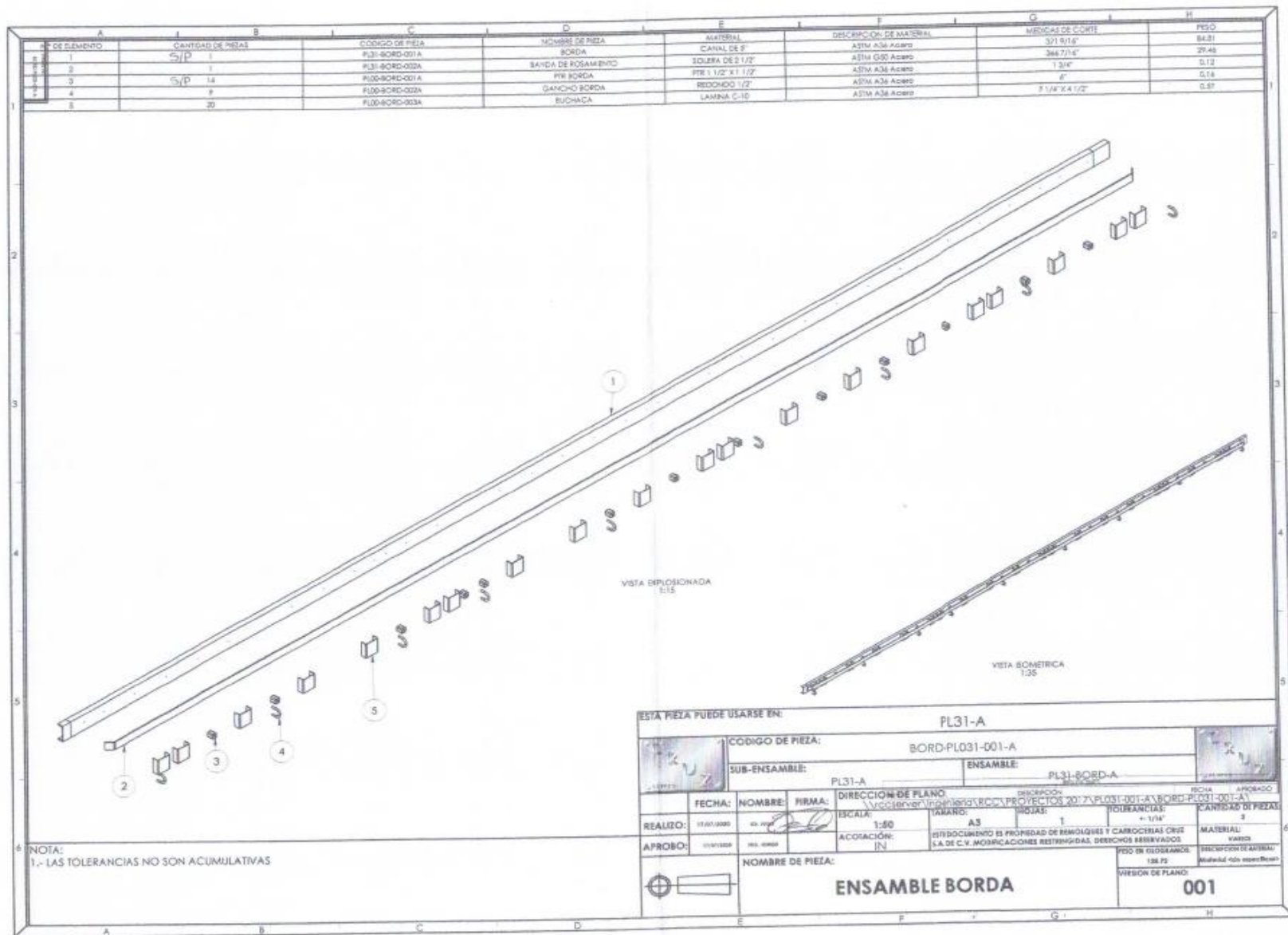


Figura A.65. Plano del ensamble de borda (primera parte). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

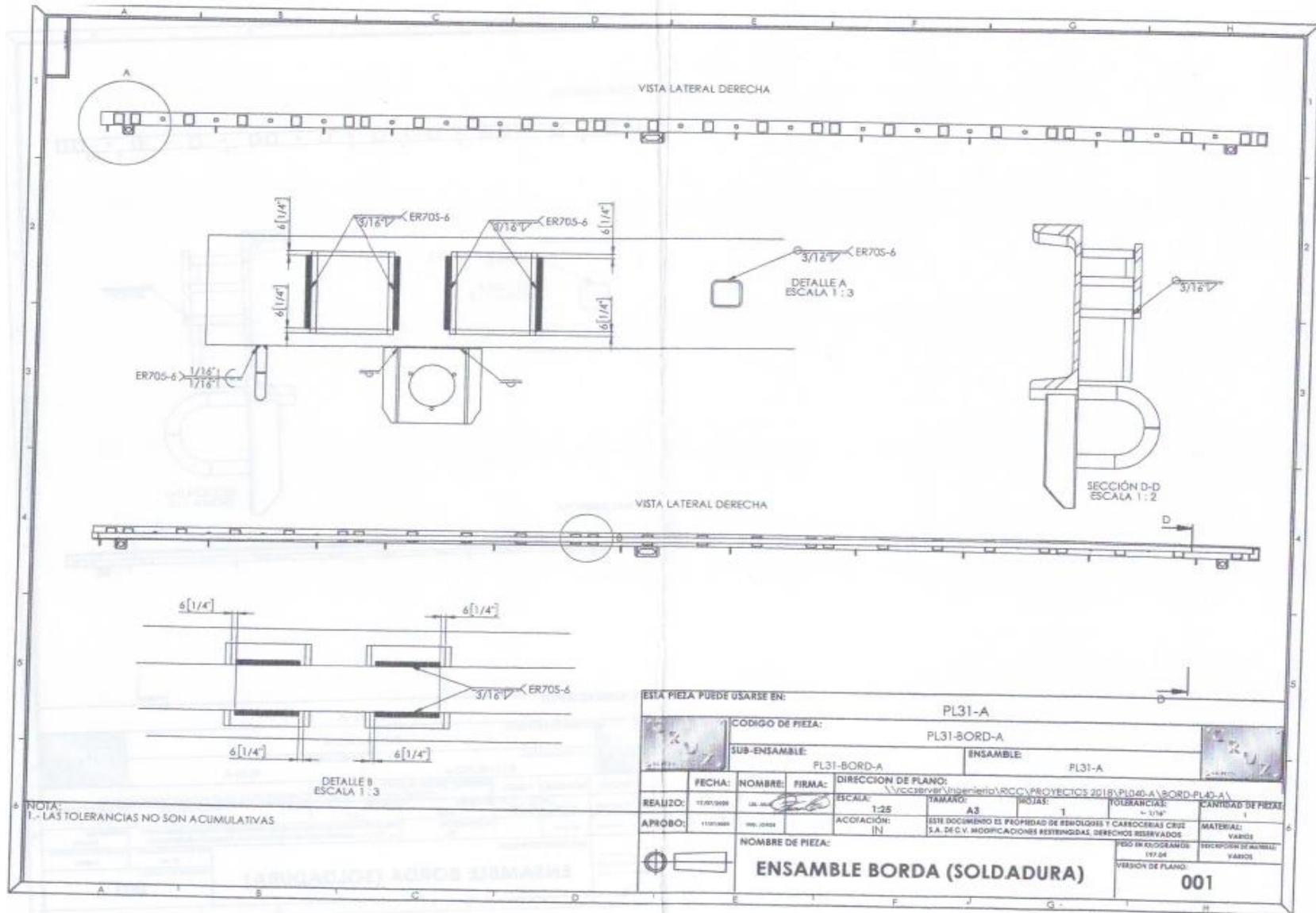


Figura A.66. Plano del ensamble de borda (soldadura). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

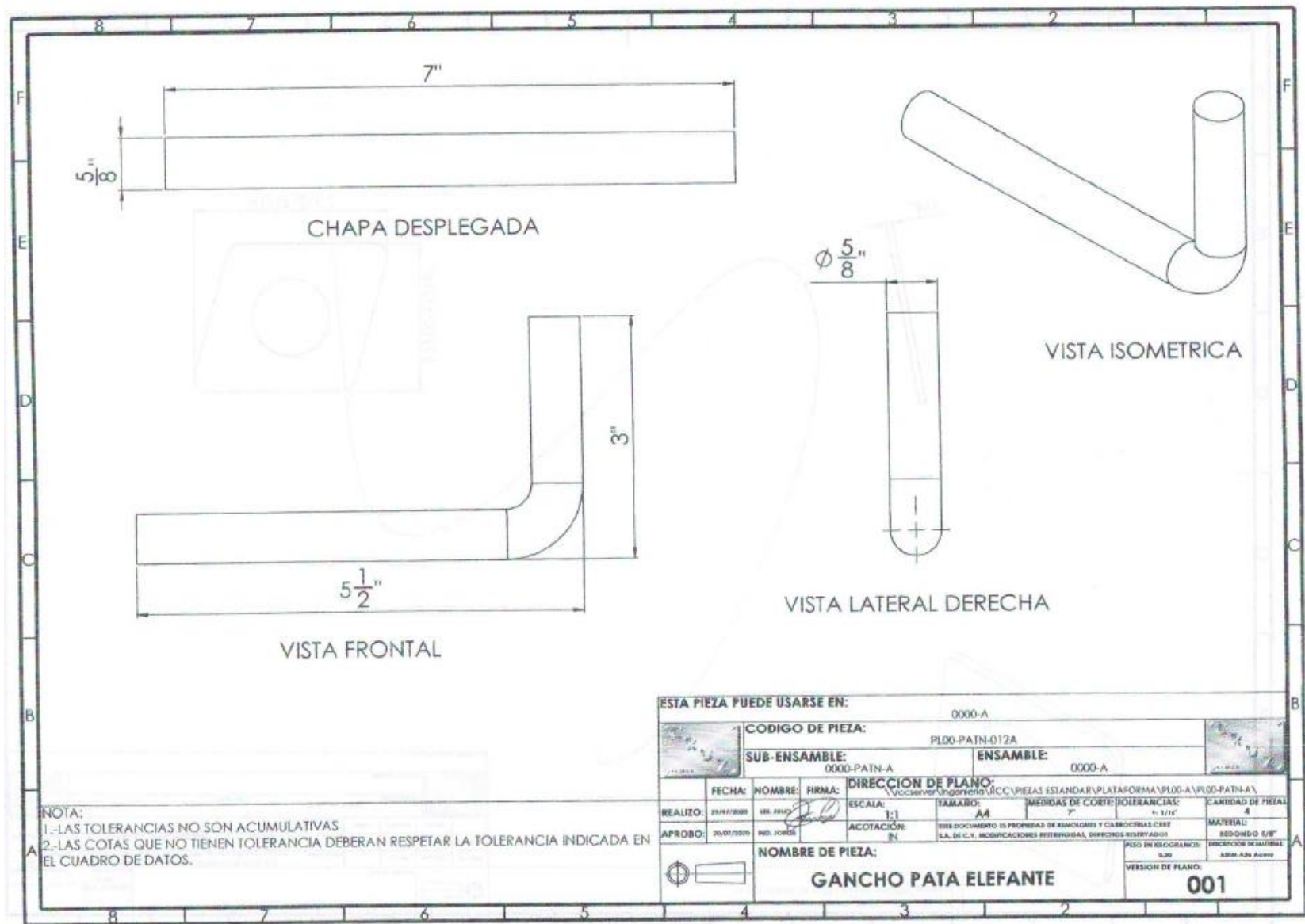


Figura A.67. Plano del gancho de pata de elefante. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

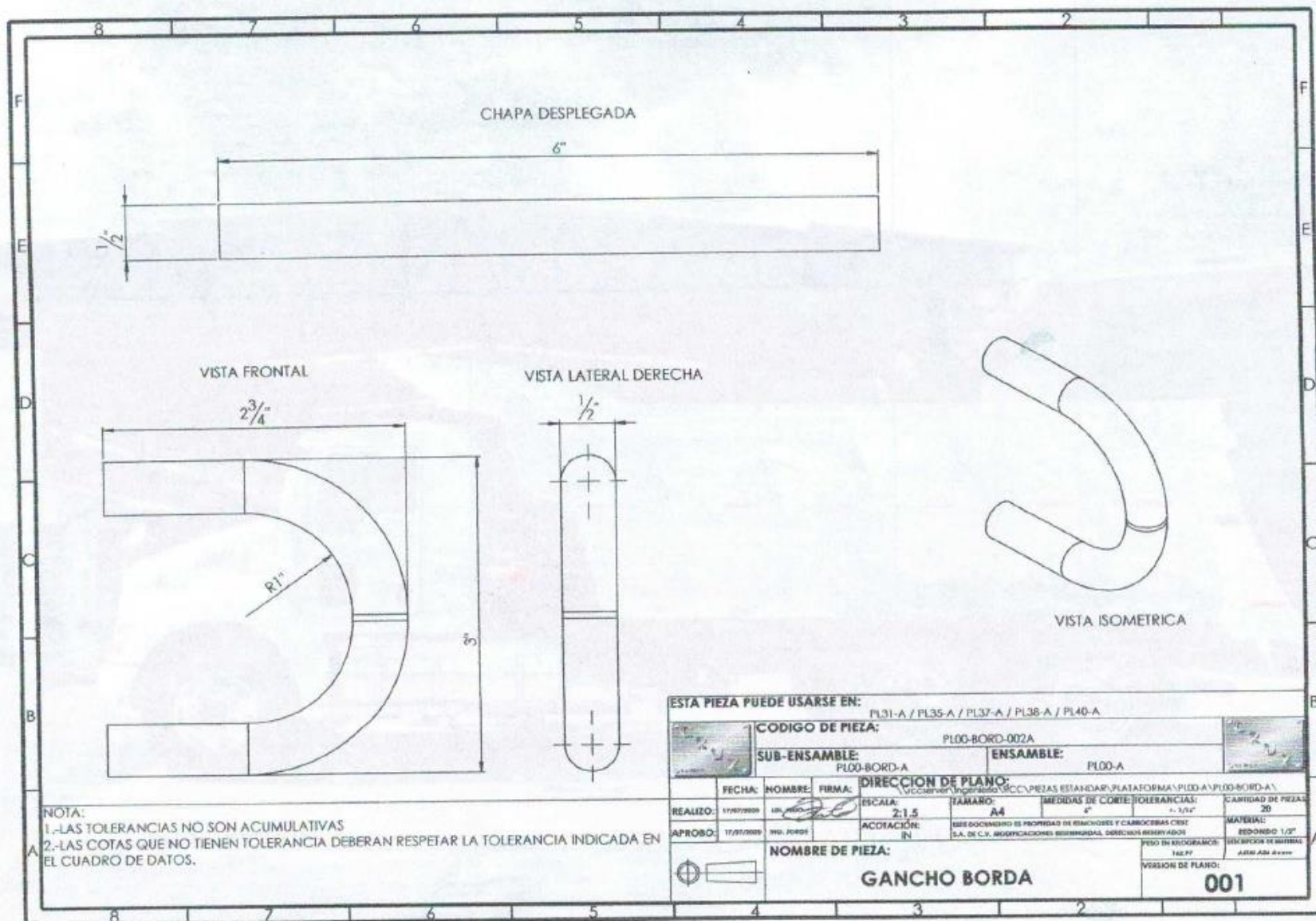


Figura A.68. Plano del gancho para borda. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

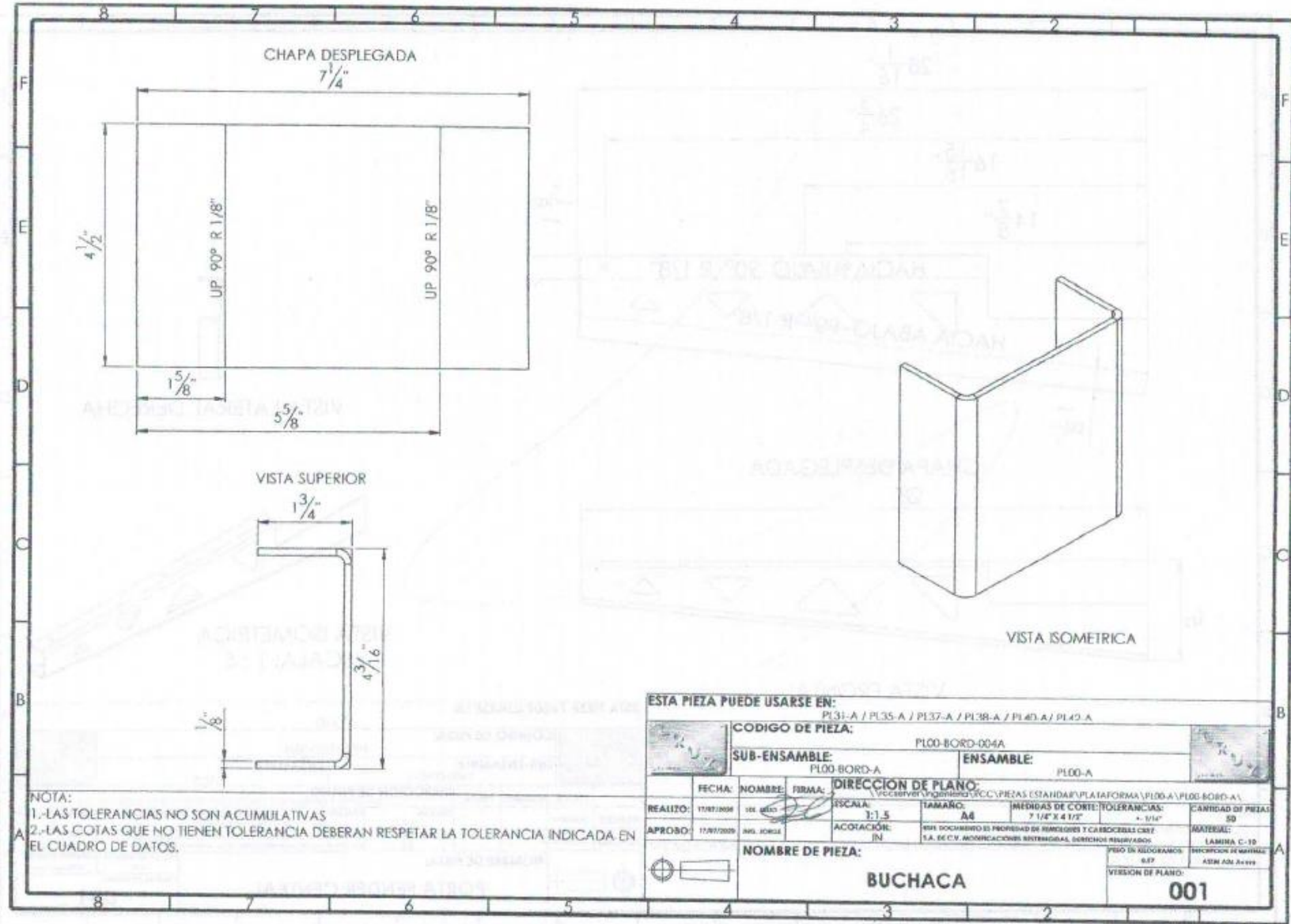


Figura A.69. Plano del buchaca para borda. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

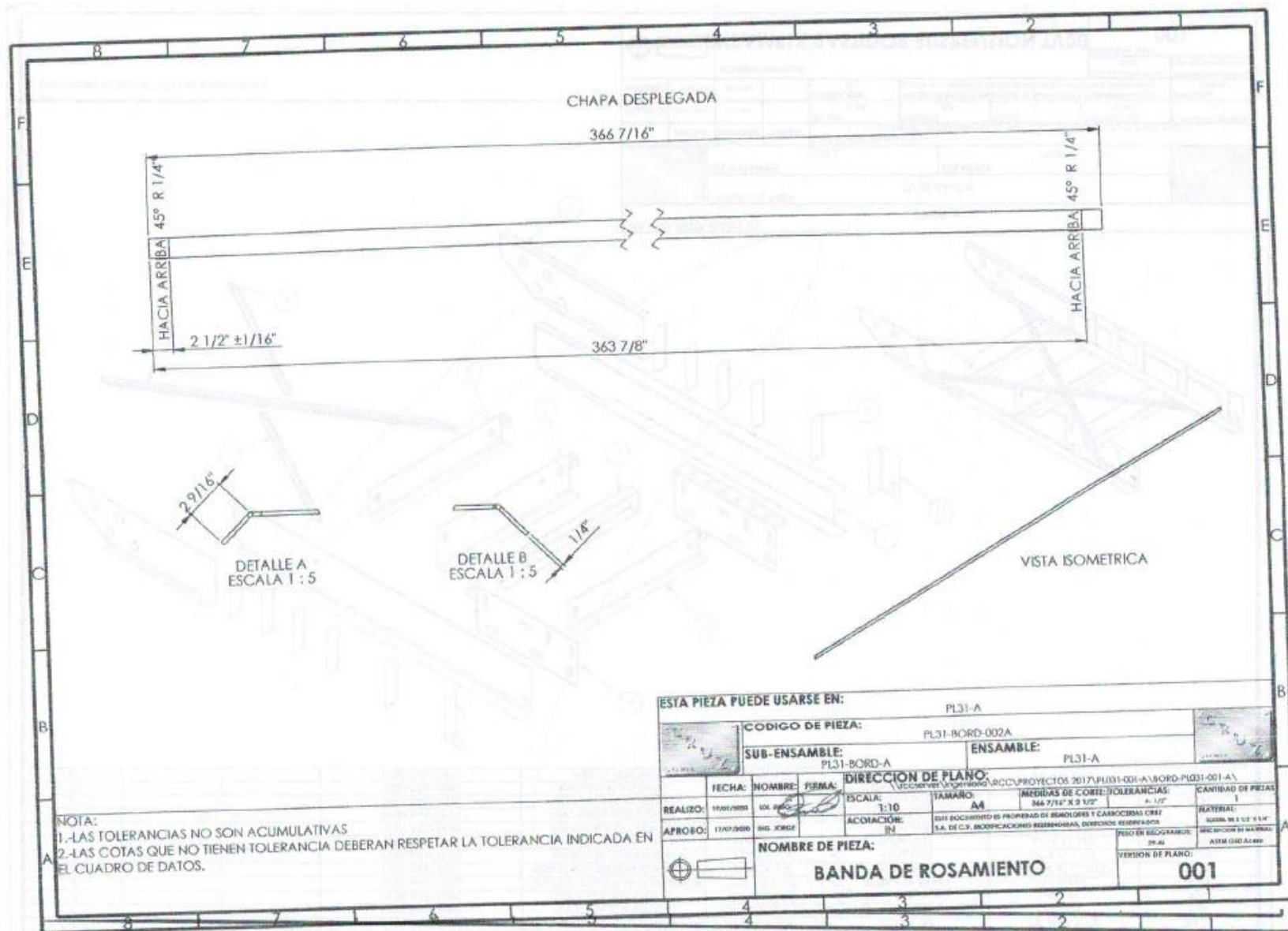


Figura A.70. Plano de la banda de rozamiento. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

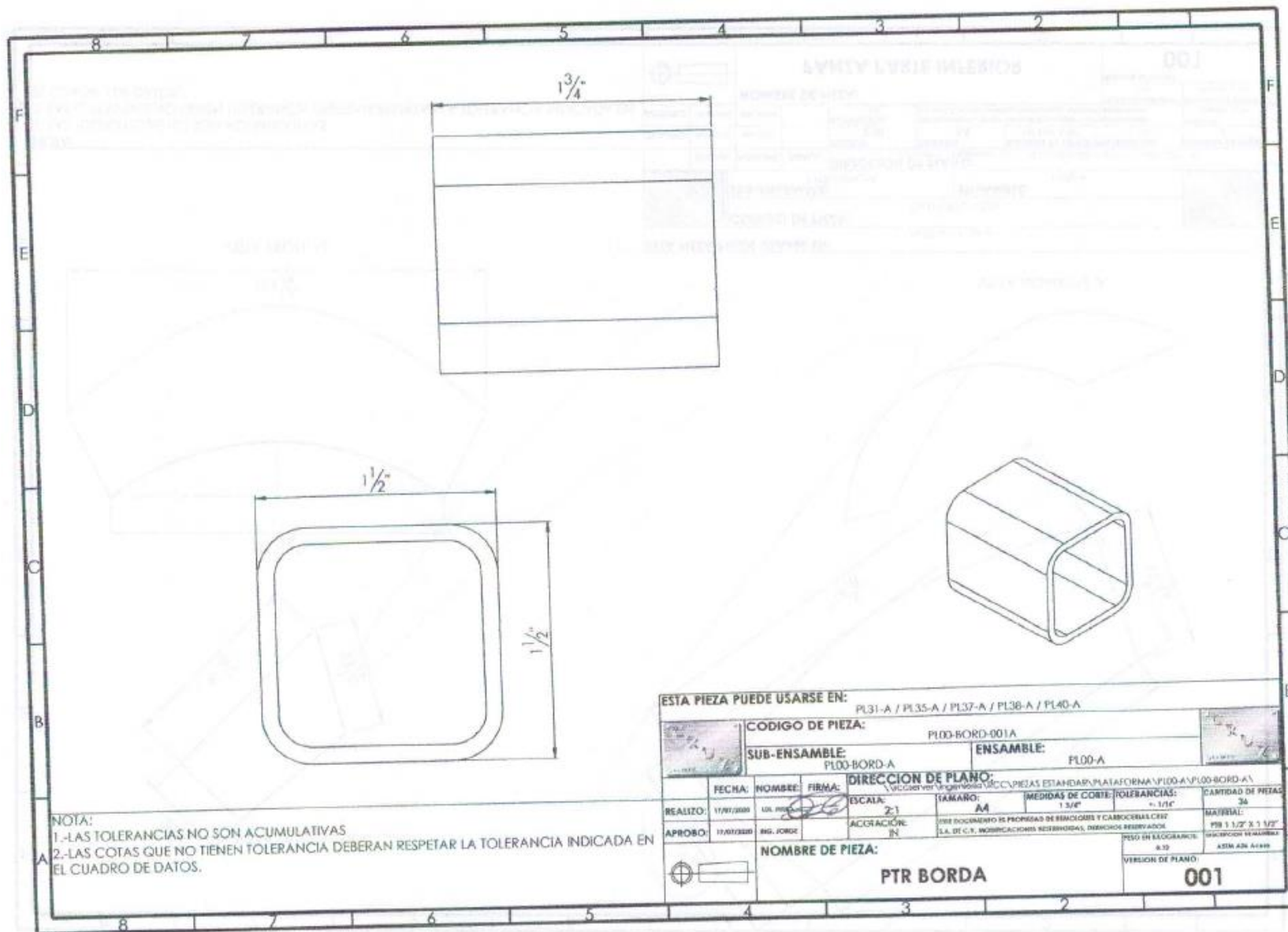


Figura A.71. Plano de PTR para la borda. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

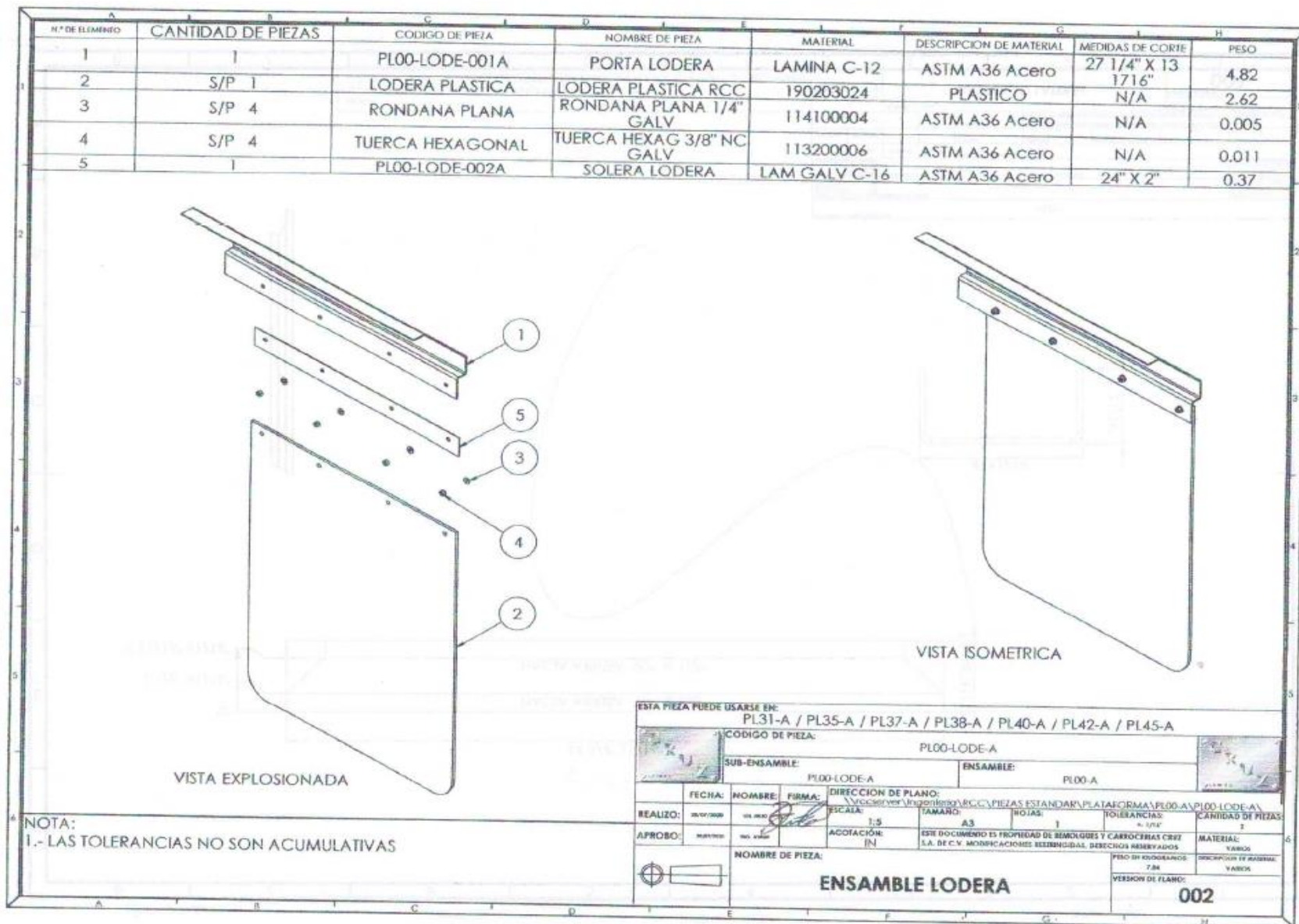


Figura A.72. Plano del ensamble de lodera. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

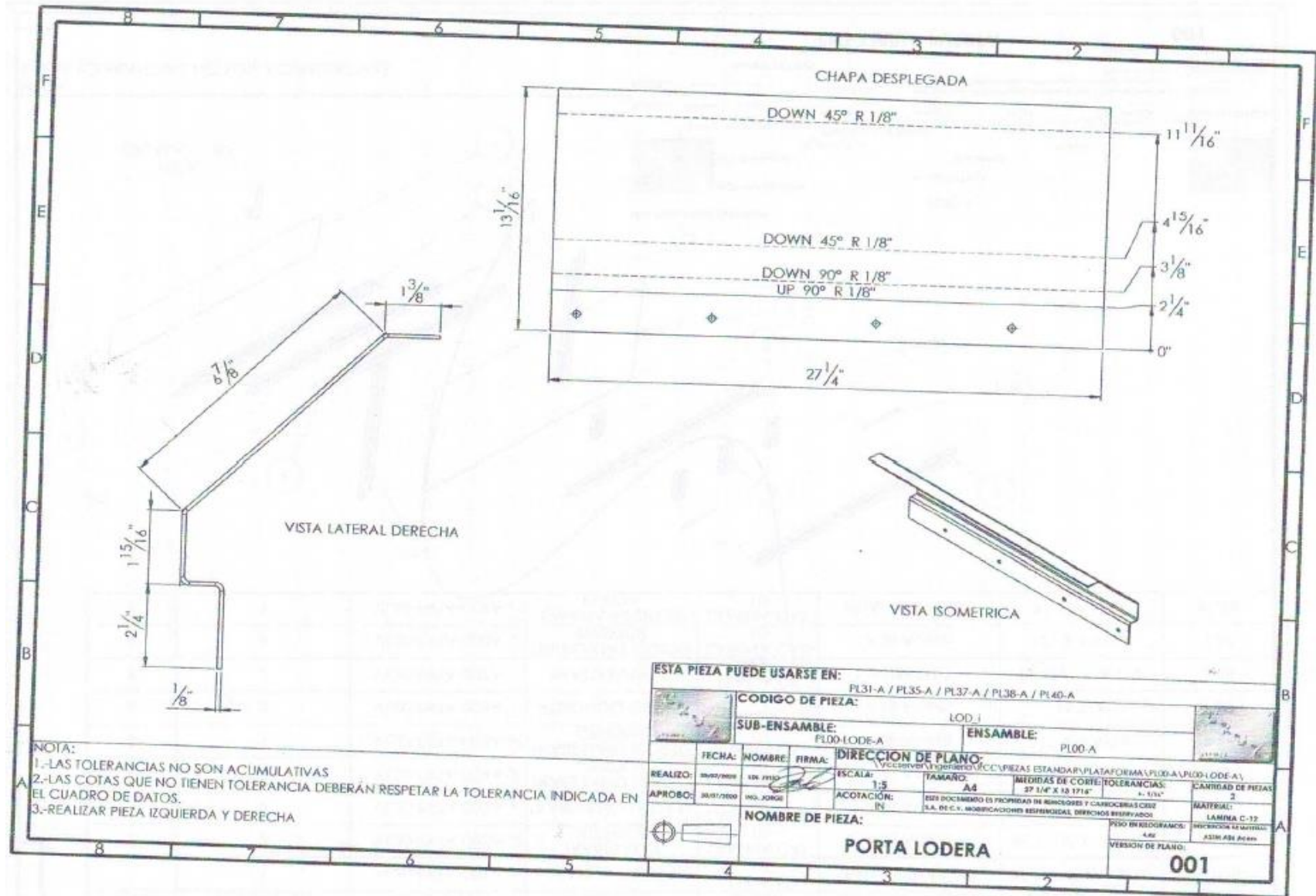


Figura A.73. Plano de la porta lodera. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

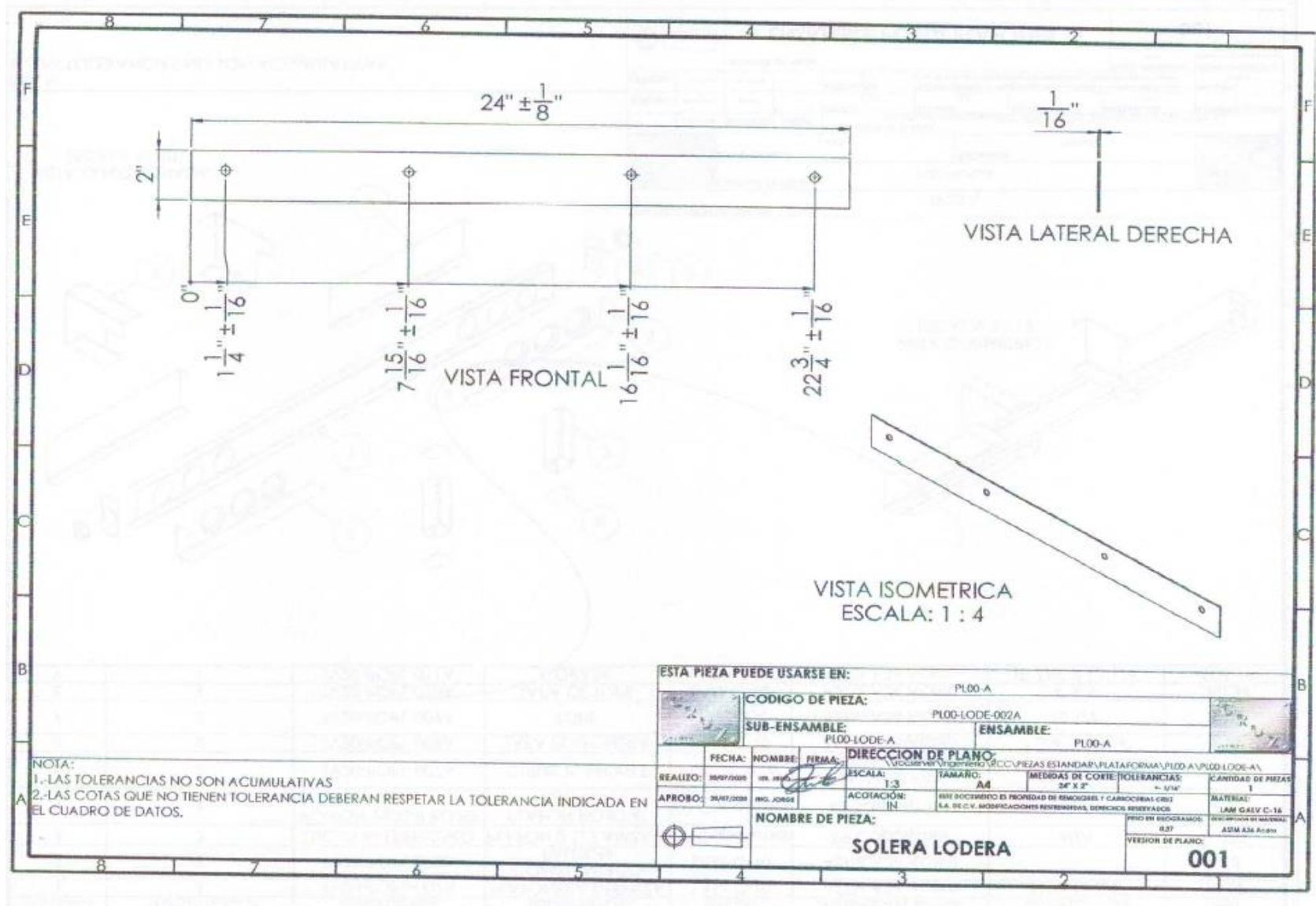


Figura A.74. Plano de la solera para la lodera. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

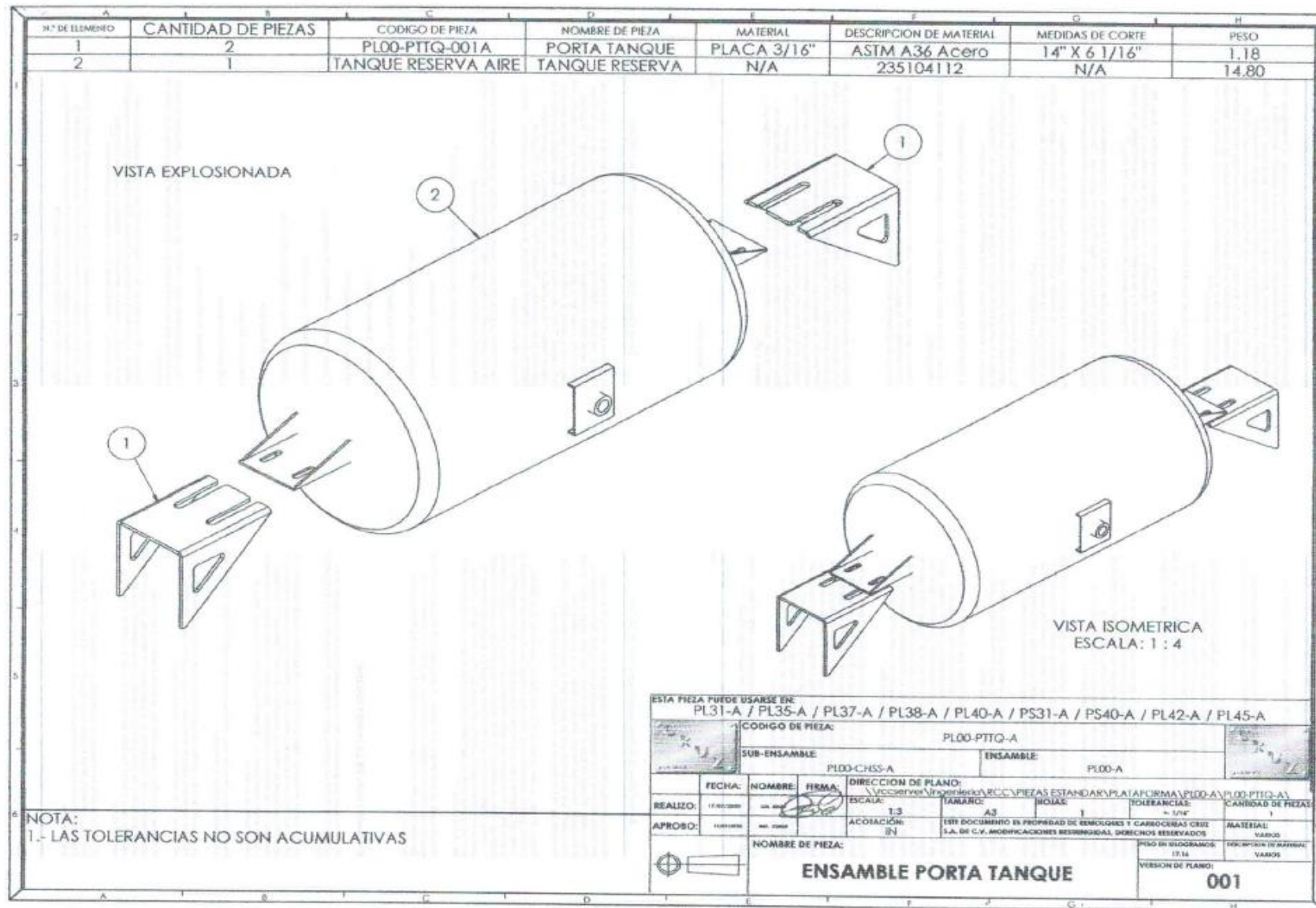


Figura A.75. Plano del ensamble del porta tanque. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

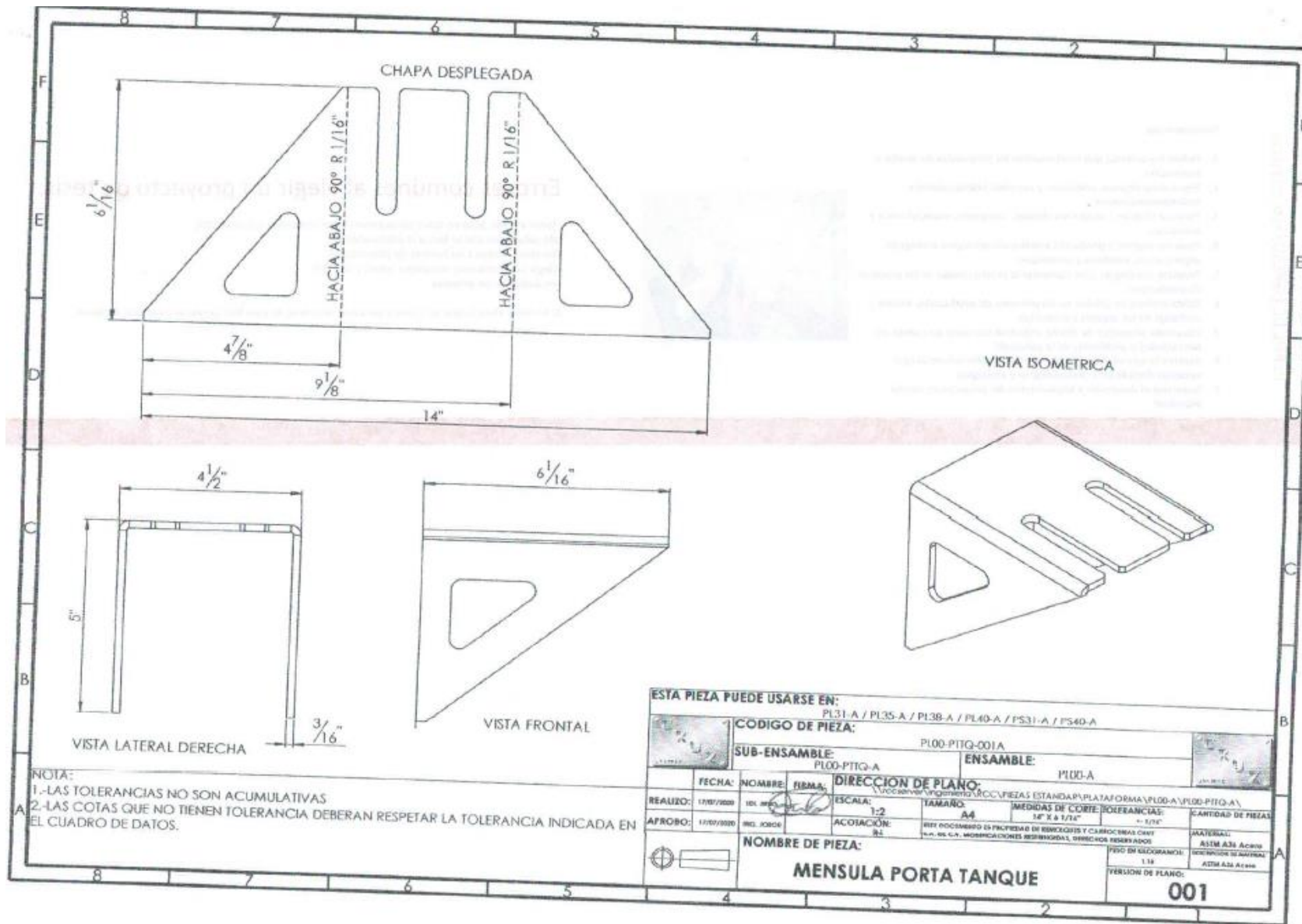


Figura A.76. Plano de la ménsula para el porta tanque. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

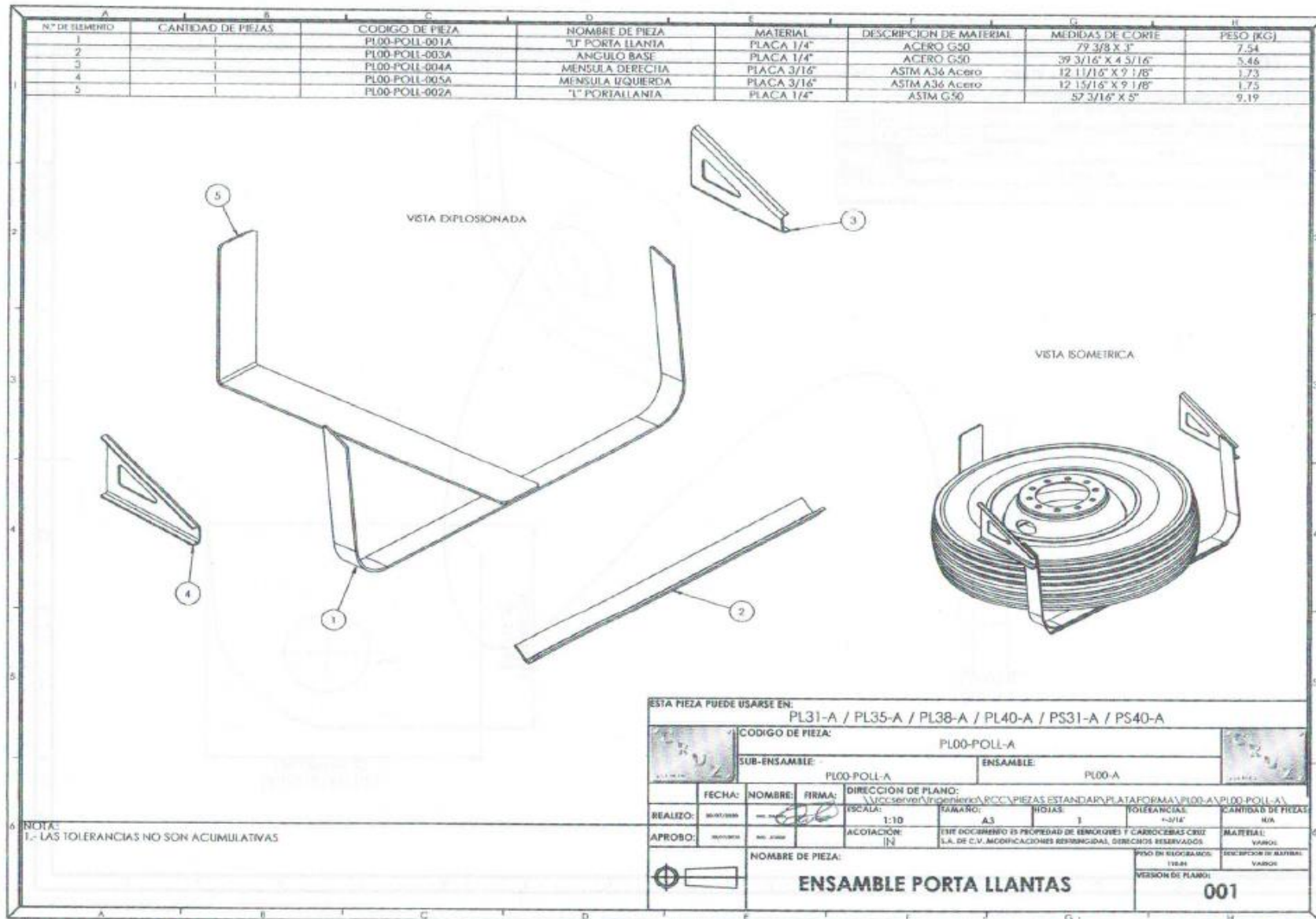


Figura A.77. Plano del ensamble del porta llantas (primera parte). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

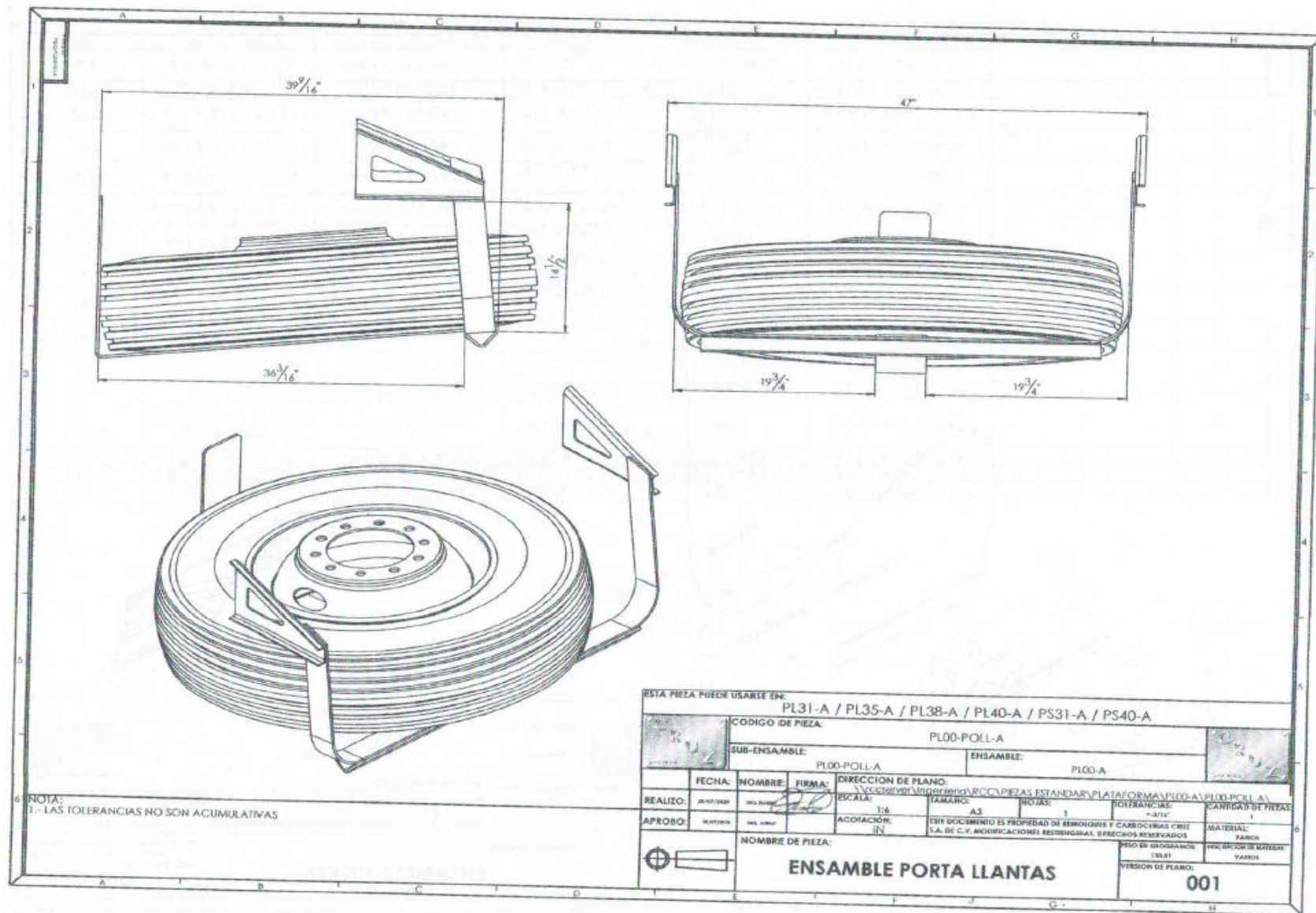


Figura A.78. Plano del ensamble del porta llantas (segunda parte). Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

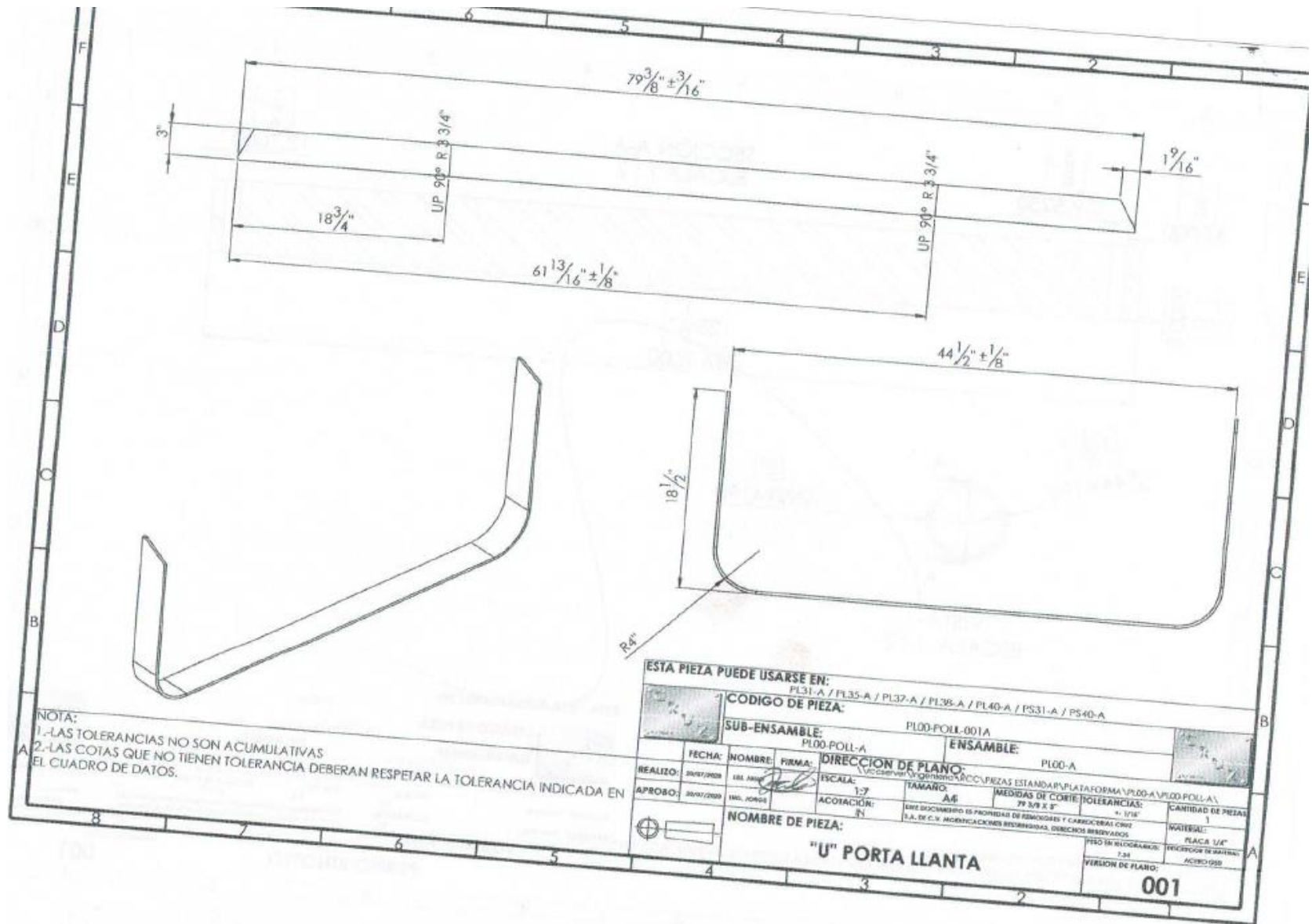


Figura A.80. Plano de la "U" para el porta llanta. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

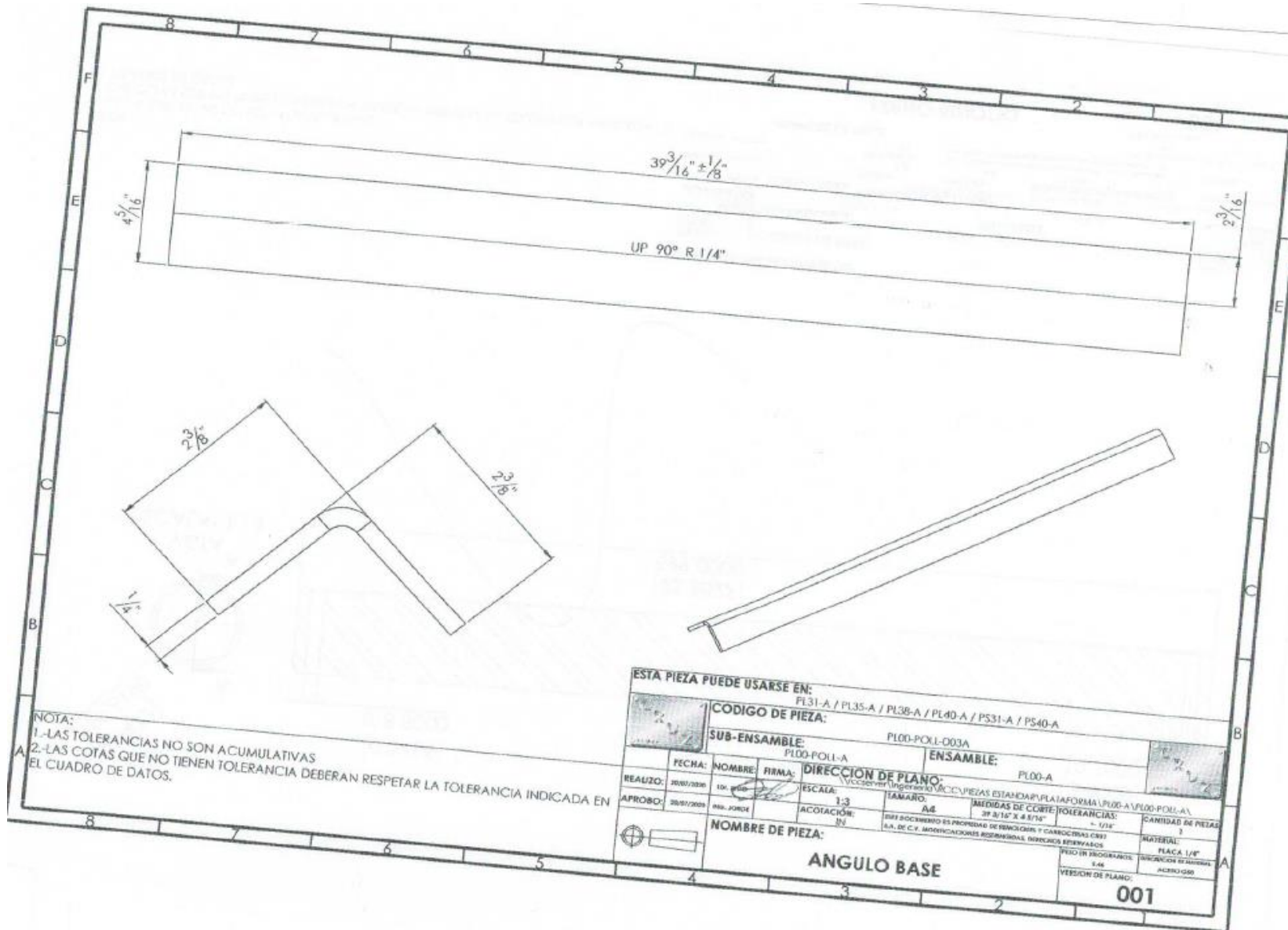


Figura A.81. Plano del ángulo base. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

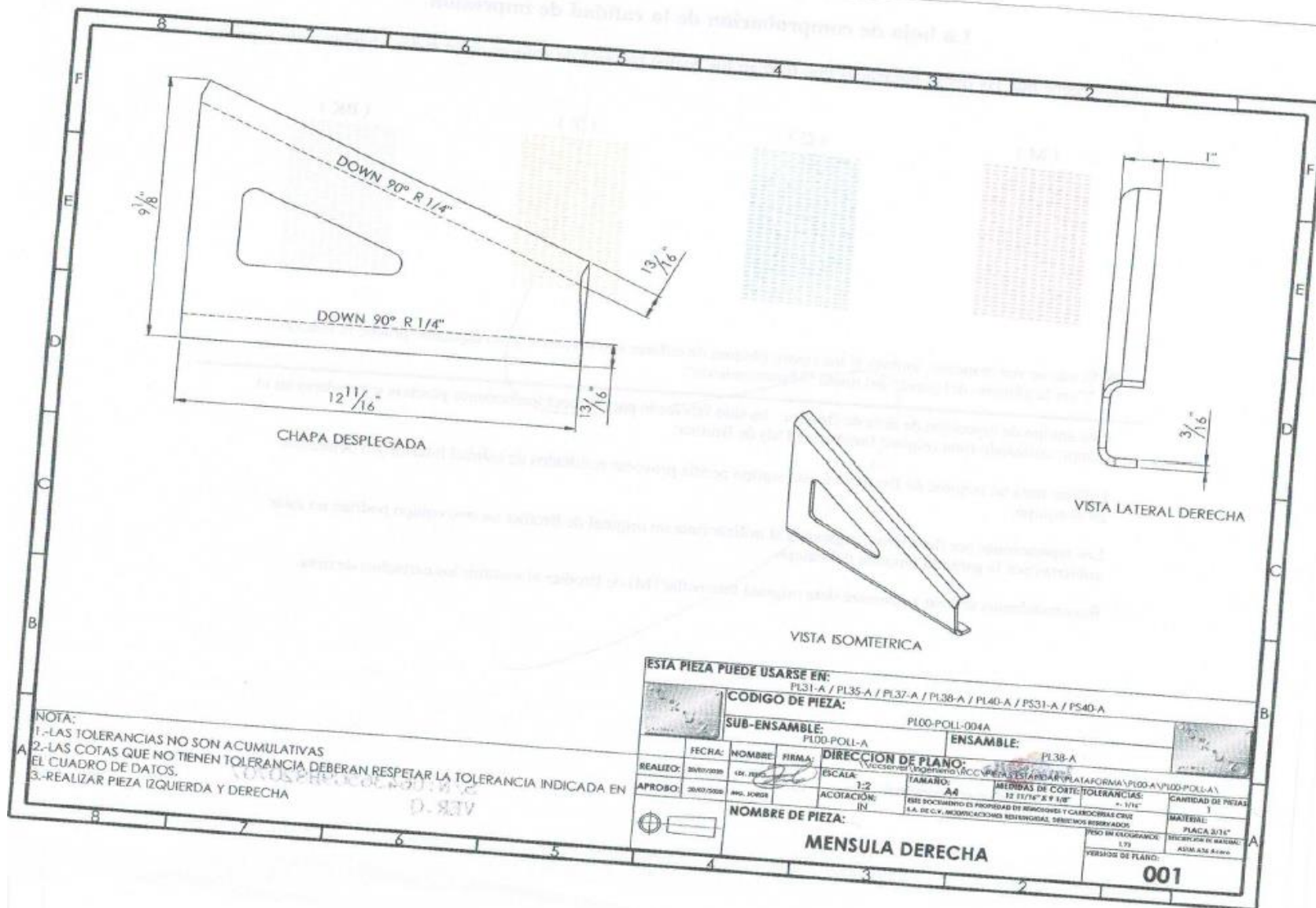


Figura A.82. Plano de la ménsula derecha. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

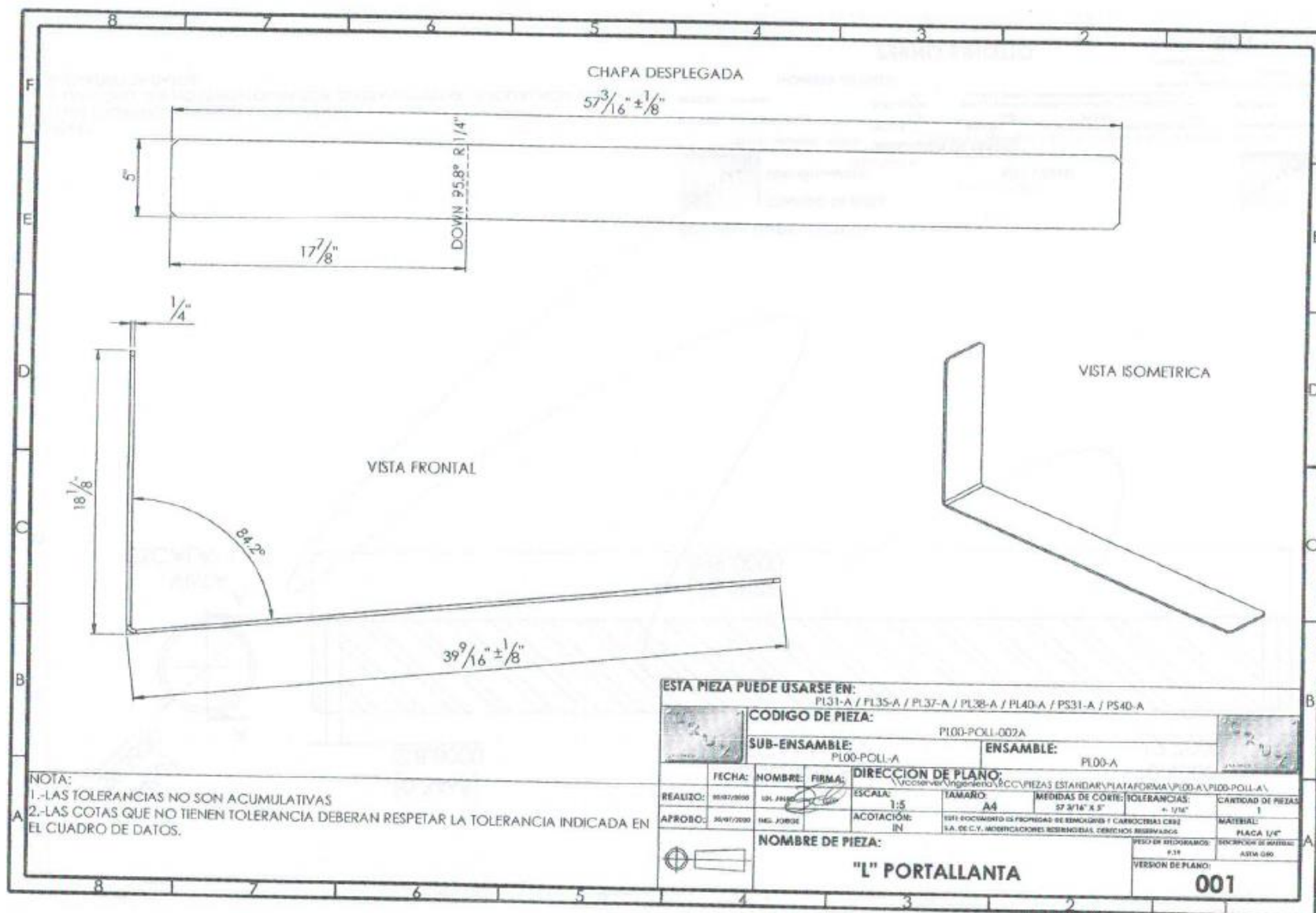



Figura A.83. Plano de la "L" para el porta llanta. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

B. Anexo II.

Seguidamente, se muestran los registros de calidad de las plataformas elaboradas en el mes de junio de 2020, véanse figuras, B.1-B.6.

 REMOLQUES Y CARROCERIAS CRUZ, S.A. DE C.V.	REGISTRO DE INSPECCION PRODUCTO TERMINADO, UNIDAD TIPO PLATAFORMA	O.T. NS-3056-20
		MODELO Plataforma 40,3 Ejes
		N.I.V. 3R9A24032 MU 088 001

CLIENTE: <i>Rosalva Aduna Jaime</i>	Eje frontal <i>HJ-30E16-77 1/2"</i>	Eje central <i>HJ-30E16 77 1/2</i>	Eje trasero <i>HJ-30E16-77 1/2</i>
Mazas Ens. Eje <i>HJ</i>	Tambores Ens. Eje <i>HJ</i>	Fecha de entrega al cliente: <i>Julio-10-20</i>	

BASTIDOR

DESCRIPCION	DISP	FECHA	OBSERVACIONES
Aplicación general de soldadura	OK	06/07/20	
Ganchos amarre lona	OK	06/07/20	
Alineación de ejes	OK	06/07/20	
Lubricación de ejes <i>GroSA</i>	OK	06/07/20	
Torque suspensión <i>HJ</i>	OK	06/07/20	
Marca de llantas <i>SOTERA 5TH-I 11R24.5</i>	OK	06/07/20	
Torque tuercas Unimount	OK	06/07/20	
Funcionamiento patines/marca <i>Fleet Master</i>	OK	06/07/20	<i>2 Vel. Doble</i>
Torque tortillería patines	OK	06/07/20	
Posición perno rey	OK	06/07/20	
Porta llanta	OK	06/07/20	

LUCES Y FRENOS

Funcionamiento luces	OK	10/07/20	
Funcionamiento frenos <i>WABCO 45/2M</i>	OK	10/07/20	
Pernos y chavetas	OK	07/07/20	
Funcionamiento suspensión/ marca <i>HJ</i>	OK	07/07/20	
Altura de manejo suspensión <i>15 1/4"</i>	OK	07/07/20	
Válvula de desfogue suspensión <i>Manual</i>	OK	07/07/20	


PINTURA Y ACABADOS

Aplicación gral. de pintura ,color, tipo	OK	10/07/20	<i>Rojo DMT BASF</i>
Adherencia de pintura	OK	10/07/20	
Colocación general litografía/reflejantes	OK	10/07/20	
Loderas <i>Blanco RCC</i>	OK	06/07/20	
Topes de hule	OK	06/07/20	
Placa N.I.V. marcaje gral. de la unidad	OK	07/07/20	
Porta placa de circulación	OK	06/07/20	
Peso vehicular <i>7200 Kg</i>	OK	07/07/20	
Piso de madera (atornillado)	OK	06/07/20	

OPCIONES

Gancho de arrastre	<i>N/A</i>	—	
Frete laminado <i>0.90m</i>	OK	07/07/20	
Sistema de sujeción de carga (malacate) <i>70winch</i>	OK	07/07/20	<i>La O.T. incluye SI ✓</i>
Eje retráctil <i>En Eje Frontal</i>	OK	07/07/20	
Piso antiderrapante <i>Cal. 16</i>	OK	07/07/20	
Caja P/llantas	OK	07/07/20	<i>La O.T. incluye SI ✓</i>

Figura B.1. Registro de los requerimientos de calidad cumplidos para la orden NS-3056-20. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

 REMOLQUES Y CARROCERIAS CRUZ, S.A. DE C.V.	REGISTRO DE INSPECCION PRODUCTO TERMINADO, UNIDAD TIPO PLATAFORMA	O.T. NS-3053-20
		MODELO Plataforma 40' 3 Ejes N.I.V. 3R9A2403214088093

CLIENTE: <u>Soc. Coop. de Prod. y Prest. de Serv. Cuauhtemoc, S. de C. de</u>		
Eje frontal <u>HJ-30x16-7742</u>	Eje central <u>HJ-30x16-7742</u>	Eje trasero <u>HJ-30x16-7742</u>
Mazas Ens. Eje <u>HJ</u>	Tambores Ens. Eje <u>HJ</u>	Fecha de entrega al cliente:

BASTIDOR

DESCRIPCION	DISP	FECHA	OBSERVACIONES
Aplicación general de soldadura	OK	26/06/20	
Ganchos amarre lona	OK	26/06/20	
Alineación de ejes	OK	26/06/20	
Lubricación de ejes	OK	26/06/20	
Torque suspensión	OK	26/06/20	
Marca de llantas <u>Golden Crown A5180</u>	OK	26/06/20	11R 24.5
Torque tuercas Unimount	OK	26/06/20	
Funcionamiento patines/marca <u>Fleet Master</u>	OK	26/06/20	Double 2 Vel. Soldar Bases-Prop-
Torque tortillería patines	OK	26/06/20	
Posición perno rey	OK	26/06/20	
Porta llanta	OK	26/06/20	

LUCES Y FRENOS

Funcionamiento luces	OK	26/06/20	
Funcionamiento frenos	OK	26/06/20	
Pernos y chavetas	OK	26/06/20	
Funcionamiento suspensión/ marca <u>H300T815</u>	OK	26/06/20	
Altura de manejo suspensión <u>15 1/2"</u>	OK	26/06/20	
Válvula de desfogue suspensión <u>Manual</u>	OK	26/06/20	Patines ✓


PINTURA Y ACABADOS

Aplicación gral. de pintura ,color, tipo	OK	26/06/20	Rojo, DMT Retocar
Adherencia de pintura	OK	26/06/20	
Colocación general litografía/reflejantes	OK	26/06/20	
Loderas	OK	26/06/20	
Topes de hule	OK	26/06/20	
Placa N.I.V. marcaje gral. de la unidad	OK	26/06/20	
Porta placa de circulación	OK	26/06/20	
Peso vehicular <u>7200 kg</u>	OK	26/06/20	
Piso de madera (atornillado)	OK	26/06/20	Corregir inst. Valv. OK

OPCIONES

Gancho de arrastre	N/A	—	
Frente laminado <u>0.90 mm</u>	OK	26/06/20	
Sistema de sujeción de carga (malacate) <u>70 winch</u>	OK	26/06/20	
Eje retráctil <u>2º Eje</u>	OK	26/06/20	
Piso antiderrapante <u>cat. 1/1</u>	OK	26/06/20	
<u>Auto Inflado de llantas</u>	OK	26/06/20	Mexitor

Figura B.2. Registro de los requerimientos de calidad cumplidos para la orden NS-3053-20. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

 REMOLQUES Y CARROCERIAS CRUZ, S.A. DE C.V.	REGISTRO DE INSPECCION PRODUCTO TERMINADO, UNIDAD TIPO PLATAFORMA	O.T. NS-3043-20
		MODELO Plataforma 40, 3 Ejes
		N.I.V. 3R9A24030L4088092

CLIENTE: Soc. Coop. de Prod. y Prest. de Serv. Cuauhtemoc, S.C.L.		
Eje frontal HJ 30K16 - 77 1/2"	Eje central HJ 30K16, 77 1/2"	Eje trasero HJ 30K16, 77 1/2"
Mazas Ens. Eje HJ	Tambores Ens. Eje HJ	Fecha de entrega al cliente:

BASTIDOR

DESCRIPCION	DISP	FECHA	OBSERVACIONES
Aplicación general de soldadura	OK	18/06/20	
Ganchos amarre lona	OK	18/06/20	
Alineación de ejes	OK	18/06/20	
Lubricación de ejes Grasa	OK	18/06/20	
Torque suspensión	OK	18/06/20	
Marca de llantas Golden Crown A5180	OK	18/06/20	MR245 Rim Fleet Master
Torque tuercas Unimount	OK	18/06/20	
Funcionamiento patines/marca Fleet Master	OK	18/06/20	2 Vel -Doble-
Torque tortillería patines	OK	18/06/20	
Posición perno rey 36"	OK	18/06/20	
Porta llanta	OK	18/06/20	

LUCES Y FRENOS

Funcionamiento luces	OK	19/06/20	
Funcionamiento frenos	OK	19/06/20	
Pernos y chavetas.	OK	18/06/20	
Funcionamiento suspensión/ marca MT300T825	OK	18/06/20	0060, 0061, 0058
Altura de manejo suspensión 15 1/4"	OK	18/06/20	
Válvula de desfogue suspensión Manual	OK	18/06/20	


PINTURA Y ACABADOS

Aplicación gral. de pintura ,color, tipo	OK	18/06/20	Rajoi OMT, BASE
Adherencia de pintura	OK	18/06/20	
Colocación general litografía/reflejantes	OK	18/06/20	
Loderas AZUL RCL	OK	18/06/20	
Topes de hule	OK	18/06/20	
Placa N.I.V. marcaje gral. de la unidad	OK	18/06/20	
Porta placa de circulación	OK	18/06/20	
Peso vehicular 7200 Kg	OK	18/06/20	
Piso de madera (atornillado)	OK	18/06/20	

OPCIONES

Gancho de arrastre	N/A	—	
Frente laminado 0.90 cm	OK	18/06/20	
Sistema de sujeción de carga (malacate) 10 winch	OK	18/06/20	
Eje retráctil 2º Eje	OK	18/06/20	
Piso antiderrapante Aut. 14	OK	18/06/20	
Sst de Auto la Plado	OK	18/06/20	MEDITOR

Figura B.3. Registro de los requerimientos de calidad cumplidos para la orden NS-3043-20. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

 REMOLQUES Y CARROCERIAS CRUZ, S.A. DE C.V.	REGISTRO DE INSPECCION PRODUCTO TERMINADO, UNIDAD TIPO PLATAFORMA	O.T. NS-3042-20
		MODELO Plataforma 40, 3 Ejes
		N.I.V. 3R9A240391U088091

CLIENTE: <i>Soc. Coop. de Prod. y Prest. de Serv. Cuauhtémoc S.C.L.</i>		
Eje frontal <i>HJ-30K16-7712</i>	Eje central <i>HJ-30K16-7712</i>	Eje trasero <i>HJ-30K16-7712</i>
Mazas Ens. Eje <i>HJ</i>	Tambores Ens. Eje <i>HJ</i>	Fecha de entrega al cliente: <i>Junio-12-2020</i>

BASTIDOR

DESCRIPCION	DISP	FECHA	OBSERVACIONES
Aplicación general de soldadura	OK	11/06/20	
Ganchos amarre lona	OK	11/06/20	
Alineación de ejes	OK	11/06/20	
Lubricación de ejes <i>Grosa</i>	OK	11/06/20	
Torque suspensión	OK	11/06/20	
Marca de llantas <i>Golden Cross</i>	OK	12/06/20	<i>11R24.5</i>
Torque tuercas Unimount	OK	11/06/20	<i>Cambiar posición (P4)</i>
Funcionamiento patines/marca <i>FleetMaster</i>	OK	12/06/20	
Torque tortillería patines	OK	11/06/20	
Posición pemo rey	OK	11/06/20	
Porta llanta	OK	11/06/20	

Falla

LUCES Y FRENOS

Funcionamiento luces		12/06/20	
Funcionamiento frenos		12/06/20	
Pernos y chavetas	OK	12/06/20	
Funcionamiento suspensión/ marca <i>HJ300TBS15</i>	OK	11/06/20	
Altura de manejo suspensión <i>15 1/4"</i>	OK	11/06/20	
Válvula de desfogue suspensión <i>Manual</i>	OK	11/06/20	

Retocar Calzas Parte

PINTURA Y ACABADOS

6 Aplicación gral. de pintura, color, tipo	OK	12/06/20	<i>Rojo, DMC, BRSF</i>
Adherencia de pintura	OK	12/06/20	
Colocación general litografía/reflejantes	OK	12/06/20	
Loderas <i>AZUL RCC</i>	OK	12/06/20	
Topes de hule	OK	11/06/20	
Placa N.I.V. marcaje gral. de la unidad	OK	12/06/20	
Porta placa de circulación	OK	11/06/20	
Peso vehicular <i>7200 kg</i>	OK	12/06/20	
Piso de madera (atornillado) <i>Pino 1 1/2"</i>	OK	11/06/20	


Falla

OPCIONES

Gancho de arrastre	N/A	—	
Fronte laminado <i>0.90m</i>	OK	11/06/20	
Sistema de sujeción de carga (malacate) <i>10 winches</i>	OK	11/06/20	
10 Eje retráctil <i>2º Eje</i>	OK	12/06/20	<i>Apretar Perilla OK</i>
Piso antiderrapante <i>Cal. 14</i>	OK	11/06/20	
11 Sist. de Auto Inflado	OK	12/06/20	<i>MBR17016 Fuga en Eje</i>

? Falla

Figura B.4. Registro de los requerimientos de calidad cumplidos para la orden NS-3042-20. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

 REMOLQUES Y CARROCERIAS CRUZ, S.A. DEC.V.	REGISTRO DE INSPECCION PRODUCTO TERMINADO, UNIDAD -TIPO PLATAFORMA	O.T. NS-3041-20
		MODELO Plataforma 40', 3Ejes N.I.V. 3R9A24037LU088090

CLIENTE: Soc. Coop. de Prod. y Prest. de Serv. Cuachtemoc, S.C.L.		
Eje frontal HJR-30Klb-77 1/2"	Eje central HJR-30Klb-77 1/2"	Eje trasero HJR-30Klb-77 1/2"
Mazas Ens. Eje HJR	Tambores Ens. Eje HJR	Fecha de entrega al cliente:

BASTIDOR

DESCRIPCION	DISP	FECHA	OBSERVACIONES
Aplicación general de soldadura	OK	020620	
Ganchos amarre lona	OK	020620	
Alineación de ejes	OK	020620	
Lubricación de ejes <i>Green</i>	OK	030620	
Torque suspensión	OK	020620	
Marca de llantas <i>Golden Crown AS180</i>	OK	020620	<i>HR 24.5 RIM BTE</i>
Torque tuercas Unimount	OK	030620	
Funcionamiento patines/marca <i>Fleet Master</i>	OK	020620	<i>2 Vel.</i>
Torque tortillería patines	OK	020620	
Posición perno rey	OK	020620	
Porta llanta	OK	020620	

LUCES Y FRENOS

Funcionamiento luces	OK	030620	
Funcionamiento frenos	OK	030620	
Pernos y chavetas	OK	030620	
Funcionamiento suspensión/ marca <i>HT300TB15</i>	OK	030620	<i>0035, 0033</i>
Altura de manejo suspensión <i>75 1/2"</i>	OK	030620	
Válvula de desfogue suspensión <i>Manual</i>	OK	030620	


PINTURA Y ACABADOS

Aplicación gral. de pintura, color, tipo	OK	030620	<i>R010, DMT BASF</i>
Adherencia de pintura	OK	030620	
Colocación general litografía/reflejantes	OK	030620	<i>F. en frente Falla</i>
Loderas <i>Azul RCC</i>	OK	020620	
Topes de hule	OK	020620	
Placa N.I.V. marcaje gral. de la unidad	OK	020620	
Porta placa de circulación	OK	020620	
Peso vehicular <i>7200kg</i>	OK	020620	
Piso de madera (atornillado) <i>Pino 1 1/2"</i>	OK	020620	

OPCIONES

Gancho de arrastre <i>Holland PH400</i>	<i>N/A</i>	<i>—</i>	
Fronte laminado <i>0.90 m</i>	OK	020620	
Sistema de sujeción de carga (matacate) <i>10 winches</i>	OK	020620	
Eje retráctil <i>En 2º Eje</i>	OK	020620	
Piso antiderrapante <i>Gal 78</i>	OK	020620	
<i>10</i> Sist. Autoinflado <i>MERITOR PSI</i>	OK	030620	<i>Fuga en topones Viga Ejes Falla</i>

Figura B.5. Registro de los requerimientos de calidad cumplidos para la orden NS-3041-20. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

 REMOLQUES Y CARROCERIAS CRUZ, S.A. DE C.V.	REGISTRO DE INSPECCION PRODUCTO TERMINADO, UNIDAD TIPO PLATAFORMA	O.T. NS-3040-20
		Plataforma MODELO 40 ¹ 3Ejes
		N.I.V. 3R9A24030LU088089

CLIENTE: Soc. Coop. de Prod. y Prest. de Serv. Cuauhtemoc, S.C.L		
Eje frontal HJR-30K16-77 1/2	Eje central HJR-30K16-77 1/2	Eje trasero HJR-30K16-77 1/2
Mazas Ens. Eje HJR	Tambores Ens. Eje HJR	Fecha de entrega al cliente:

BASTIDOR

DESCRIPCION	DISP	FECHA	OBSERVACIONES
Aplicación general de soldadura	OK	280520	
Ganchos amarre lona	OK	280520	
Alineación de ejes	OK	280520	
Lubricación de ejes Grasa	OK	280520	
Torque suspensión	OK	280520	
Marca de llantas Golden Crown A518D	OK	280520	11R24.5 Rim BTE
Torque tuercas Unimount	OK	280520	
Funcionamiento patines/marca HJR 2Vel.	OK	280520	Doble
Torque tortillería patines	OK	280520	
Posición perno rey	OK	280520	
Porta llanta	OK	280520	

LUCE Y FRENOS

Funcionamiento luces			
Funcionamiento frenos			
Pernos y chavetas	OK	290520	
Funcionamiento suspensión/ marca HT30DT325	OK	290520	
Altura de manejo suspensión 15 3/8	OK	280520	
Válvula de desfogue suspensión Manual	OK	280520	

PINTURA Y ACABADOS

Aplicación gral. de pintura ,color, tipo	OK	290520	Rajid, DMT, CASF
Adherencia de pintura	OK	290520	
Colocación general litografía/reflejantes	OK	290520	
Loderas Azul RCC	OK	280520	
Topes de hule	OK	280520	
Placa N.I.V. marcaje gral. de la unidad	OK	290520	
Porta placa de circulación	OK	290520	
Peso vehicular	OK	290520	
Piso de madera (atormillado) Pino 1 1/2"	OK	280520	

OPCIONES

Gancho de arrastre	N/A	-	
Frente laminado 0.90mm	OK	280520	
Sistema de sujeción de carga (malacate) 10winches	OK	280520	
Eje retráctil En eje central	OK	280520	
Piso antiderrapante Cal. 16	OK	280520	

Figura B.6. Registro de los requerimientos de calidad cumplidos para la orden NS-3040-20. Fuente: Remolques y Carrocerías Cruz, S.A. de C.V., 2020.

C. Anexo III.

A continuación, se exponen las necesidades de espacio requeridas para cada área.

- **Pantógrafo CNC.**

Para este centro de trabajo se asignó el espacio necesario para el mantenimiento de las máquinas de corte por CNC, además se colocó el espacio requerido para seguridad del operario, véase figura C.1.

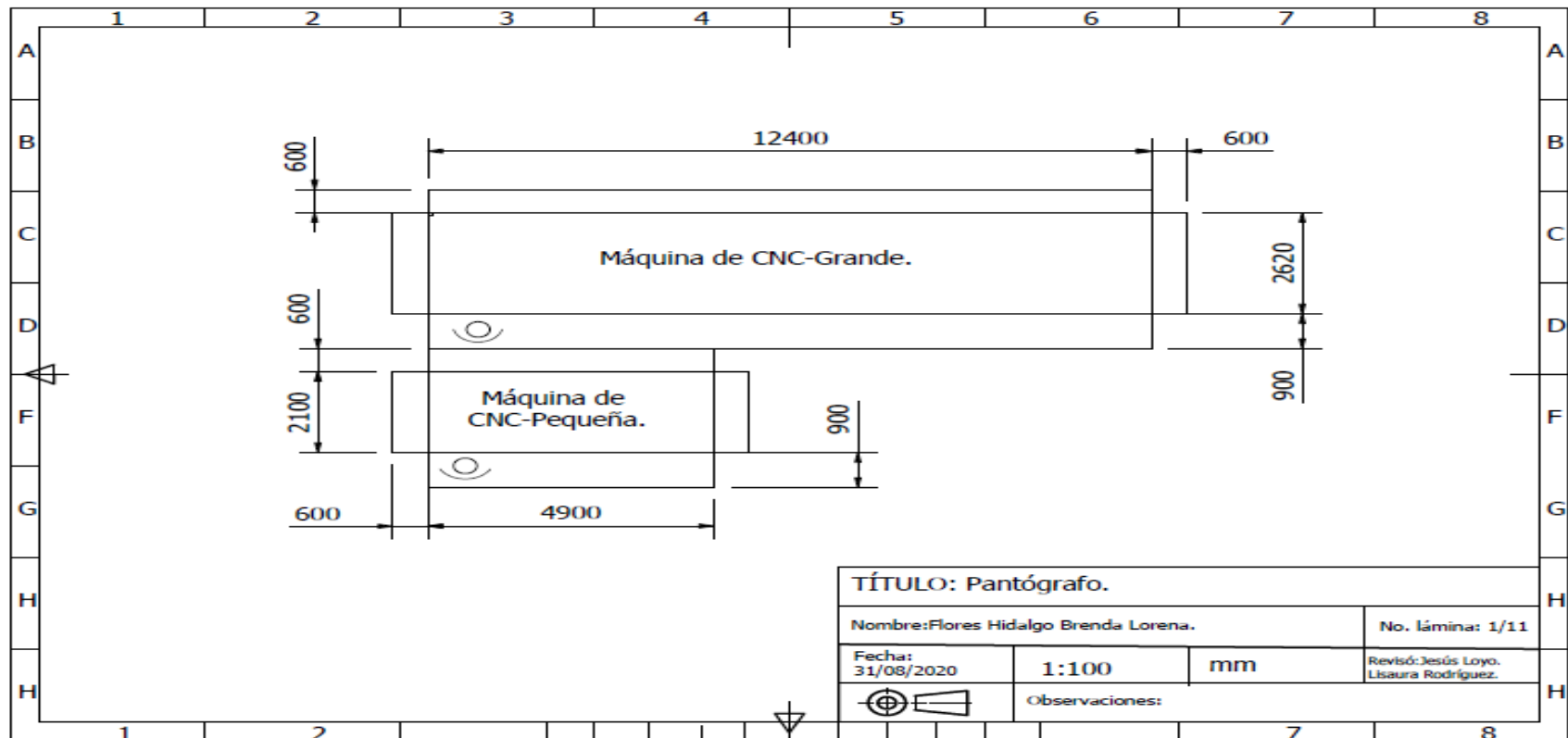


Figura C.1. Plano del espacio requerido para la estación de pantógrafo. Fuente: Elaboración propia.

- **Corte por cizalla.**

En esta estación se proporcionó el espacio necesario para el mantenimiento de las máquinas de corte, además se otorgó el espacio utilizado para la seguridad del operario, véase figura C.2.

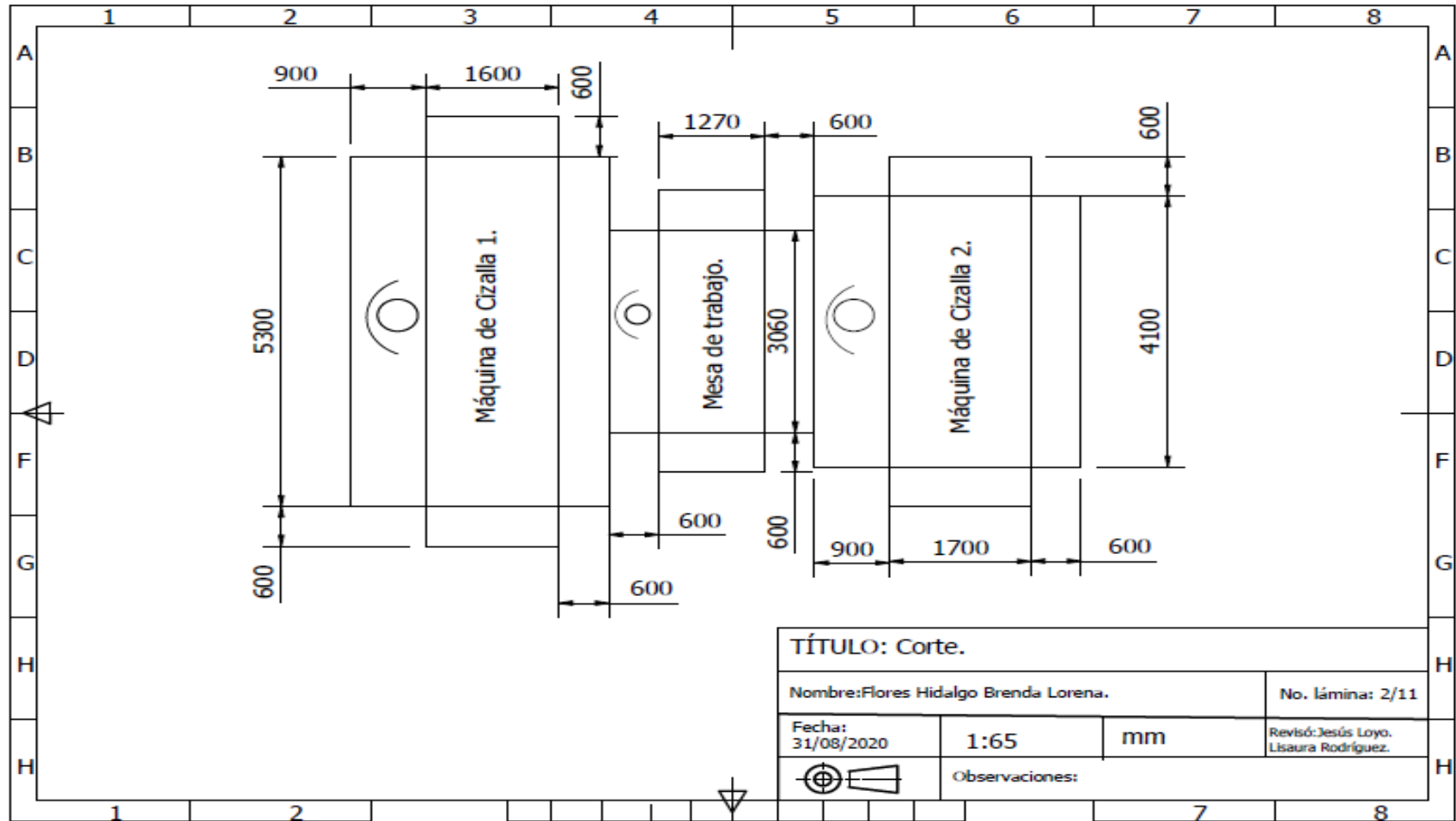


Figura C.2. Plano del espacio requerido para la estación de corte. Fuente: Elaboración propia.

- **Doblado.**

Para este centro de trabajo se asignó el espacio necesario para el mantenimiento de las máquinas de doblado, además se colocó el espacio requerido para seguridad del operario, véase figura C.3.

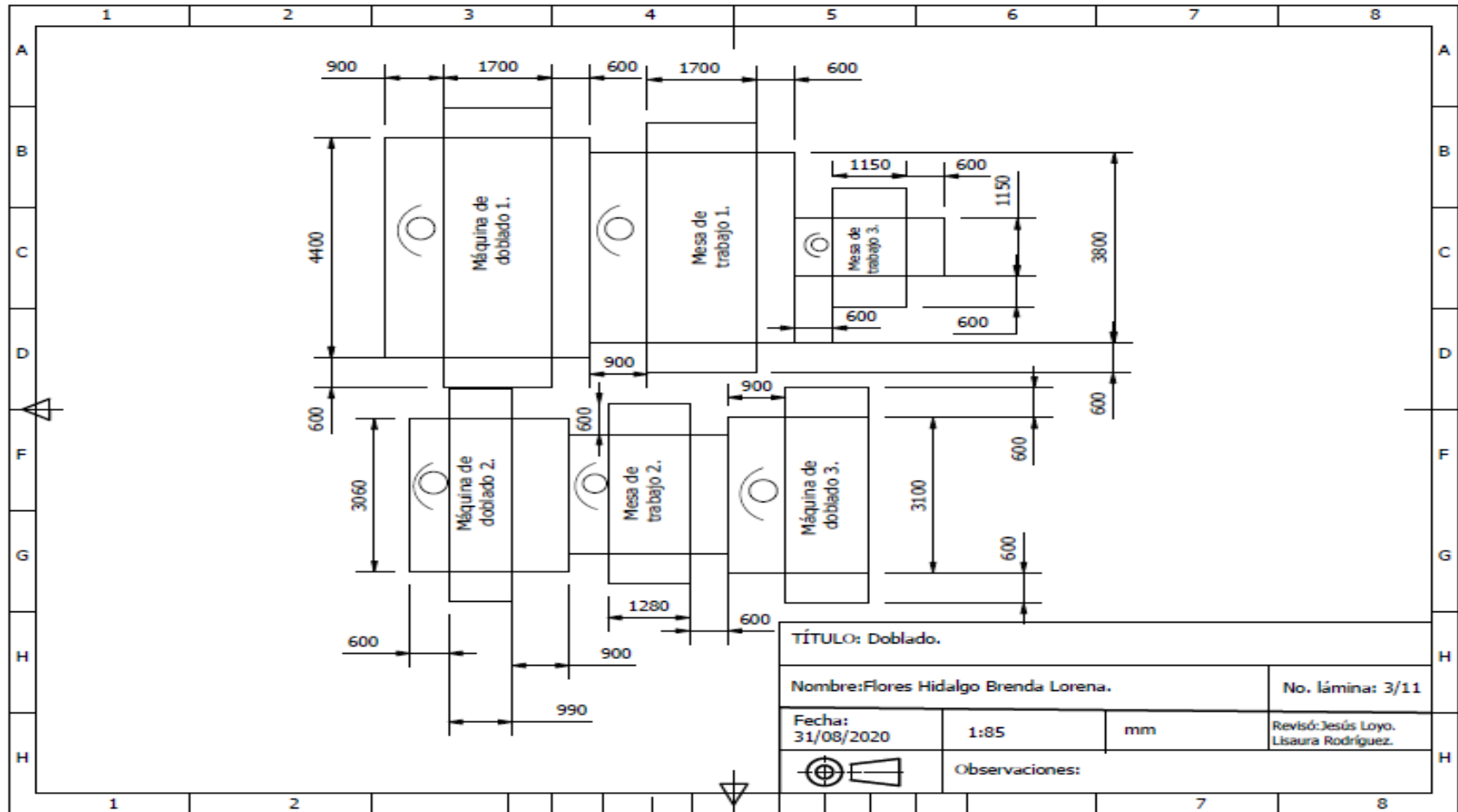


Figura C.3. Plano del espacio requerido para la estación de doblado. Fuente: Elaboración propia.

- **Subensambles (soldado).**

Para esta estación se proporcionó el espacio necesario para el mantenimiento de las máquinas de utilizadas para soldar las vigas, además se otorgó el espacio utilizado para la seguridad del operario, véase figura C.4.

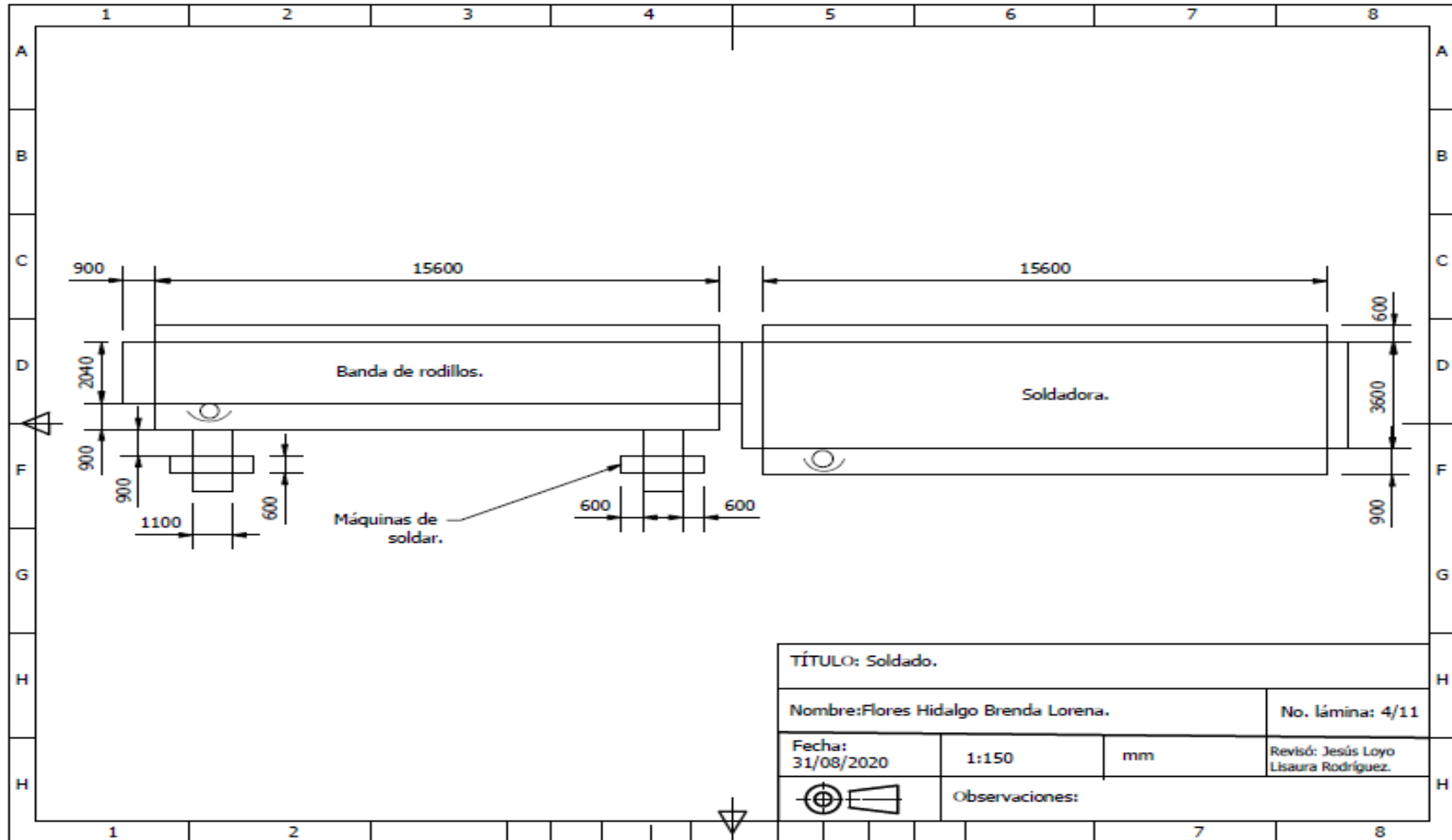


Figura C.4. Plano del espacio requerido para la estación de subensambles (soldado). Fuente: Elaboración propia.

- **Subensambles.**

En esta área se proporcionó el espacio necesario para la utilización de las mesas de trabajo, además se otorgó el espacio utilizado para la seguridad del operario, nótese que, dado que en esta estación se elaboran las bordas, las cuales tienen una longitud de 12.2m, se dejó el espacio suficiente para realizar este subensamble, véase figura C. 5.

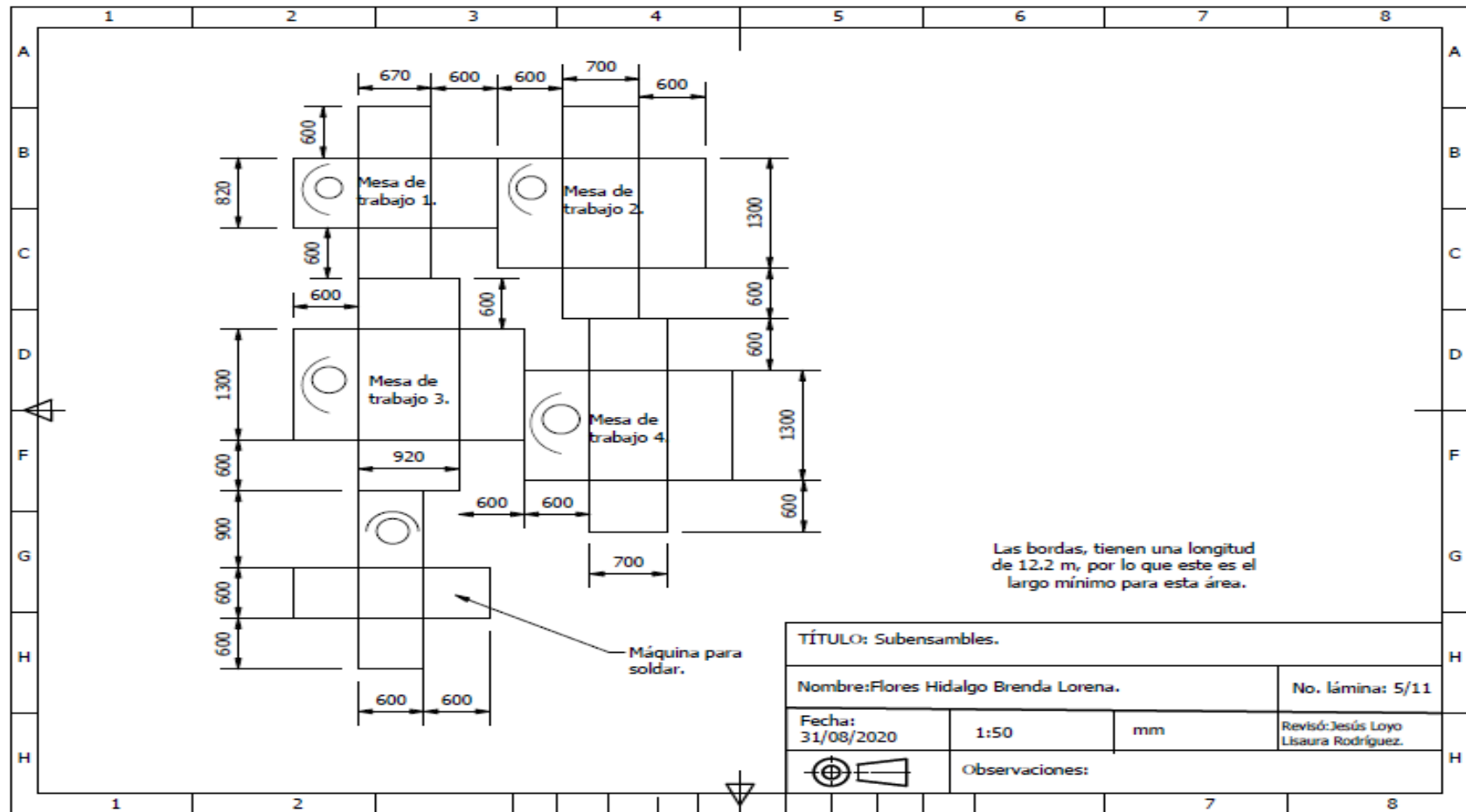


Figura C.5. Plano del espacio requerido para la estación de subensambles. Fuente: Elaboración propia.

- **Ensamble.**

Para esta estación se proporcionó el espacio necesario para el mantenimiento de las máquinas de utilizadas para soldar la plataforma, además se otorgó el espacio utilizado para la seguridad del operario, véase figura C.6.

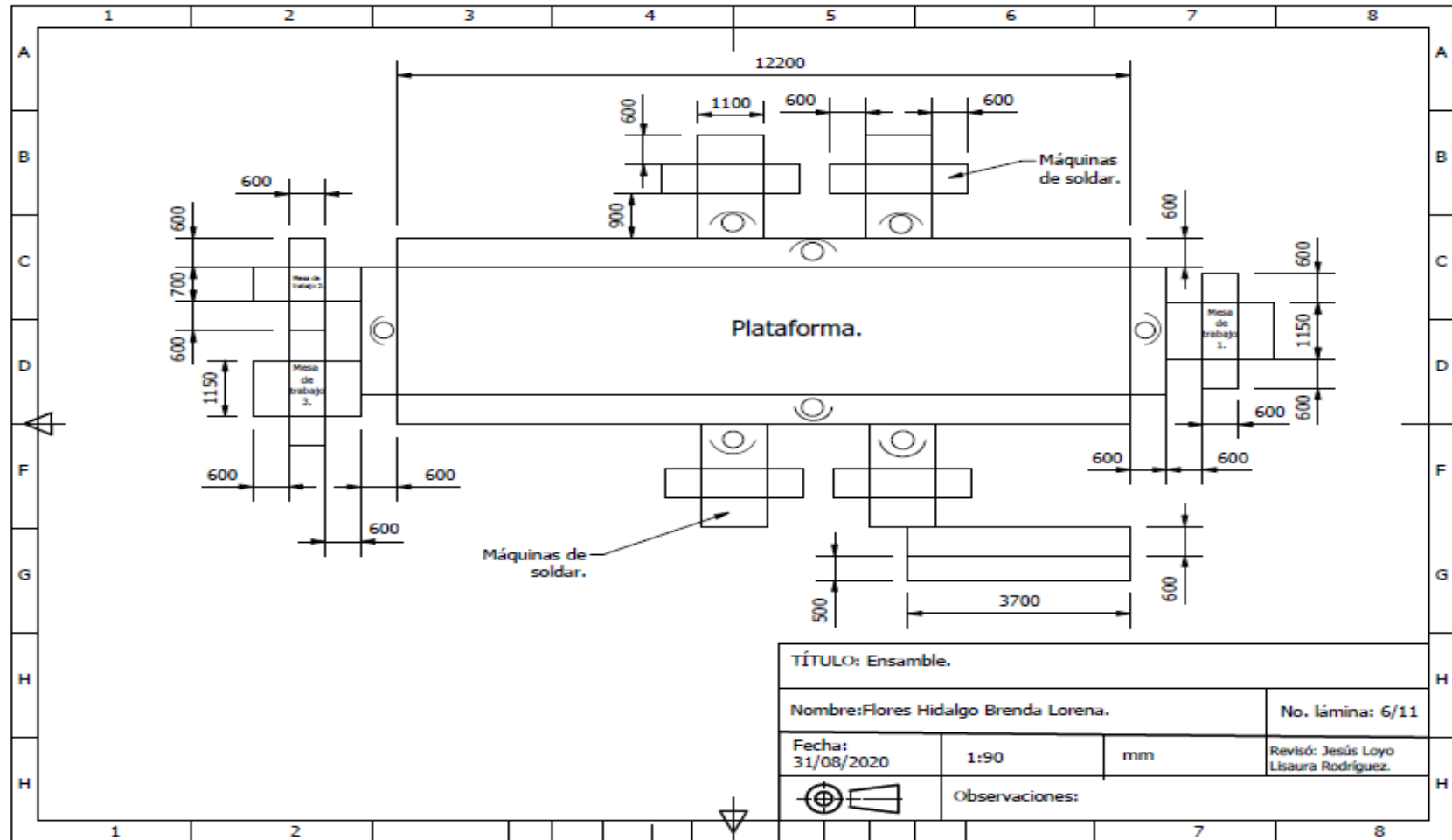


Figura C.6. Plano del espacio requerido para la estación de ensamble. Fuente: Elaboración propia.

- **Madera.**

En esta estación se asignó el espacio necesario para el mantenimiento de las máquinas de corte de madera, además se otorgó el espacio utilizado para la seguridad del operario y se consideró el espacio suficiente para tener un almacén de madera, véase figura C.7.

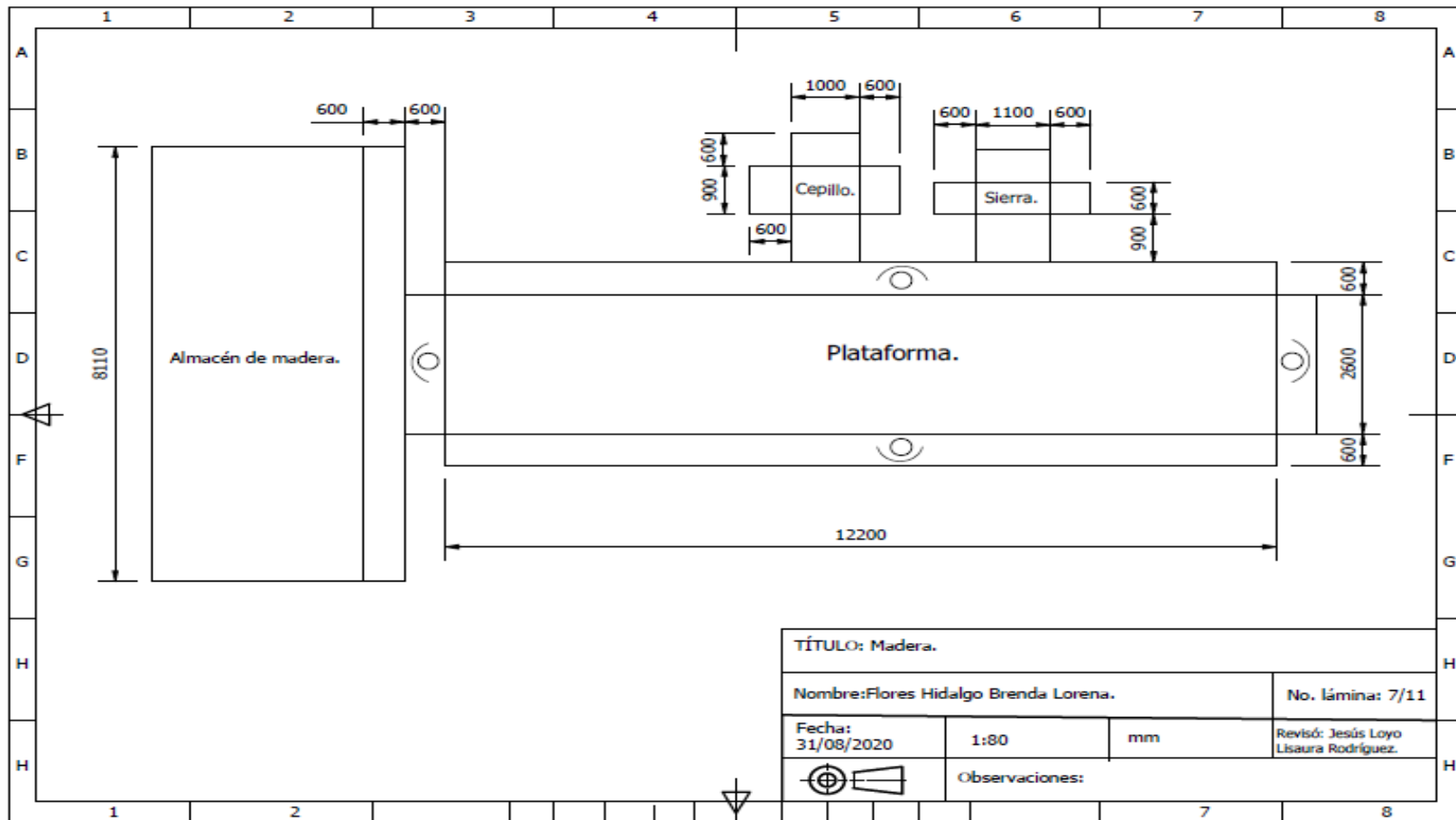


Figura C.7. Plano del espacio requerido para la estación de madera. Fuente: Elaboración propia.

- **Pintura.**

Para este centro de trabajo se colocó el espacio requerido para un almacén de pinturas, asimismo, se consideró el espacio de trabajo necesario los operadores alrededor de la plataforma, véase figura C.8.

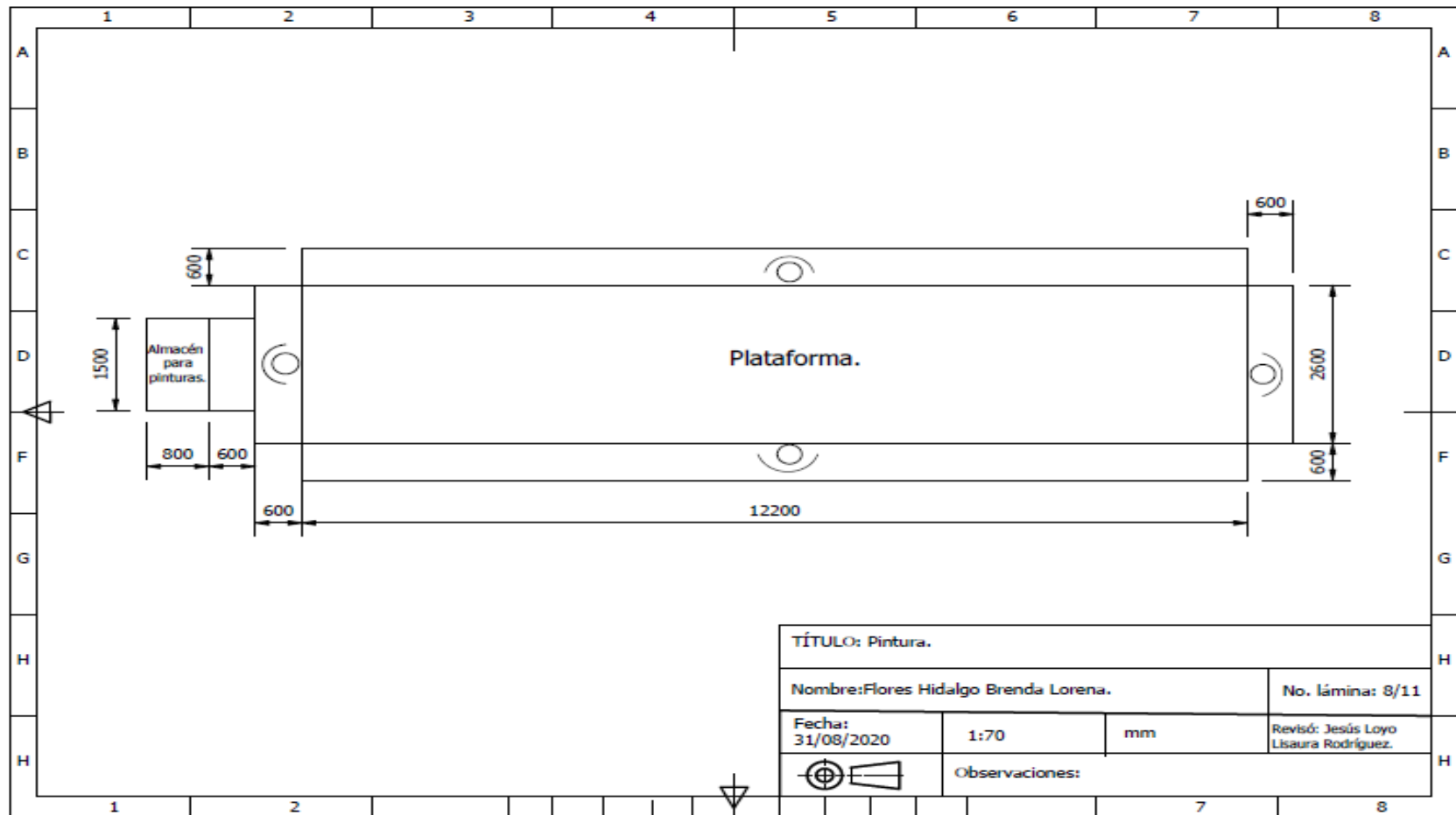


Figura C.8. Plano del espacio requerido para la estación de madera. Fuente: Elaboración propia.

- **Luces y frenos.**

Para este centro de trabajo se asignó el espacio necesario para el mantenimiento de la máquina armadora de llantas, también se proporcionó el lugar solicitado para un almacén, por último, se colocó el espacio requerido para seguridad del operario, véase figura C.9.

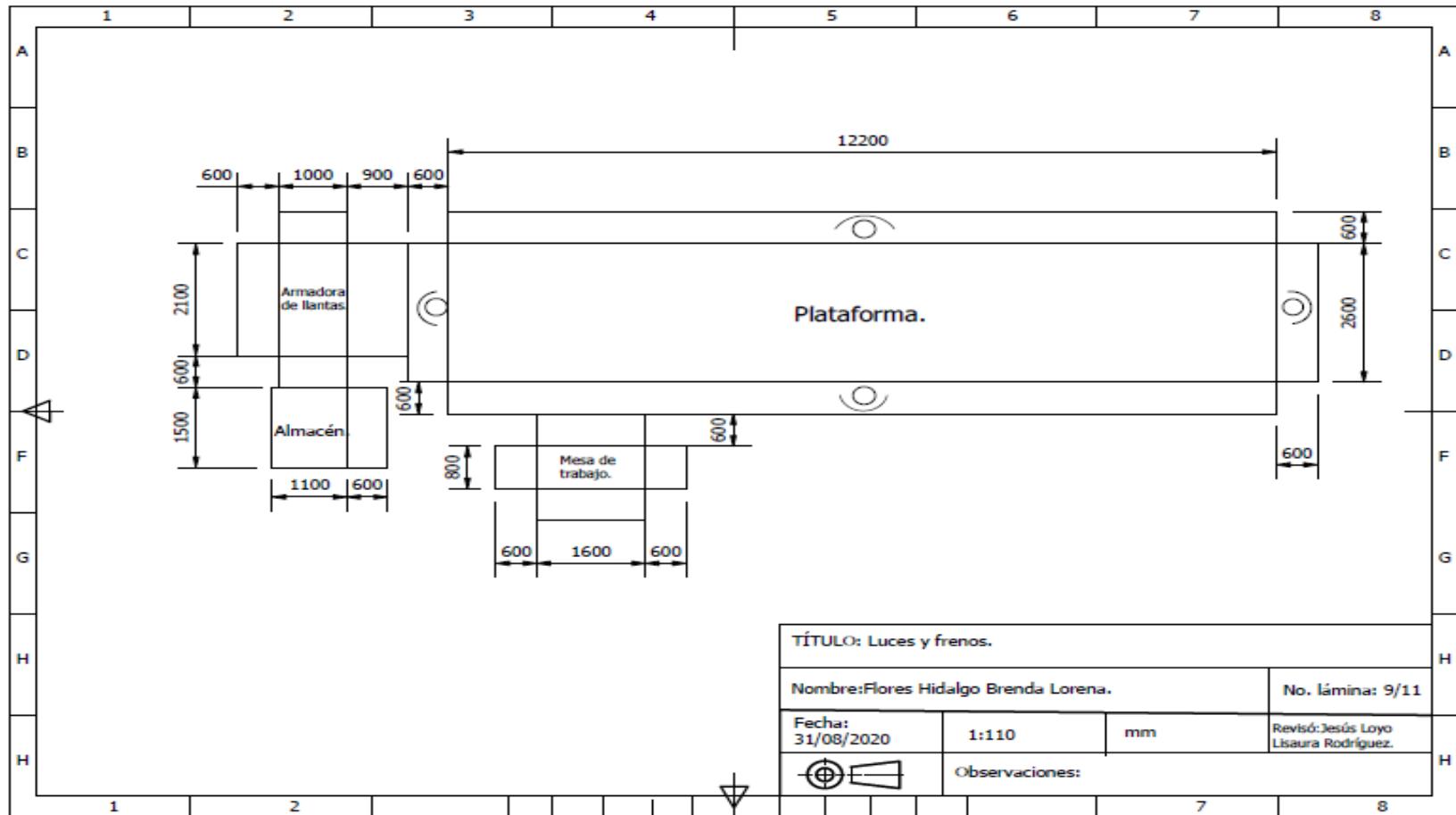


Figura C.9. Plano del espacio requerido para la estación de luces y frenos. Fuente: Elaboración propia.

- **Almacén 1.**

En esta estación se añadió el espacio para transportar el material con el montacargas, así como también se tomó en cuenta la estructura de los anaqueles que componen el almacén de materiales pesados, véase figura C.10.

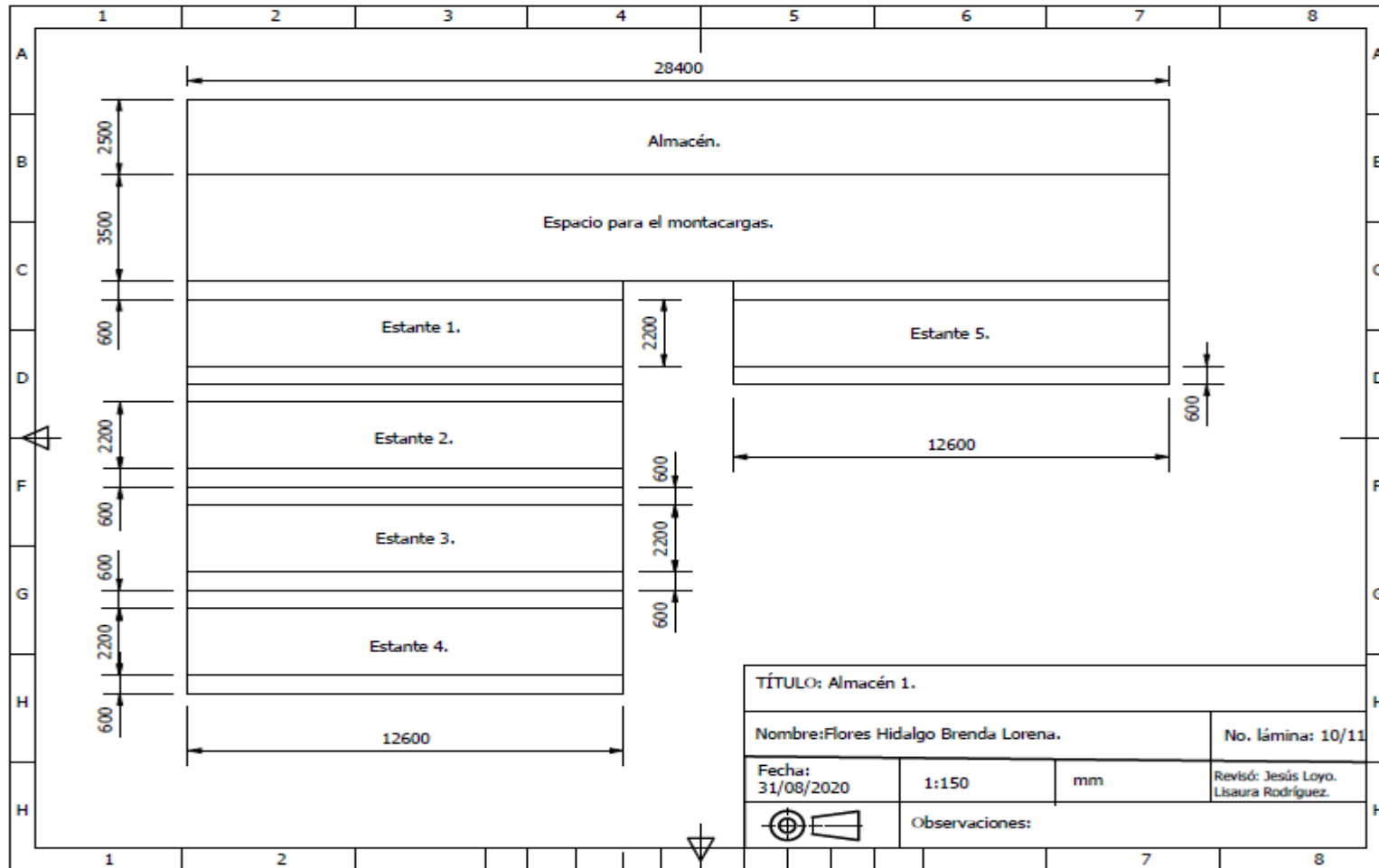


Figura C.10. Plano del espacio requerido para el almacén 1. Fuente: Elaboración propia.

- **Almacén 2.**

Finalmente, para este centro de trabajo, solo se tomaron las dimensiones externas, esto a razón de que la estructura de éste almacén es fija y no se pueden hacer modificaciones posteriores, véase figura C.11.

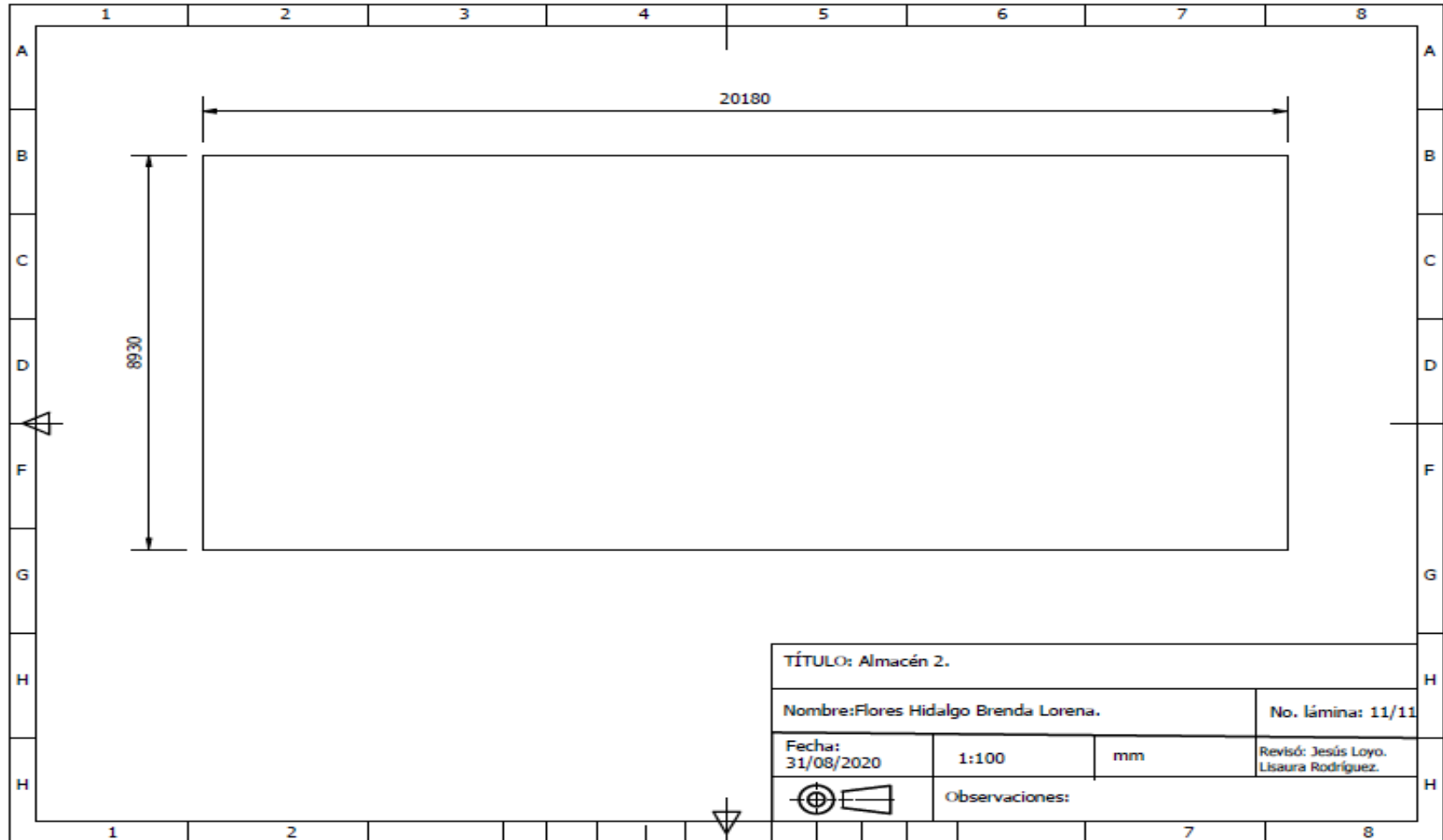


Figura C.11. Plano del espacio requerido para el almacén 2. Fuente: Elaboración propia.

D. Anexo IV.

En seguida se presentan los diagramas DE-A correspondientes a las propuestas de redistribución de planta, los cuales se elaboraron con el propósito de tener un fundamento sobre cuál de éstas alternativas tendrá una mayor eficiencia del flujo del proceso.

- **Propuesta 1.**

La figura D.1 corresponde al diagrama DE-A de la alternativa de distribución 1, tal como se puede observar, en este planteamiento existe un retroceso, de la estación madera hacia ensamble, no obstante, en comparación con los diagramas DE-A de la distribución actual las distancias son menores, por lo cual la eficiencia aumenta, siendo esta del 3.79%, véase ecuación 16.

Departamento	Almacén 1	Almacén 2	Pantógrafo	Corte	Doblado	Subensamble	Subensambles	Ensamble	Madera	Pintura	Luces y Frenos	Peso total (kg)	Penalización total	
Almacén 1			1 3020 123820 2 1010 41410 3 2770 113570 4 204 8368.1	1 2265 77083 2 1010 34373 3 30.4 1034 4 204 6946								10514	406603	
Almacén 2						7 30 1992			21 3 354	22 10 1414	23 20 3087.941	63	6848	
Pantógrafo					5 1000 20968							1000	20968	
Corte					6 300 1350			16 20 1100				320	2450	
Doblado						8 1000 0	9 124 6200 10 25.7 1284 11 20 1000 12 300 15000	15 1000 67124					2470	90608
Subensamble (Soldado)								13 1391.9 6402.5				1392	6403	
Subensambles								14 469.67 5166.4				470	5166	
Ensamble									17 58800 1539384	19 6169 144778		64969	1684162	
Madera								18 6000 157080				6000	157080	
Pintura											20 6170 80210	6170	80210	
Luces y Frenos														
Total												93367	2460498	

Figura D.1. Diagrama DE-A de la propuesta 1. Fuente: Elaboración propia.

$$\text{Eficiencia} = \frac{93367}{2460498} * 100 = 3.79\%$$

Ecuación 16

- **Propuesta 2.**

La figura D.2 muestra el diagrama DE-A de la alternativa de distribución 2, tal como se puede analizar, en este diseño existe un retroceso, de la estación madera hacia ensamble, sin embargo, en comparación con los diagramas DE-A de la distribución actual las distancias son menores, por lo cual la eficiencia aumenta, siendo esta del 5.28%, véase ecuación 17.

Departamento	Almacén 1	Almacén 2	Pantógrafo	Corte	Doblado	Subensamble (Soldado)	Subensambles	Ensamble	Madera	Pintura	Luces y Frenos	Peso total (kg)	Penalización total	
Almacén 1			1 3020 123820 2 1010 41410 3 2770 113570 4 204 8368.1	1 2265 77083 2 1010 34372.5 3 30.4 1033.9 4 204 6945.98								10514	406603	
Almacén 2						7 30.38 1991.95			21 3 307	22 10 1255	23 20 2495.6	63	6050	
Pantógrafo					5 1000 20968							1000	20968	
Corte					6 300 1350			16 20 2076.32				320	3426	
Doblado						8 1000 0	9 124 6200 10 25.7 1284 11 20 1000 12 300 15000	15 1000 93815.8					2470	117299
Subensamble (Soldado)								13 1392 86210.6				1392	86211	
Subensambles								14 470 17434.8				470	17435	
Ensamble									17 58800 705600	19 6169 229358		64969	934958	
Madera								18 6000 72000				6000	72000	
Pintura											20 6170 104890	6170	104890	
Luces y Frenos														
												Total	93367	1769840

Figura D.2. Diagrama DE-A de la propuesta 2. Fuente: Elaboración propia.

$$Eficiencia = \frac{93367}{1769840} * 100 = 5.28\%$$

Ecuación 17

- **Propuesta 3.**

La figura D.3 presenta el diagrama DE-A de la alternativa de distribución 3, tal como se observar, en esta propuesta ya no existen retrocesos, puesto que de acuerdo al plano, se sugiere instaurar una tercera estación de ensamble (colocación de lámina antiderrapante), para eliminar dicho retroceso de material, asimismo, es fácil notar que algunas de las distancias colocadas son cero, esto debido a que son longitudes tan pequeñas que se consideraron no significativas, de esta manera la eficiencia del flujo de materiales aumenta considerablemente, pasando a un 7.59%, tal como se muestra en la ecuación 18.

Departamento	Almacén 1	Almacén 2	Pantógrafo	Corte	Doblado	Subensamble (Soldado)	Subensambles	Ensamble	Madera	Ensamble (lámina)	Pintura	Luces y Frenos	Peso total (kg)	Penalización total	
Almacén 1			1 3020 123820 2 1010 41410 3 2770 113570 4 204 8368.1	1 2265 77083 2 1010 34373 3 30 1034 4 204 6946									10514	406603	
Almacén 2						7 30.38 1992			21 3 354		22 10 1676	23 20 3612	63	7633	
Pantógrafo					5 1000 20968								1000	20968	
Corte					6 300 1350			16 20 1132		16 0 0			320	2482	
Doblado						8 1000 0	9 124 6200 10 26 1284 11 20 1000 12 300 15000	15 1000 67124		15 0 0			2470	90608	
Subensamble (Soldado)								13 1392 6403		13 0 0			1392	6403	
Subensambles								14 470 5166		14 0 0			470	5166	
Ensamble									17 58800 689994		19 6169 0		64969	689994	
Madera										18 6000 0			6000	0	
Ensamble (lámina)															
Pintura												20 6170 0	6170	0	
Luces y Frenos															
													Total	93367	1229858

Figura D.3. Diagrama DE-A de la propuesta 3. Fuente: Elaboración propia.

$$Eficiencia = \frac{93367}{1769840} * 100 = 7.59\%$$

Ecuación 18