



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

*Diseño de un molde y sistema de canal caliente 2K para inyección de plástico.*

---

**MEMORIA PRESENTADA POR:**

*Ricardo Monteagudo Garde*

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

Convocatoria de defensa: Junio 2020

Tutor: Miguel Ángel Peydró Rasero



## Resumen

Este proyecto desarrolla el proceso de diseño de un molde para la fabricación de piezas bicomponente mediante inyección de plástico.

Las diferentes fases de las que consta empiezan por el rediseño de una pieza ya existente, la realización de un estudio de simulación de inyección CAE de dicha pieza, y por último, el diseño del molde y su sistema de cámara caliente mediante CAD. El proyecto incluye también un presupuesto de todo el conjunto terminado.

El molde diseñado es capaz de producir dos piezas por ciclo de inyección en un corto periodo de tiempo a bajo coste.

## Summary

*The project develops the designing process of a mold to produce tow-component pieces through plastic injection.*

*The different phases begin with the redesign of an existing piece, the performance of CAE injection simulation study of the previously mentioned piece, and finally, the mold and its hot runner system design by CAD. The total budget is also included.*

*The designed mold can produce two pieces by injection cycle in a short period of time at low costs.*

## PALABRAS CLAVE

Molde – Inyección – Plástico – CAE – CAD





# CONTENIDO

Resumen .....	I
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS .....	2
3. ELECCIÓN Y REDISEÑO DE LA PIEZA.....	3
3.1. Introducción .....	3
3.2. Rediseño de pieza .....	4
3.3. Cambio de radio .....	6
3.4. Línea de partición y ángulos de desmoldeo .....	8
3.5. Cambio de espesor en los raíles y material .....	10
3.6. Cambios en la zona inferior y laterales de clipado .....	12
3.7. Imágenes de la pieza final .....	14
3.8. Prototipos obtenidos mediante impresión 3D.....	16
4. DISEÑO PRELIMINAR DEL MOLDE .....	17
4.1. Elección de máquina .....	19
5. SIMULACIÓN DE INYECCIÓN .....	23
5.1. Ubicación de las entradas y material elegido. ....	23
5.2. Simulación de inyección de las traviesas .....	26
5.3. Simulación de inyección de raíles .....	34
5.4. Deformación.....	41
5.5. Ciclo de inyección .....	42
6. DISEÑO DEL MOLDE .....	43
6.1. Materiales .....	47
6.2. Diseño del lado fijo .....	49
6.2.1. Placa de embride fija .....	49
6.2.2. Placa portacámara.....	51
6.2.3. Placa de figura fija .....	54
6.2.4. Postizos Fijos A1 y A2.....	57
6.2.5. Postizos Fijos B1 y B2.....	61
6.2.6. Sistema de cámara caliente.....	66
Sistema 2 K (o bicomponente) .....	67
Conjunto A+B.....	71
6.2.7. Accesorios Lado Fijo.....	74

6.2.8.	Conjunto del lado fijo .....	77
6.3.	Diseño del lado móvil.....	79
6.3.1.	Postizos Móviles A1, A2, B1 y B2 .....	79
6.3.2.	Placa figura móvil .....	83
6.3.3.	Regles G1, G2 y G3.....	87
6.3.4.	Placa embride móvil .....	88
6.3.5.	Grupos de expulsión A y B.....	90
6.3.6.	Accesorios de la parte móvil. ....	94
6.3.7.	Conjunto del lado móvil.....	98
6.4.	Conjunto del molde .....	100
7.	FUNCIONAMIENTO DEL MOLDE .....	101
8.	PRESUPUESTO.....	102
8.1.	Placas .....	102
8.2.	Sistema de cámara caliente .....	103
8.3.	Accesorios .....	105
8.4.	Precio final .....	107
8.5.	Precio por pieza .....	107
9.	BIBLIOGRAFÍA .....	108
10.	ANEXO I: PLANOS .....	109
10.1.	Planos de pieza referencia 53405 .....	109
10.2.	Planos Sistema de cámara caliente .....	109
10.3.	Planos de molde 53405.....	109
10.4.	Planos de fabricación de placas.....	109

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1-1. Imagen de molde estándar</i> .....	1
<i>Figura 2-1. Detalle de inyección por sobremoldeo</i> .....	2
<i>Figura 3-1. Evolución de tramos de vía</i> .....	3
<i>Figura 3-2. Tramo curvo Ref. 53400</i> .....	3
<i>Figura 3-3. Tramo recto Ref. 53401</i> .....	3
<i>Figura 3-4. Tramo flexible Ref. 64022</i> .....	3
<i>Figura 3-5. Desvíos izquierdo y derecho Refs. 53403 y 53404</i> .....	3
<i>Figura 3-6. Bocetos iniciales de raíles</i> .....	4
<i>Figura 3-7. Bocetos iniciales de traviesas</i> .....	5
<i>Figura 3-8. Medidas Studs</i> .....	6
<i>Figura 3-9. Geometría de trazados (Brickdimensions.com)</i> .....	6
<i>Figura 3-10. Geometría de trazados (L-gauge.org)</i> .....	7
<i>Figura 3-11. Comparativa entre tramos Ref. 53405 - R56 y Ref. 53400 – R40</i> .....	7
<i>Figura 3-12. Esquema de línea de partición</i> .....	8
<i>Figura 3-13. Línea de partición en la nueva referencia</i> .....	8
<i>Figura 3-14. Análisis de ángulo de desmoldeo en traviesas</i> .....	9
<i>Figura 3-15. Análisis de ángulos de desmoldeo en traviesas + raíles</i> .....	9
<i>Figura 3-16. Grosor de pared recomendado en función de la resina</i> .....	10
<i>Figura 3-17. Detalle de espesor de pared en studs</i> .....	11
<i>Figura 3-18. Detalle de espesor de pared en traviesas y zona de raíles</i> .....	11
<i>Figura 3-19. Detalle de espesores en la sección principal de los raíles</i> .....	11
<i>Figura 3-20. Detalle de zona de raíles entre traviesas (Ref.53400 izq. y ref. 53405 der.)</i> .....	12
<i>Figura 3-21. Detalle de perfiles y anclajes inferiores (Ref.53400 izq. y ref. 53405 der.)</i> .....	12
<i>Figura 3-22. Imagen detalle del clipado entre tramos de vía</i> .....	12
<i>Figura 3-23. Detalle del clipado y tolerancias</i> .....	13
<i>Figura 3-24. Detalle de clipado entre piezas</i> .....	13
<i>Figura 3-25. Tramo 53405 con traviesas marrones y raíles grises</i> .....	14
<i>Figura 3-26. Tramo 53405 con traviesas verdes y raíles grises</i> .....	14
<i>Figura 3-27. Imágenes de tramos con distintas combinaciones de colores</i> .....	15
<i>Figura 3-28. Ensamblaje de tramos en paralelo con la nueva referencia</i> .....	15
<i>Figura 3-29. Imagen de los nuevos tramos impresos y pintados en diferentes colores</i> .....	16
<i>Figura 3-30. Ensamblaje de trazado en paralelo con la nueva referencia</i> .....	16
<i>Figura 4-1. Boceto preliminar de placas</i> .....	17
<i>Figura 4-2. Boceto preliminar de distribución del molde</i> .....	18
<i>Figura 4-3. Esquema de una máquina de moldeo por inyección</i> .....	19
<i>Figura 4-4. Catálogo ENGEL, combinación de posiciones de husillos</i> .....	20
<i>Figura 4-5. Posiciones de los husillos según el modelo de máquina</i> .....	21
<i>Figura 4-6. Medidas de máquina y disposición de elementos</i> .....	22
<i>Figura 5-1. Posición de las entradas en ref. 53400</i> .....	23
<i>Figura 5-2. Detalle del bebedero obtenido mediante impresión 3D</i> .....	24
<i>Figura 5-3. Ficha técnica Kumho ABS 780</i> .....	25
<i>Figura 5-4. Preparación de geometría para el estudio de traviesas</i> .....	26
<i>Figura 5-5. Secuencia de llenado 1ª inyección</i> .....	27

<i>Figura 5-6 Aire atrapado 1ª inyección</i> .....	28
<i>Figura 5-7. Líneas de soldadura de la 1ª inyección</i> .....	28
<i>Figura 5-8. Presión al final del llenado de 1ª inyección</i> .....	29
<i>Figura 5-9. Temperatura del frente de flujo 1ª inyección</i> .....	29
<i>Figura 5-10. Velocidad de flujo en las entradas de 1ª inyección</i> .....	30
<i>Figura 5-11. Gráfica de presión de llenado de 1ª inyección</i> .....	30
<i>Figura 5-12. Fuerza de cierre 1ª inyección</i> .....	31
<i>Figura 5-13. Presión de compactación 1ª inyección</i> .....	31
<i>Figura 5-14. Fuerza de cierre en compactación de 1ª inyección</i> .....	32
<i>Figura 5-15. Indicador de rechupe 1ª inyección</i> .....	32
<i>Figura 5-16. Desplazamiento de rechupe de 1ª inyección</i> .....	33
<i>Figura 5-17. Preparación de geometría para el estudio completo</i> .....	34
<i>Figura 5-19. Secuencia de llenado 2ª inyección</i> .....	35
<i>Figura 5-20. Atrapamientos de aire en la 2ª inyección</i> .....	36
<i>Figura 5-21. Presión final de la 2ª inyección</i> .....	36
<i>Figura 5-22. Temperatura del frente de flujo 2ª inyección</i> .....	37
<i>Figura 5-23. Gráfica de presión durante el llenado de 2ª inyección</i> .....	37
<i>Figura 5-24. Gráfica de fuerza de cierre durante el llenado 2ª inyección</i> .....	38
<i>Figura 5-25. Gráfica de presión de compactación 2ª inyección</i> .....	38
<i>Figura 5-26. Fuerza de cierre durante la compactación 2ª inyección</i> .....	39
<i>Figura 5-27. Indicador de rechupe 2ª inyección</i> .....	39
<i>Figura 5-28. Desplazamiento de rechupe 2ª inyección</i> .....	40
<i>Figura 5-29. Gráfico de deformación total en piezas</i> .....	41
<i>Figura 5-30. Gráfico del ciclo de inyección</i> .....	42
<i>Figura 6-1. Catálogo ORYMO Serie 446x696 (1)</i> .....	44
<i>Figura 6-2. Catálogo ORYMO Serie 446x696 (2)</i> .....	45
<i>Figura 6-3. Ejemplos de moldes de diferentes combinaciones</i> .....	46
<i>Figura 6-4. Placa Embride Fija D1 (lado superior)</i> .....	50
<i>Figura 6-5. Placa Embride Fija D1 (lado inferior)</i> .....	50
<i>Figura 6-6. Recorrido de circuitos de refrigeración Placa Embride Fija D1</i> .....	51
<i>Figura 6-7. Placa Portacámara E1</i> .....	52
<i>Figura 6-8. Ejemplo de placa portacámara con soportes instalados</i> .....	53
<i>Figura 6-9. Detalle de los circuitos de refrigeración en Placa Portacámara E1</i> .....	53
<i>Figura 6-10. Ejemplo de placa portacámara terminada</i> .....	54
<i>Figura 6-11. Placa Figura Fija (lado superior)</i> .....	55
<i>Figura 6-12. Placa Figura Fija (lado inferior)</i> .....	55
<i>Figura 6-13. Detalle de los circuitos de refrigeración en Placa Figura Fija E2</i> .....	56
<i>Figura 6-14. Ejemplo de placa similar a la diseñada</i> .....	56
<i>Figura 6-15. Detalle de sistemas de electroerosión</i> .....	57
<i>Figura 6-16. Diseño de canales de refrigeración</i> .....	58
<i>Figura 6-17. Postizo Fijo A (lado superior)</i> .....	58
<i>Figura 6-18. Postizo Fijo A (lado inferior)</i> .....	59
<i>Figura 6-19. Detalle del recorrido de la refrigeración de postizos A</i> .....	59
<i>Figura 6-20. Detalle de refrigeraciones en postizos A</i> .....	60
<i>Figura 6-21. Detalle de sobreinyección y desahogos</i> .....	61
<i>Figura 6-22. Diseño de canales de distribución</i> .....	62

<i>Figura 6-23. Detalle de los bebederos.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 6-24. Detalle del tamaño de los bebederos según plano.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 6-25. Detalle de las salidas de aire.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 6-26. Postizo Fijo B (lado superior).....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 6-27. Postizo Fijo B (lado inferior).....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 6-28. Detalle del recorrido de la refrigeración de postizos B.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 6-29. Detalle de refrigeraciones en Postizos Fijos B.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 6-30. Sistema de Cámara Caliente A (vista superior).....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 6-31. Sistema de Cámara Caliente A (vista inferior).....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 6-32. Detalle de marcas de inyección.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 6-33. Sistema de Cámara Caliente B (vista superior).....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 6-34. Sistema de Cámara Caliente B (vista inferior).....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 6-35. Conjunto del sistema de Cámara Caliente (A+B).....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 6-36. Ejemplo de cámara bimaternal con sistema de obturación hidráulico.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 6-37. Detalle de conexionado del sistema de Cámara Caliente.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 6-38. Controladores de temperatura.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 6-39. Detalle del área de contacto de topes.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 6-40. Placa aislante.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 6-41. Discos centradores A y B.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 6-42. Detalle de sección de discos centradores y boquillas de acceso.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 6-43. Ejemplo de placa aislante y disco centrador similares a los utilizados.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 6-44. Catálogo ORYMO - Guías GC2S y casquillos CCS.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 6-45. Detalle de alineado de placas mediante guías y casquillos.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 6-46. Vista explosionada del conjunto fijo.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 6-47. Vistas del conjunto fijo montado.....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 6-48. Postizo Móvil (lado superior).....</i>	<i>80</i>
<i>Figura 6-49. Postizo Móvil (lado inferior).....</i>	<i>80</i>
<i>Figura 6-50. Detalle del recorrido de la refrigeración en postizos móviles.....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 6-51. Detalle de la refrigeración de los cuatro postizos.....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 6-52. Equivalencia entre postizos.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 6-53. Detalle del grabado en piezas.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 6-54. Detalle de grabado real en la referencia 53400.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 6-55. Placa Figura Móvil (lado superior).....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 6-56. Placa Figura Móvil (lado inferior).....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 6-57. Ubicación de los circuitos de refrigeración en la Placa Figura Móvil.....</i>	<i>85</i>
<i>Figura 6-58. Conectores hidráulicos Stäubli.....</i>	<i>85</i>
<i>Figura 6-59. Detalle del recorrido de los circuitos de presión de aceite.....</i>	<i>86</i>
<i>Figura 6-60. Detalle de cilindros hidráulicos y conexionado.....</i>	<i>86</i>
<i>Figura 6-61. Regles G1, G2 y G3.....</i>	<i>88</i>
<i>Figura 6-62. Placa Embride Móvil D2 (lado superior).....</i>	<i>89</i>
<i>Figura 6-63. Placa Embride Móvil D2 (lado inferior).....</i>	<i>89</i>
<i>Figura 6-64. Placas M.....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 6-65. Placas L.....</i>	<i>91</i>
<i>Figura 6-66. Detalle de expulsores de camisa (izquierda) y de bebedero (derecha).....</i>	<i>92</i>
<i>Figura 6-67. Detalle de casquillos de expulsión.....</i>	<i>92</i>
<i>Figura 6-68. Detalle de acoplamiento para cilindros hidráulicos.....</i>	<i>93</i>

<i>Figura 6-69. Vista conjunto de paquetes de expulsión.....</i>	<i>93</i>
<i>Figura 6-70. Catálogo ORYMO - Casquillos CV2S y CCS .....</i>	<i>94</i>
<i>Figura 6-71. Detalle de guiado del Regle central .....</i>	<i>95</i>
<i>Figura 6-72. Detalle de guías de expulsión.....</i>	<i>95</i>
<i>Figura 6-73. Ubicación de los soportes de placa .....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 6-74. Detalle de montaje de expulsores de camisa.....</i>	<i>97</i>
<i>Figura 6-75. Detalle de topes de expulsión .....</i>	<i>97</i>
<i>Figura 6-76. Vista explosionada del conjunto móvil .....</i>	<i>98</i>
<i>Figura 6-77. Vistas del conjunto móvil montado .....</i>	<i>98</i>
<i>Figura 6-78. Detalle de recorrido de los expulsores .....</i>	<i>99</i>
<i>Figura 6-79. Conjunto final del molde.....</i>	<i>100</i>
<i>Figura 6-80. Detalle de cierre de seguridad .....</i>	<i>100</i>
<i>Figura 7-1. Simulación de máquina de inyección con el molde instalado.....</i>	<i>101</i>
<i>Figura 8-1. Hoja de oferta para sistema de cámara caliente.....</i>	<i>104</i>

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 5-1. Parámetros de la 1ª inyección.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 5-2. Resumen de parámetros 1ª inyección.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 5-3. Parámetros de la 2ª inyección.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 5-4. Resumen de parámetros de 2ª inyección.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 6-1. Composición y propiedades Acero 1730.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 6-2. Composición y propiedades Acero 2344.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 6-3. Características Placa Embride Fija D1.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 6-4. Accesorios Placa Embride Fija D1.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 6-5. Características Placa Portacámara E1.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 6-6. Accesorios Placa Portacámara E1.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 6-7. Características Placa Figura Fija E2.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 6-8. Accesorios Placa Figura Fija E2.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 6-9. Características Postizos Fijos A1 y A2.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 6-10. Accesorios Postizos A.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 6-11. Características Postizos Fijos B.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 6-12. Accesorios Postizos Fijos B.....</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 6-13. Ficha técnica de placa aislante.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 6-14. Lista de componentes del Conjunto Fijo.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 6-15. Características postizos móviles.....</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 6-16. Accesorios para postizos móviles.....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 6-17. Características Placa Figura Móvil E3.....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 6-18. Accesorios de Placa Figura Móvil E3.....</i>	<i>87</i>
<i>Tabla 6-19. Características de Regles G1, G2 y G3.....</i>	<i>87</i>
<i>Tabla 6-20. Características Placa Embride Móvil D2.....</i>	<i>88</i>
<i>Tabla 6-21. Características Placas M.....</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 6-22. Características Placas L.....</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 6-23. Lista de piezas de conjuntos de expulsión.....</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 6-24. Espesores de filtrado según material.....</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 6-25. Lista de componentes del conjunto móvil.....</i>	<i>99</i>
<i>Tabla 8-1. Cantidades de material.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 8-2. Coste de trabajos.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 8-3. Resumen de coste de placas.....</i>	<i>103</i>
<i>Tabla 8-4. Coste de soportes.....</i>	<i>103</i>
<i>Tabla 8-5. Costes de tornillería.....</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 8-6. Costes de elementos hidráulicos.....</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 8-7. Costes de elementos normalizados.....</i>	<i>106</i>
<i>Tabla 8-8. Coste de elementos especiales.....</i>	<i>106</i>
<i>Tabla 8-9. Costes totales de accesorios.....</i>	<i>106</i>
<i>Tabla 8-10. Precio total del molde.....</i>	<i>107</i>
<i>Tabla 8-11. Coste del molde por pieza fabricada.....</i>	<i>107</i>





## 1. INTRODUCCIÓN

El moldeo por inyección es el proceso más común en la producción de piezas de plástico utilizado en la actualidad, ya que permite altas producciones de forma rápida y a bajos costes.

Este proceso consiste en inyectar un polímero fundido a alta presión en un molde. Dicho polímero se encuentra en forma de grana o gránulos en estado sólido alojado en una tolva. De ahí, pasa a una unidad de inyección, que se encarga de fundir y mezclar esos gránulos mediante calor, e inyectar la mezcla en el molde.

El molde se encuentra en la unidad de cierre. Éste generalmente está hecho de acero y formado por dos partes, macho o móvil y hembra o fija, que son las que formarán la pieza. Por otro lado, la unidad de cierre es una gran prensa que evita que el molde se abra cuando el plástico entra en éste, debido a la gran fuerza que se genera por la alta presión a la que es inyectado. A continuación, cuando el material alcanza una temperatura menor a la de solidificación, el molde se abre y un sistema de expulsión formado por varillas, válvulas de aire u otros sistemas libera la pieza acabada o semiacabada. Tras esto, el sistema de expulsión vuelve a su sitio, el molde se cierra y comienza el proceso de nuevo. A este proceso completo se le denomina ciclo de inyección, y puede durar desde los 2 segundos en tapones de botellas o pequeños envases, hasta varios minutos en paragolpes de coches o grandes contenedores.

Mediante este sistema se obtienen grandes producciones de piezas, en tiempos reducidos y a bajos costes.



Figura 1-1. Imagen de molde estándar

## 2. OBJETIVOS

La finalidad de este proyecto es el diseño de un molde que sea capaz de producir piezas de la conocida marca de juguetes Lego en dos colores.

Dentro del mundo del moldeo por inyección de plástico, existen infinidad de variantes y sistemas diferentes como pueden ser la inyección con gas, inyección por soplado, inyección 2K, etc. Ésta última consiste en inyectar dos fases con diferentes materiales o colores en el mismo ciclo. Puede ser mediante co-inyección, bi-inyección o sobremoldeo, que es el sistema que utilizaremos en este caso.

El sobremoldeo puede darse en la misma máquina con un plato giratorio, con sistemas robotizados que cambian las piezas de placa de inyección o en una segunda máquina. El sistema elegido será en una misma máquina con plato giratorio, donde se inyectará una primera fase en la que se formará la pieza parcialmente, a continuación se cambia de posición, y finalmente se sobreinyecta la segunda fase que puede cubrir todo el inserto o sólo una zona terminando de formar dicha pieza.

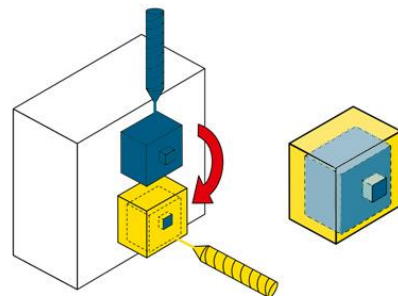


Figura 2-1. Detalle de inyección por sobremoldeo

Para ello será necesario adaptar el formato de una pieza ya existente, haciéndola apta para la inyección por sobremoldeo con unas características determinadas. Una vez hecho esto, se realiza una simulación de inyección de las diferentes cavidades para analizar los parámetros y resultados y estudiar la viabilidad. Cuando el estudio obtenido sea correcto, se pasará al diseño del molde, éste tendrá un formato especial con núcleos diferentes donde cada uno de ellos reproducirá cada una de las partes. Aunque las fases estén diferenciadas y tengan un orden temporal, suele ser habitual realizarlas simultáneamente o tener que volver a fases anteriores para realizar cambios, ya que el proceso de diseño de un molde no es algo estándar y puede requerir de ajustes una vez que una fase esté acabada.

Por último se realizará un presupuesto para saber el coste final del molde y tener un valor aproximado del coste/pieza dependiendo del total de producción previsto.

El objetivo final es un diseño lo más reducido posible donde se pueda alojar todo el sistema, lo que lo hará viable económicamente, y que funcione correctamente con el tiempo mínimo de ciclo de producción de piezas.

El desarrollo de este proyecto se ha llevado a cabo con ayuda de los conocimientos adquiridos en las prácticas en empresa realizadas. Éstas fueron realizadas en ORYMO, Orihuela y Moret S.L., empresa dedicada a la fabricación de portamoldes estándar, especiales y sistemas de cámara caliente.

### 3. ELECCIÓN Y REDISEÑO DE LA PIEZA

#### 3.1. Introducción

En el año 1966, Lego comercializaba su primer set ferroviario de referencia 080. Era un modelo muy sencillo compuesto de 3 vagones, unas pequeñas casas y unos tramos de vía compuestos por varias partes. Nada que ver con los enormes dioramas y las reproducciones de locomotoras reales que podemos encontrar hoy en día en las grandes convenciones.

A lo largo de los años, estos sistemas de raíles han ido evolucionando pasando por distintos formatos, desde tramos en varias partes, tramos de una pieza, tramos con insertos metálicos para su electrificación, sistemas a 9v, sistemas a 12v, hasta llegar al formato actual.



Figura 3-1. Evolución de tramos de vía

Actualmente los tramos de vía que comercializa Lego para los sets ferroviarios son las siguientes referencias:

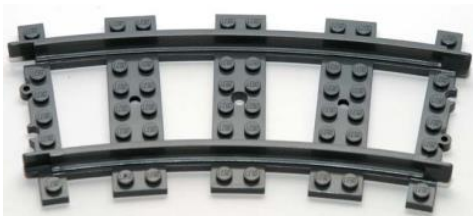


Figura 3-2. Tramo curvo Ref. 53400

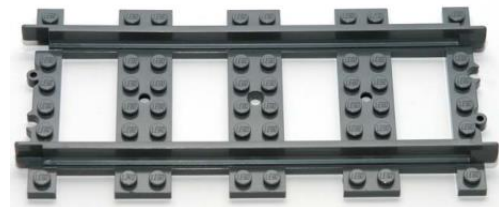


Figura 3-3. Tramo recto Ref. 53401



Figura 3-4. Tramo flexible Ref. 64022



Figura 3-5. Desvíos izquierdo y derecho Refs. 53403 y 53404

Con esta variedad de tramos se pueden crear infinidad de circuitos y representaciones posibles. Pero no permiten hacer una configuración muy común como son los trazados en paralelo, ya que sólo se dispone de tramos curvos con un único radio.

Por ello, se va a rediseñar el tramo curvo Ref. 53400 para crear otro tramo con dos principales diferencias: **mayor radio de curvatura y 2 colores.**

### 3.2. Rediseño de pieza

Las piezas fabricadas mediante el moldeo por inyección deben tener unas características especiales, pues no vale cualquier pieza. Las dos características principales que vamos a tener en cuenta serán el espesor de pieza y los ángulos de desmoldeo, ya que en este caso vamos a partir de una pieza ya existente.

Los principales cambios que vamos a realizar en la pieza como hemos comentado serán, por un lado, el mayor radio de curvatura, lo que implica que la pieza aumentará su tamaño y se le añadirá una traviesa más, para que no queden demasiado separadas y se mantengan las proporciones, y por otro lado, la diferencia de color entre las traviesas y los raíles, lo que implica cambiar los espesores a lo largo de toda la zona de éstos últimos.

Para ello se miden las referencias existentes mediante un calibre digital, y con ayuda de archivos CAD e información que veremos a continuación empezamos a rediseñar la nueva pieza desde cero.

Bocetos iniciales del diseño de la pieza:

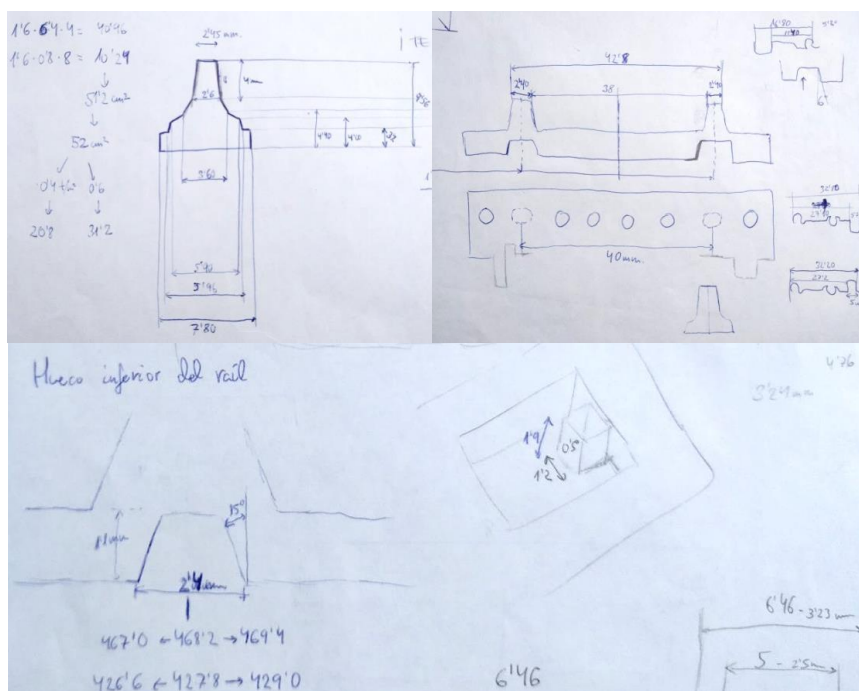


Figura 3-6. Bocetos iniciales de raíles

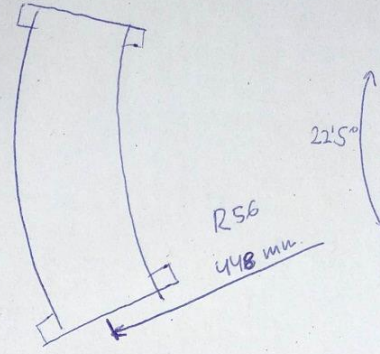


Radio 56 studs

$$56 \cdot 0.8 \text{ cm} = 44.8 \text{ cm} = 448 \text{ mm}$$

Travesas

Stud = 8x8 mm pero en orillas hay que tener en cuenta un margen.



Ejemplo de 2x6

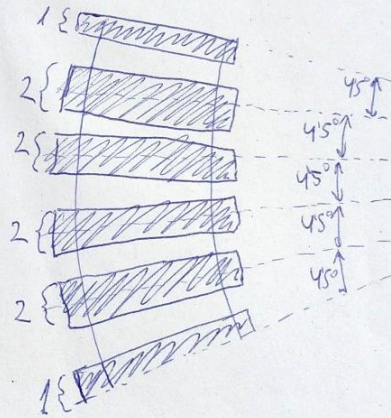
4 piezas

2	15'88	15'88	15'84	15'85	~ 15'86 ~ Media
6	47'82	47'85	47'89	47'86	~ 47'86 ~

$$16 - 15'86 = 0'14 \text{ mm}/2 = 7 \text{ centésimas por lado}$$

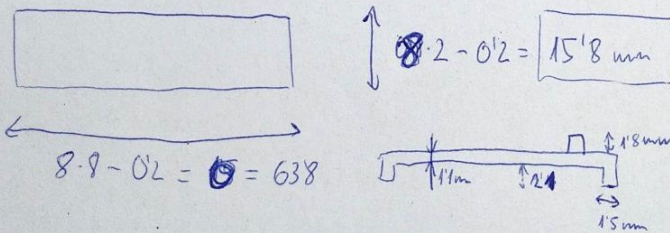
$$18 - 47'86 = 0'14 \text{ mm}/2 \rightarrow \text{Le daremos } 0'1 \text{ mm}$$

Altura No ya que no será una pieza 3'2 mm



Travesas

Altura



$$3'2 - 2'4 = 1'8$$

$$47'0.16$$

$$466.24$$

Travesa sin desmolde

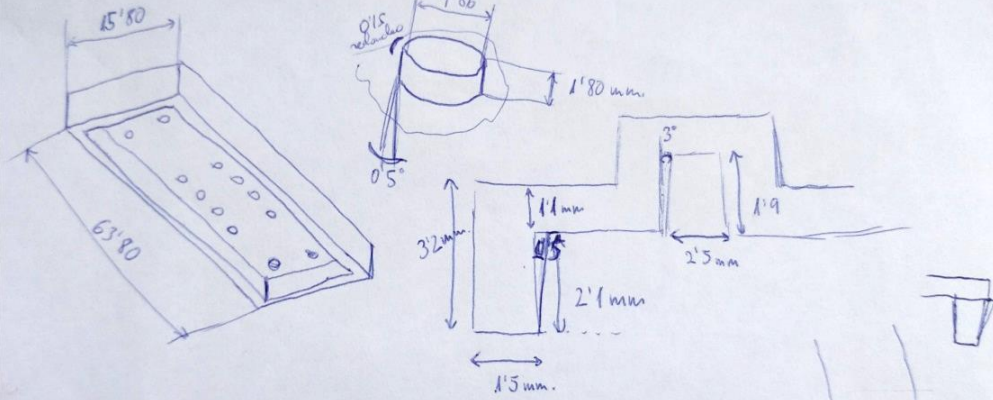


Figura 3-7. Bocetos iniciales de travesas

### 3.3. Cambio de radio

El tramo curvo actual tiene un ángulo de 22,5 grados y un radio central de 40 studs, pero, ¿qué es un stud? Los studs son las pequeñas partes cilíndricas que sobresalen de las piezas de Lego, que permiten conectar unas con otras mediante un sistema macho-hembra. En su parte inferior, un stud tiene forma cuadrada de 8 mm de lado, lo que se podría considerar la unidad de medida de Lego.

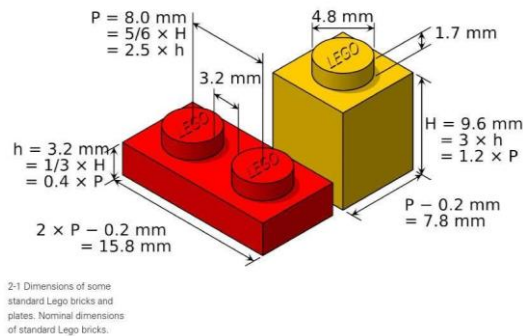


Figura 3-8. Medidas Studs

El nuevo tramo tendrá un radio de 56 studs ó 448 mm y un ángulo igual de 22,5 grados, lo que dejaría entre vías paralelas el espacio de otro tramo de vía, 8 studs. Se ha elegido esta medida ya que en los principales portales y foros de discusión sería la siguiente medida de radio idónea (Brickdimensions.com, L-gauge.org, Brickmodelrailroader.com, 4Dbrix.com). En caso de hacer un estudio de mercado, sería la medida elegida con seguridad ya que hay plataformas que las han llegado a fabricar y vender.

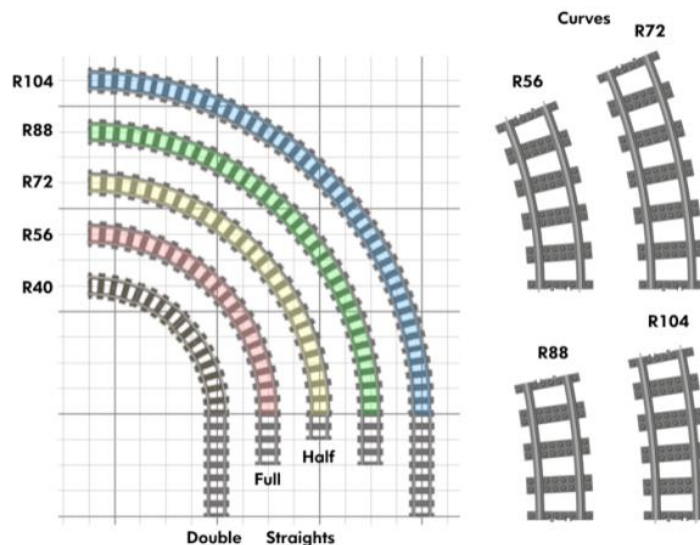


Figura 3-9. Geometría de trazados (Brickdimensions.com)

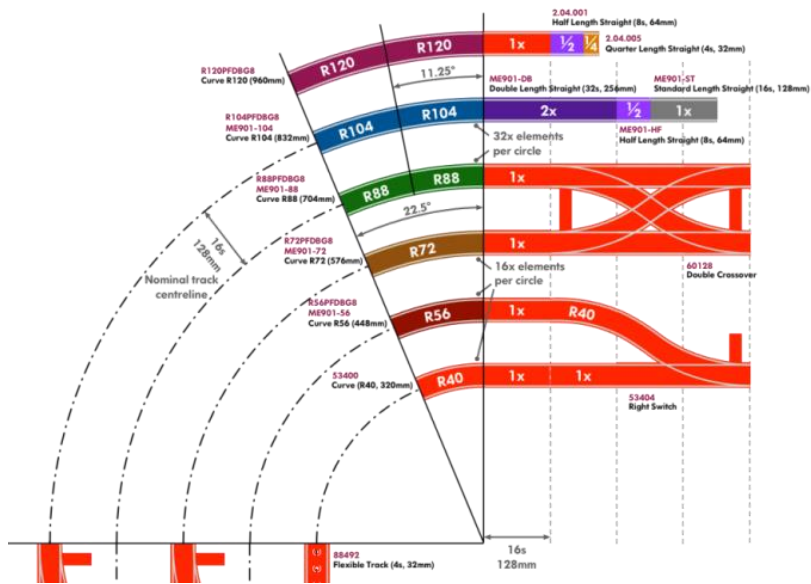


Figura 3-10. Geometría de trazados (L-gauge.org)

Las traviesas centrales (4) son de 2x8 studs y las de los extremos (2) de 1x8 studs. Los extremos tendrán la misma geometría para mantener el clipado y la compatibilidad con el resto de tramos de vía existentes.

A continuación vemos una comparación en paralelo del tramo referencia 53400 de radio 40 (derecha) con el nuevo tramo ref. 53405 de radio R56 (izquierda).

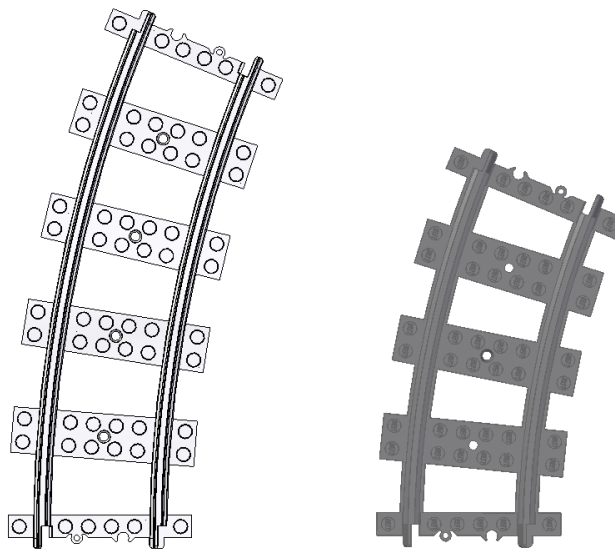


Figura 3-11. Comparativa entre tramos Ref. 53405 - R56 y Ref. 53400 - R40

### 3.4. Línea de partición y ángulos de desmoldeo

La nueva pieza se obtendrá mediante sobremoldeo. Es decir, inyectaremos primero una parte de la pieza en un color y posteriormente, sobre esa base se sobreinyectarán los raíles. Esto hace que la pieza tenga que tener un diseño determinado.

La línea de partición (1 según Figura 3-12.) es la línea donde la parte macho (4) y la parte hembra (3) del molde se juntan. A partir de esa línea, los ángulos (5) de las caras de la pieza (2) deben ser positivos, en caso contrario ésta no se podría sacar del molde.

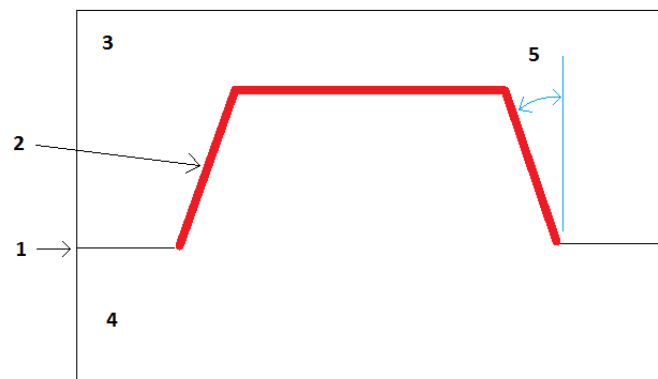


Figura 3-12. Esquema de línea de partición

La línea de partición (1) para esta pieza se situará en la cara superior de las traviesas. De esta manera nos aseguraremos de que al abrir el molde, la pieza resultante de la primera inyección (2 en la imagen inferior) se quedará “pegada” a la parte móvil del molde, debido a la mayor superficie de contacto para cambiar de posición y pasar a la segunda inyección (3).

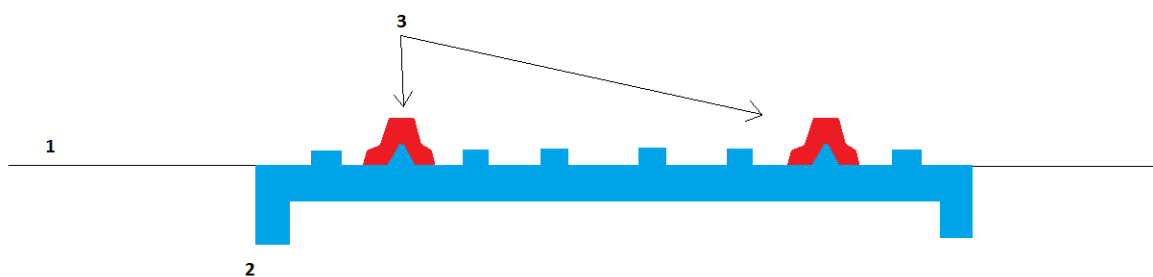


Figura 3-13. Línea de partición en la nueva referencia.

Los ángulos de desmoldeo mínimos recomendados suelen estar alrededor de los 3°. En este caso, como la altura de la pieza es muy baja (en la zona más desfavorable es de 3,2 mm) y necesita acoplar con otras piezas por parte superior e inferior, le daremos un ángulo mínimo de 0,5°, para tratar de tener caras lo más perpendiculares posible pero asegurarnos de que desmoldeará.



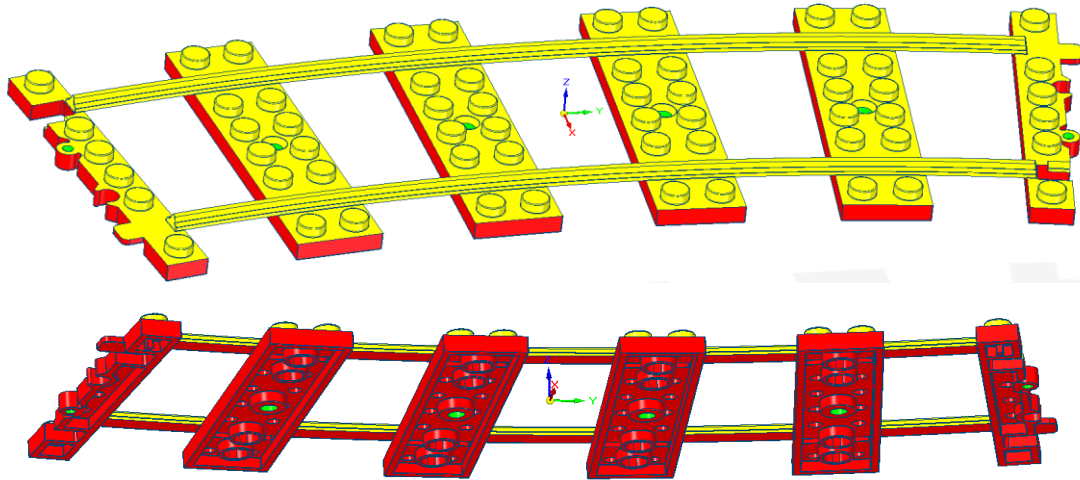


Figura 3-14. Análisis de ángulo de desmoldeo en traviesas

En las imágenes superiores (Figura 3-14.) podemos ver un análisis de caras de desmoldeo de la cavidad de la primera inyección (parte superior e inferior). Las caras amarillas serán reproducidas mediante la parte fija o hembra del molde, y las caras rojas con ángulos negativos se obtendrán mediante la parte móvil o macho del molde. Las caras cilíndricas centrales que vemos coloreadas en verde tienen un ángulo  $0^\circ$ , es decir, son perpendiculares a la dirección de desmoldeo, pero no supondrán un problema ya que en estas zonas situaremos unos expulsores. La línea de partición quedará en el límite entre las caras de ángulos positivos y negativos.

Para la segunda inyectada que formará los raíles, la parte móvil del molde no cambiará, y será la parte fija la que generará la segunda cavidad, coincidiendo la línea de partición con la existente y respetando las partes de pieza que sobresalgan de esta línea mediante desahogos.

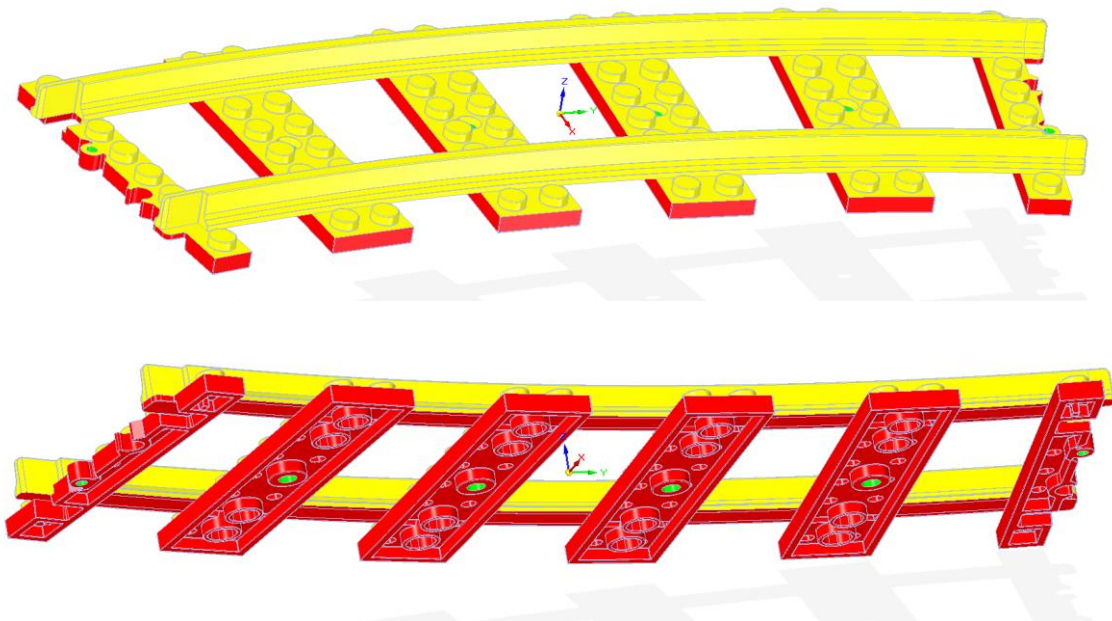


Figura 3-15. Análisis de ángulos de desmoldeo en traviesas + raíles

### 3.5. Cambio de espesor en los raíles y material

Para el moldeo por inyección una de las características más importantes a tener en cuenta a la hora de diseñar una pieza es su espesor. Cuanto más uniforme sea esta medida a lo largo de la pieza a inyectar, mejor evitaremos defectos como rechupes o hundimientos, deformaciones, falta de precisión o de funcionalidad, etc.

El material utilizado por Lego, en la inmensa mayoría de sus piezas es el **acrilonitrilo butadieno estireno**, más comúnmente conocido como **ABS**. Es un polímero amorfo muy común en objetos que utilizamos en nuestra vida diaria, como pueden ser carcasas de aparatos electrónicos, juguetes, piezas de vehículos, etc. Sus principales cualidades son la fluidez, la resistencia a impactos, la resistencia al calor y su ligereza. Se puede usar a temperaturas entre los -20 °C y los +80 °C. El ABS es resistente a ácidos acuosos, álcalis, ácidos clorhídricos y fosfóricos concentrados, alcoholes y aceites animales, vegetales y minerales, pero se ve atacado por los ácidos sulfúrico y nítrico concentrados.

En la siguiente tabla podemos ver los espesores recomendados para los diferentes tipos de plásticos:

Plástico	Espesor		
	minimo(mm)	medio(mm)	maximo(mm)
Resina Acetática	0,38	1,6	3,2
ABS	0,76	2,3	3,2
Acrílicos	0,65	2,4	6,5
Poliamidas	0,4	1,6	9,0
Policarbonatos	1,0	2,5	9,5
Poliétileno baja densidad	0,5	1,5	6,5
Poliétileno alta intensidad	0,9	1,5	6,5
Polipropileno	0,6	2,0	8,0
SAN	0,7	1,6	6,5
PVC	1,0	2,5	9,5

Figura 3-16. Grosor de pared recomendado en función de la resina

Para el ABS se recomienda una pared de entre 0,38 y 3,2 mm de grosor, siendo la ideal de 1,6 mm. El problema que se nos presenta es que, en el mismo espacio en el que antes teníamos la zona de los raíles, ahora debemos implementar una zona para la primera inyectada que comunique todas las traviesas por donde fluirá el plástico, y una segunda zona que recubrirá la primera formando el rail. Para ello, se han diseñado las dos partes de manera proporcional, dejando el máximo volumen posible dentro de la limitación.

En las siguientes imágenes vemos detalles de las piezas, cómo se mantiene un espesor constante.

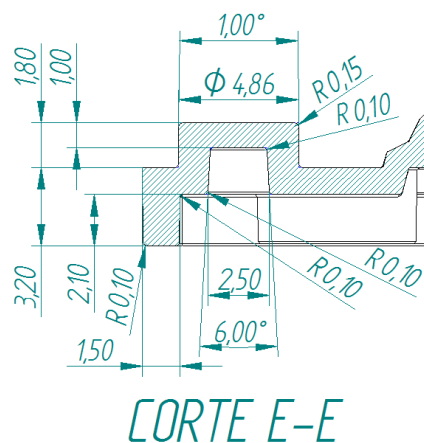


Figura 3-17. Detalle de espesor de pared en studs

Y de la zona de los raíles tanto en las cavidades de la primera inyectada como de la segunda manteniendo los espesores dentro de los límites recomendados.

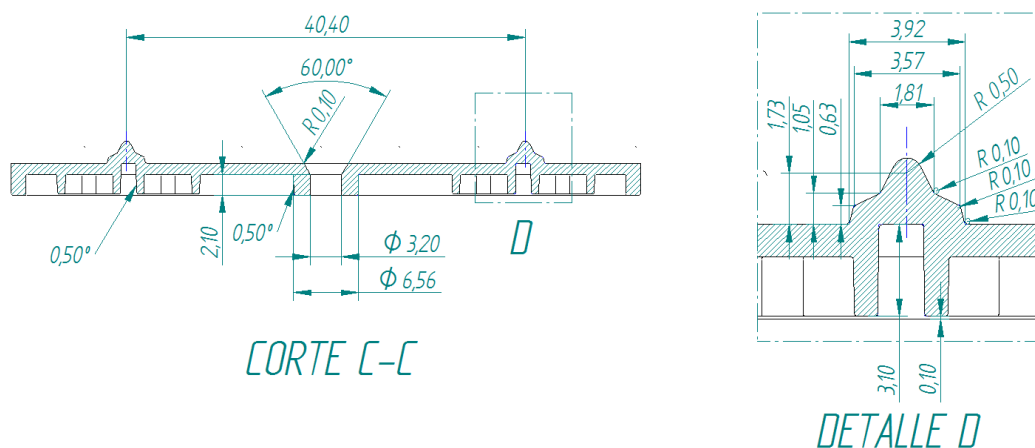


Figura 3-18. Detalle de espesor de pared en traviesas y zona de raíles

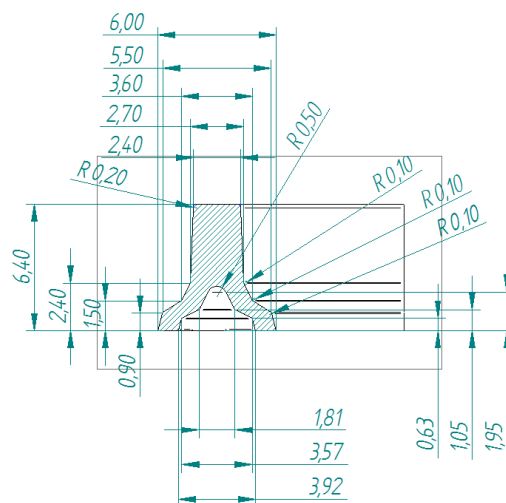


Figura 3-19. Detalle de espesores en la sección principal de los raíles

### 3.6. Cambios en la zona inferior y laterales de clipado

La zona inferior de los raíles entre traviesas se ha eliminado, logrando crear una pieza estéticamente más atractiva y más realista, y también un ahorro de material por pieza en una zona innecesaria.

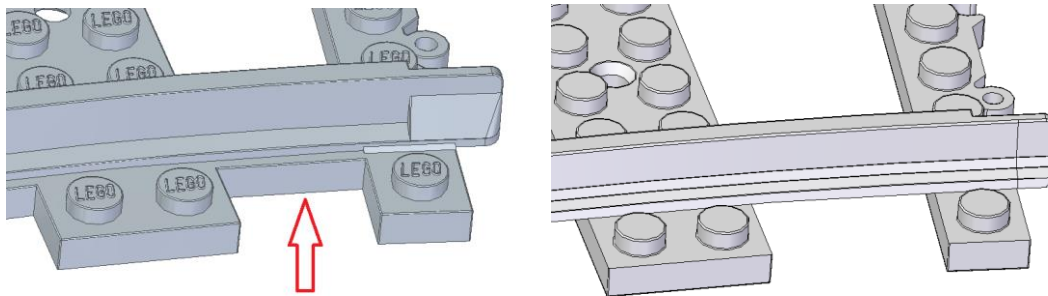


Figura 3-20. Detalle de zona de raíles entre traviesas (Ref.53400 izq. y ref. 53405 der.)

La zona de anclaje inferior también ha cambiado, en la referencia 53400 la continuidad del perfil de las traviesas se interrumpía en favor de los nervios del raíl. En la nueva referencia las traviesas tienen más continuidad, añadiendo también unas extrusiones circulares para mejorar el anclaje con piezas que se encajen por debajo.

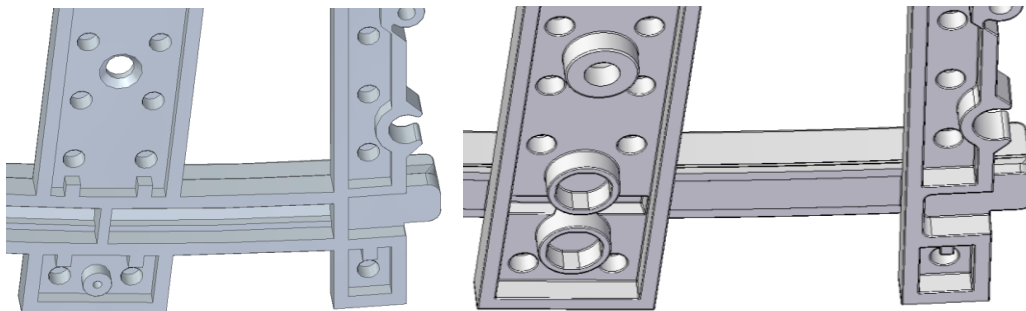


Figura 3-21. Detalle de perfiles y anclajes inferiores (Ref.53400 izq. y ref. 53405 der.)

Los extremos del tramo son iguales a los ya existentes, por lo que mantenemos la compatibilidad con todos los tramos comercializados en la actualidad.

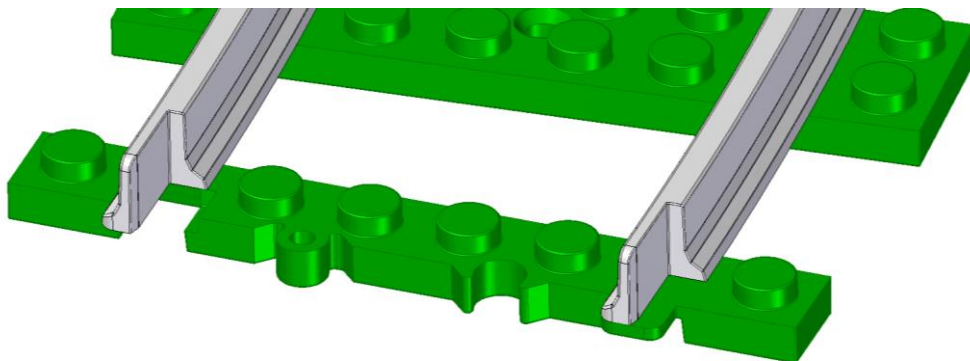


Figura 3-22. Imagen detalle del clipado entre tramos de vía

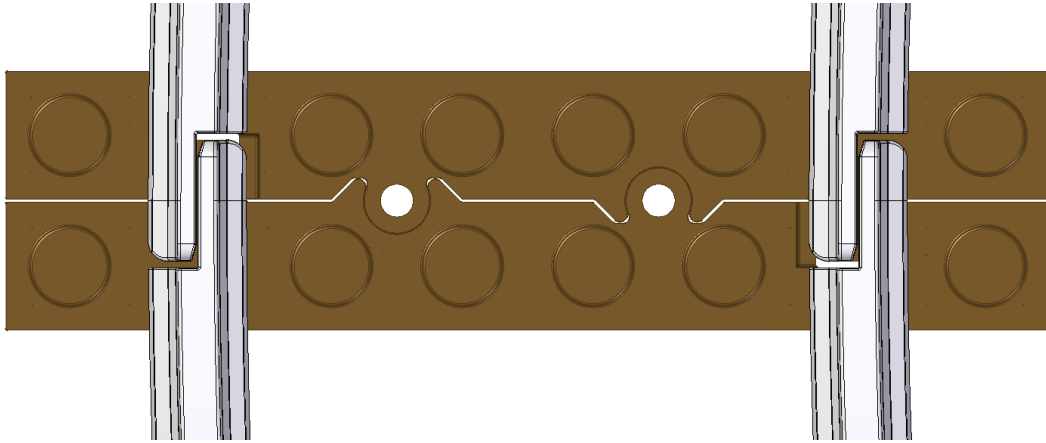


Figura 3-23. Detalle del clipado y tolerancias

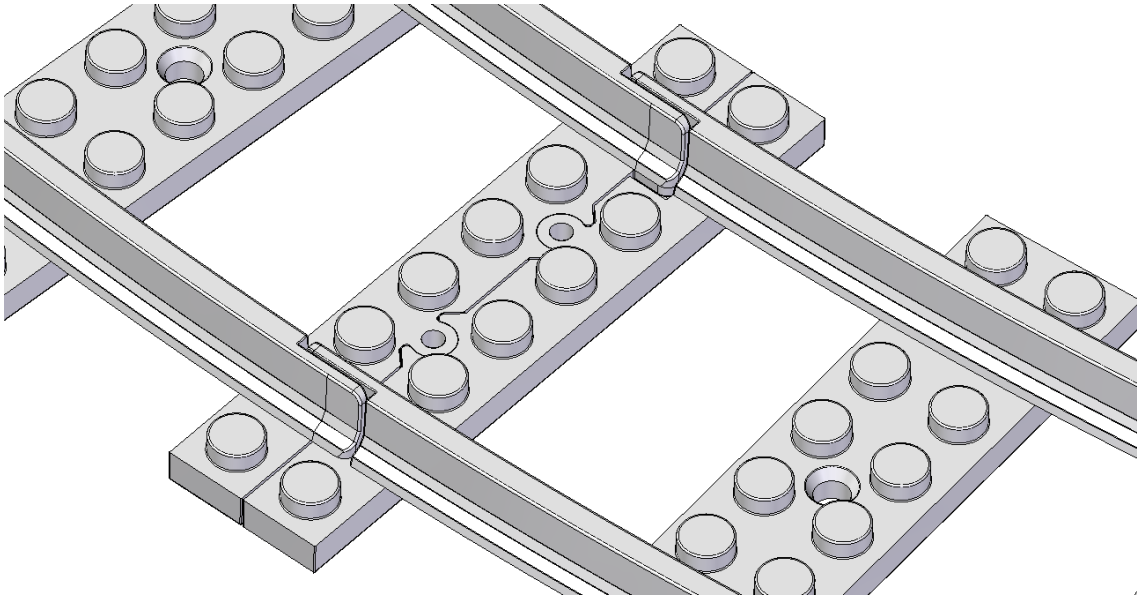


Figura 3-24. Detalle de clipado entre piezas

El diseño final de las piezas se puede consultar en el **ANEXO I: Planos, apartado 10.1**, donde se encuentran los planos 2D con todos los detalles de la geometría tanto de las traviesas como de los raíles. Los sólidos de éstas piezas también se incluirán como archivos adjuntos.

### 3.7. Imágenes de la pieza final

La pieza final obtenida es una pieza mucho más llamativa, estéticamente hablando, debido a los diferentes colores que se pueden mezclar en traviesas y raíles. A continuación tenemos algunas imágenes renderizadas de diferentes combinaciones de colores.

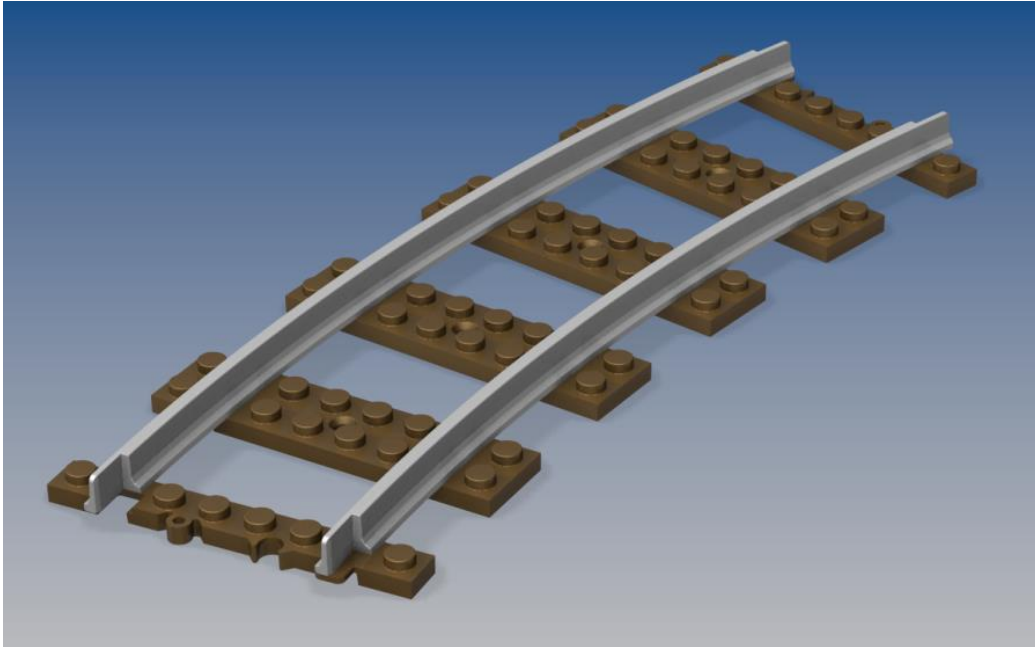


Figura 3-25. Tramo 53405 con traviesas marrones y raíles grises

Traviesas en color marrón o madera y raíles grises para juguetes orientados a ferrocarriles antiguos.

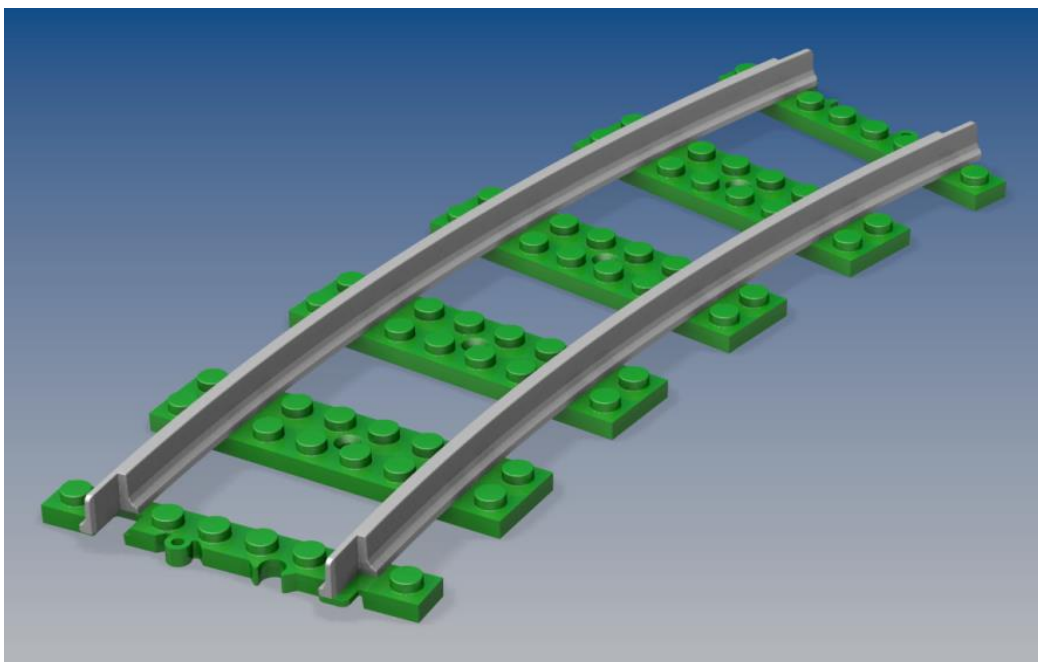


Figura 3-26. Tramo 53405 con traviesas verdes y raíles grises



Traviesas en color verde hierba para simulación de tranvías o zonas verdes.

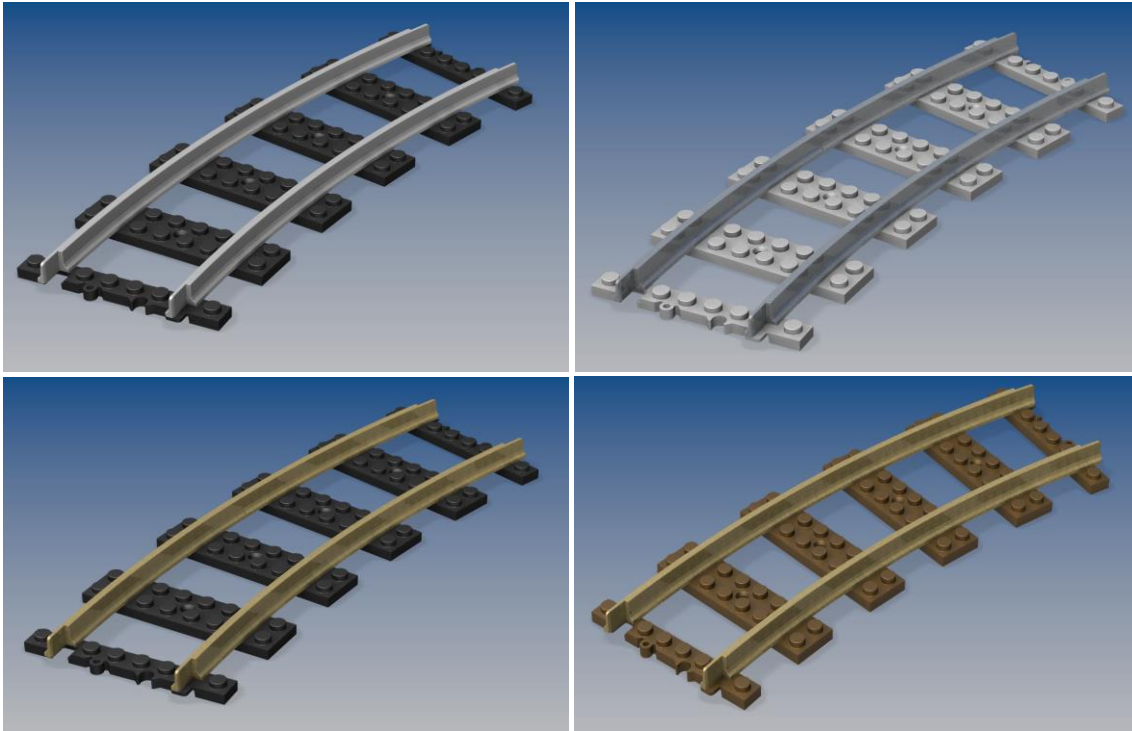


Figura 3-27. Imágenes de tramos con distintas combinaciones de colores

Traviesas en color negro o gris para simulación de balastos de diferentes colores y raíles en colores metálicos u oxidados.

En la imagen inferior podemos ver un ensamblaje de la nueva referencia con las ya existentes formando una pareja de vías en paralelo.

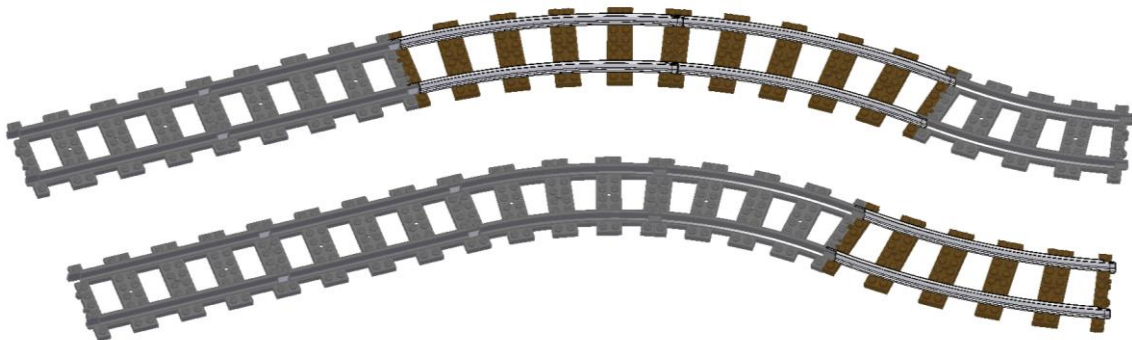


Figura 3-28. Ensamblaje de tramos en paralelo con la nueva referencia

### 3.8. Prototipos obtenidos mediante impresión 3D.

Mediante impresión 3D se han realizado los siguientes prototipos en varios materiales como PLA, HIPS y ABS en diferentes colores.

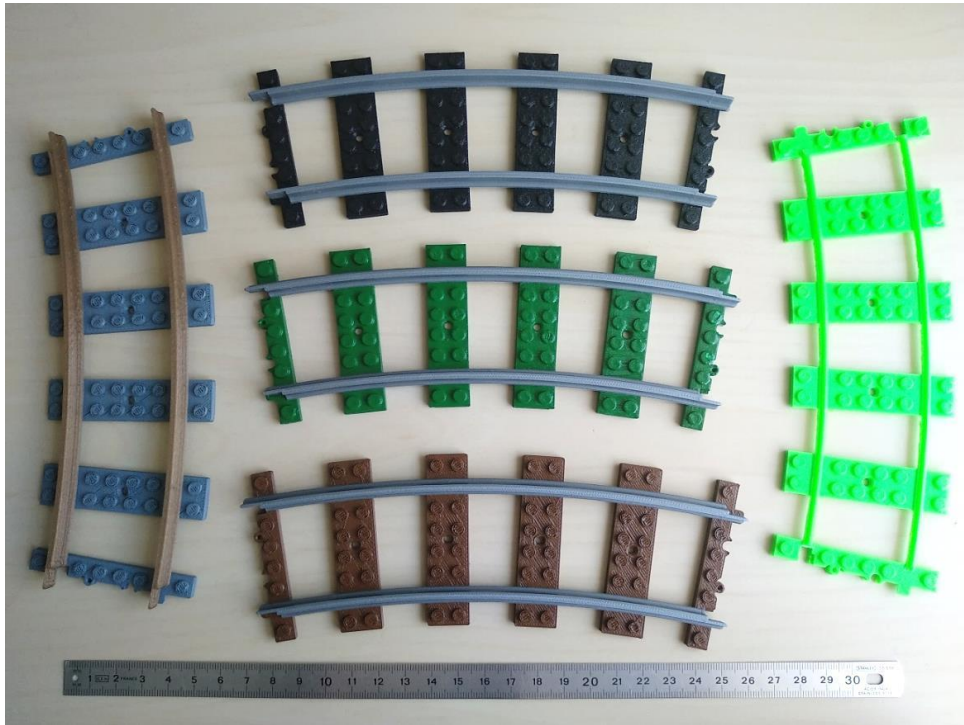


Figura 3-29. Imagen de los nuevos tramos impresos y pintados en diferentes colores

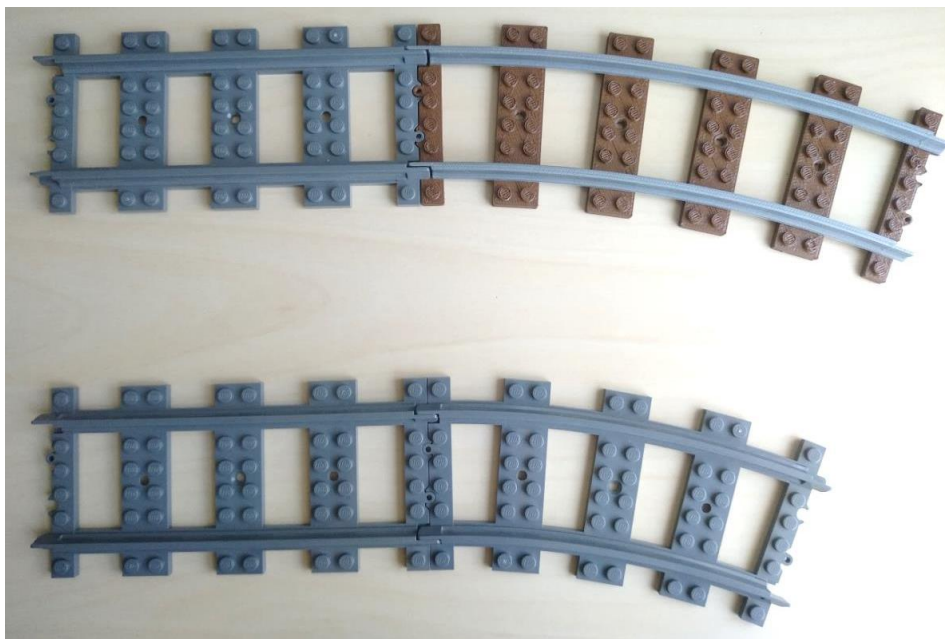


Figura 3-30. Ensamblaje de trazado en paralelo con la nueva referencia



## 4. DISEÑO PRELIMINAR DEL MOLDE

El primer paso para diseñar el molde es hacer un planteamiento inicial donde contemplemos todos los elementos que lo formarán, limitaciones de máquinas o espacio, características de la pieza a inyectar, etc. En este caso concreto uno de los aspectos más importantes que hay que tener en cuenta es que será un **molde de inyección 2K**, por lo que no será un molde estándar.

Las principales diferencias que tendremos con respecto a un molde sencillo serán las siguientes:

- **Doble entrada de material.** Para completar las dos inyectadas necesitaremos dos entradas diferentes, donde dos unidades de inyección independientes introducirán el material en el molde. En moldes sencillos, la entrada de material generalmente se encuentra en el centro de éste. En este caso tendremos una entrada en el centro del plato de máquina y otra que se puede encontrar en el mismo plano pero desplazada del centro, en la parte superior del molde, en el lado contrario al lado donde se encuentra el operario, en el lado de expulsión, etc.
- **Parte móvil giratoria.** En un molde estándar, la pieza se expulsa después de realizar su inyección y enfriamiento. En cambio, para realizar una inyección 2k necesitamos mover la parte obtenida en la primera fase hasta la zona donde se inyectará la segunda fase. Esto se conseguirá mediante un conjunto móvil giratorio, que girará 180° para volver a posicionar las piezas todavía sin acabar.
- **Expulsión doble independiente.** Las expulsiones generalmente funcionan de una forma "automática", es decir, cuando la máquina abre el molde, un punzón fijo situado en ésta acciona el sistema de expulsión con el mismo movimiento de apertura. Debido a que necesitaremos un molde giratorio en el que no se expulsarán todas las piezas en el mismo momento, necesitaremos dos sistemas de expulsión independientes, por lo que un sistema simple no será apto.

Vistos los requisitos que deberá tener el molde realizamos el siguiente boceto preliminar del planteamiento:

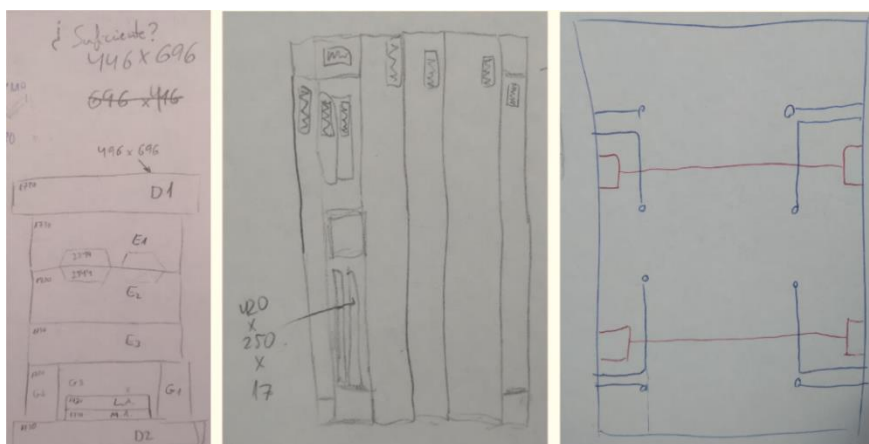


Figura 4-1. Boceto preliminar de placas

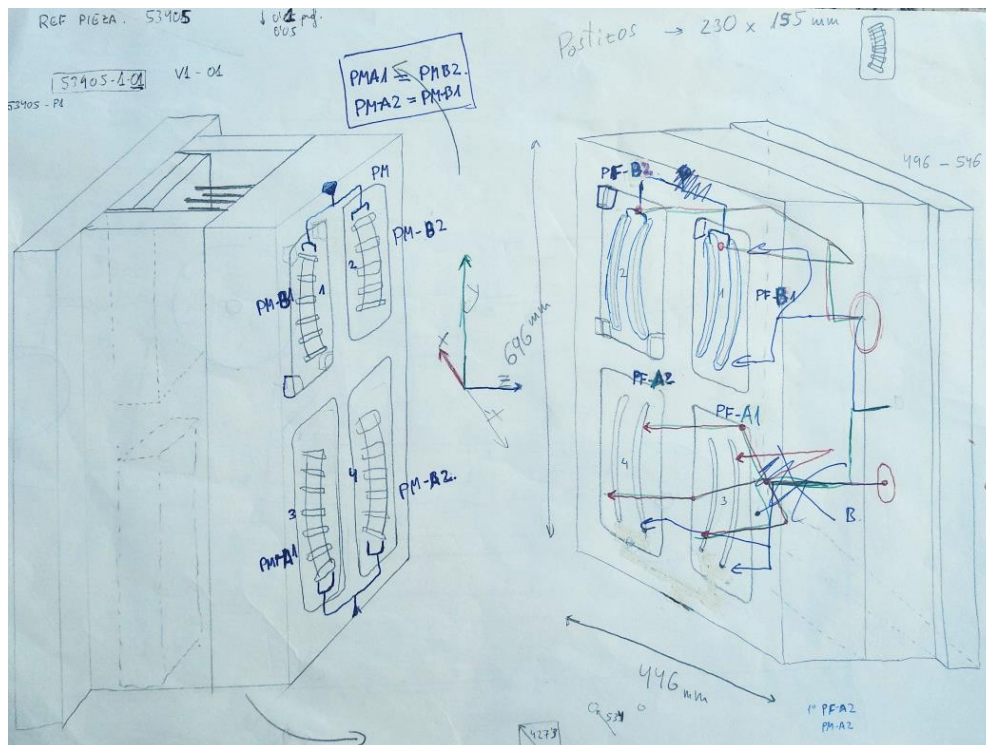


Figura 4-2. Boceto preliminar de distribución del molde

El molde estará formado por una parte fija o hembra y una parte móvil o macho como es habitual. En la parte inferior se encontrarán las cavidades que conformarán la primera parte de la pieza, y en la parte superior las que realizarán la segunda inyectada (sobre la primera) y terminarán de formar la pieza. En la parte fija, se alojará todo el sistema de cámara caliente y en la parte macho, se encontrarán los dos sistemas de expulsión independientes.

El funcionamiento será el siguiente:

1. Con el molde cerrado, se realizará la primera inyectada llenando las dos cavidades de la parte inferior formando las traviesas.
2. Cuando el material haya solidificado, el molde se abrirá quedando las piezas pegadas a la parte móvil debido a la geometría de éstas.
3. La parte móvil girará 180° posicionando las piezas semiacabadas en la parte superior del molde y dejando en la parte inferior las dos cavidades vacías que había en la parte superior.
4. El molde cerrará y en este paso se producirán las dos inyecciones a la vez. En la parte inferior se repetirá el proceso del paso 1 creando dos nuevas traviesas y en la parte superior se producirá la sobreinyección de los raíles.
5. Cuando todas las cavidades hayan solidificado, el molde se volverá a abrir, y girará 180° en sentido contrario al inicial.
6. En este punto tendremos dos piezas ya acabadas en la parte inferior del molde, momento en el que sólo el sistema de expulsión de esta parte actuará para liberarlas cerrando el ciclo. En la parte superior volveremos a tener las traviesas conformadas.
7. El molde se cerrará volviendo al punto nº 4 para continuar con el ciclo.

## 4.1. Elección de máquina

El diseño de un molde dependerá siempre de las máquinas de inyección de las que disponga la planta de producción o fábrica a la que va dirigido. Lo normal es que las características de un molde vengan limitadas principalmente por tres factores:

- Fuerza máxima de cierre de la máquina.
- Distancia entre columnas guía de la bancada
- Volumen de material máximo de proceso del husillo.

La fuerza de cierre máxima es la capacidad que tiene la prensa de la máquina para mantener el molde cerrado en el momento en que se le está inyectando el material fundido. Es recomendable que esta fuerza no supere el 75-80% de la máxima de la máquina para asegurar que no se producirán fugas de material. Cuanto mayor sea la superficie de pieza proyectada en el plano perpendicular a la dirección de apertura del molde, mayor será dicha fuerza de cierre. Igualmente, si las piezas tienen espesores finos o geometrías complicadas, mayor será la presión de inyección necesaria y por tanto esta fuerza.

La distancia entre columnas determinará el tamaño máximo del molde siendo la anchura la medida crítica, ya que los moldes normalmente se introducen por la parte superior. En la actualidad existen gran variedad de máquinas, incluidos modelos que no llevan columnas guía, lo que permite mayor flexibilidad a la hora del diseño de moldes.

Por último, el tamaño del husillo limitará el volumen de material de la pieza a inyectar, ya que este debe tener capacidad para calentar y plastificar la cantidad de polímero suficiente.

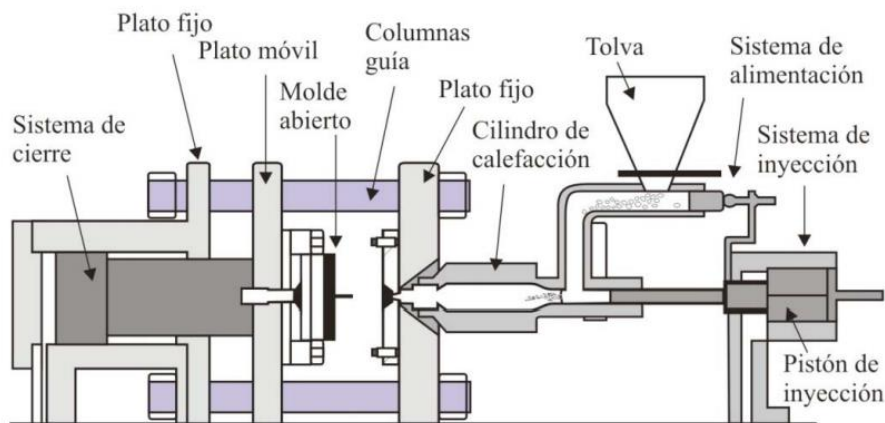


Figura 4-3. Esquema de una máquina de moldeo por inyección

Para la utilización de este tipo de molde se necesitará una máquina más especial con dos unidades de inyección diferentes. Una de ellas inyectará la pieza principal (normalmente con la unidad principal de inyección cuya entrada de material suele encontrarse en el centro del molde) y la segunda unidad sobreinyectará la segunda cavidad, que puede estar ubicada encima de la unidad principal, en un lateral o incluso en la parte superior.

Diseño de un molde y sistema de canal caliente 2K para inyección de plástico

El diseño de este molde y su cámara dependerá de la máquina de inyección disponible. Como hemos comentado anteriormente, la segunda unidad de inyección se encontrará en el mismo plano que la unidad principal, en un lateral o en la cara superior del molde generalmente dependiendo del tipo de máquina. Existe gran variedad de proveedores como pueden ser Arburg, Engel, Krauss-Maffei, Sumitomo, Mateu&Solé, Toshiba, Supermac, etc.

Debido a que no tenemos una máquina determinada, tomaremos como referencia una máquina de la casa **ENGEL**, de su variante de sistemas combimelt en disposición H/W, que disponen de los dos husillos en el mismo plano de construcción.

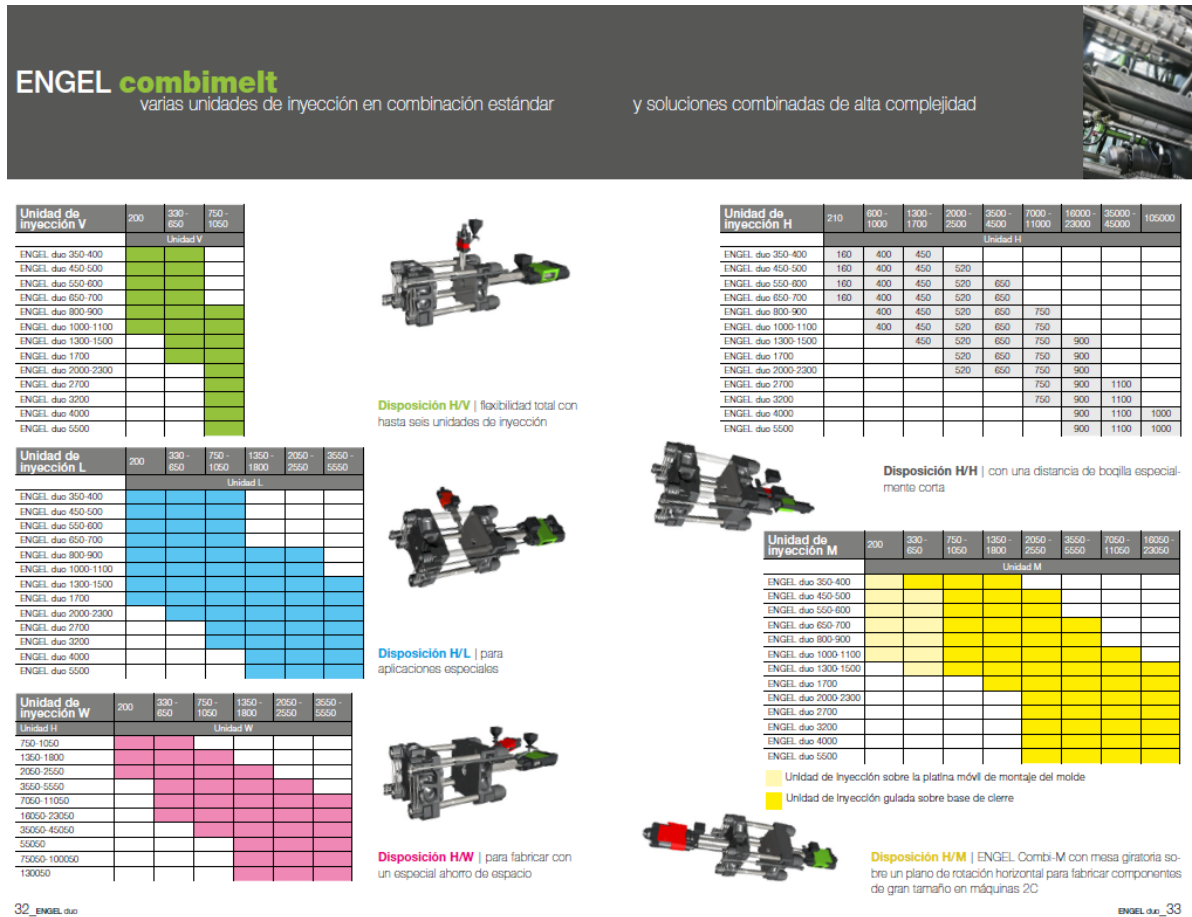
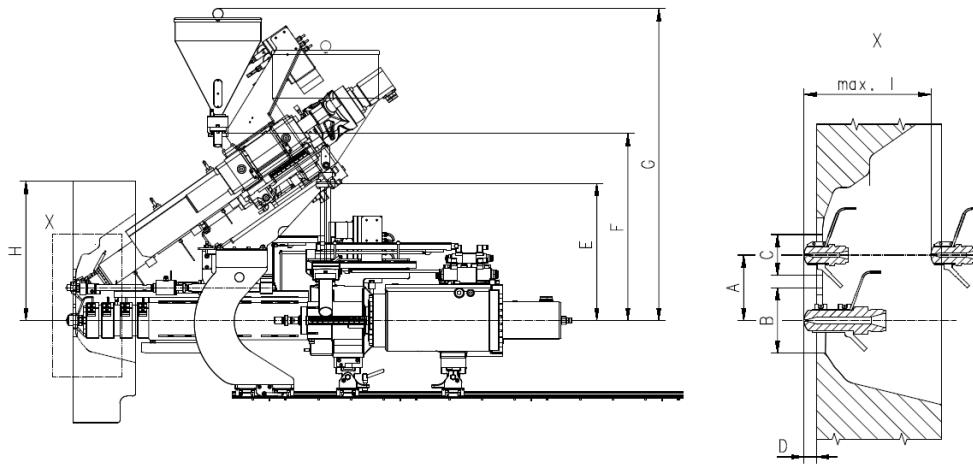


Figura 4-4. Catálogo ENGEL, combinación de posiciones de husillos

Se dispone de una gran variedad de composiciones de máquina y husillos. Para las piezas que necesitamos inyectar, serán necesarios unos husillos de tamaño reducido, ya que el volumen de material es bajo. En la imagen inferior podemos ver las medidas de las entradas que necesitaremos en el molde. Según la Figura 4.5., la entrada del husillo principal se encontrará como es habitual en el centro del plato de máquina y por tanto del molde. La secundaria deberá estar a 160 mm por encima de la primera (medida A). Los discos centradores necesarios serán de 160 mm de diámetro para el central (medida B) y de 100 mm el secundario (medida C). Según el catálogo, la gran mayoría de máquinas de esta serie comparten la misma geometría, por tanto el molde se podría usar en una gran variedad de sistemas.



W construction	A <sup>1</sup>	A <sup>2</sup>	B	C	D	E	F <sup>3</sup>	G <sup>3</sup>	H	I	Drive power (SHV 2)	Weight <sup>4</sup>
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kW	to
VC 1560H/ 330W/ 180 combi	160	200	160	100	30	746	919	1469	605	310	42.2	13.6
VC 1560H/ 500W/ 180 combi	160	200	160	100	30	746	919/976/1034 <sup>6</sup>	1469/1526/1584 <sup>6</sup>	605	310	42.2	13.6
VC 330H/ 60W/ 200 combi	on request											
VC 330H/ 200W/ 200 combi	on request											
VC 860H <sup>5</sup> / 60W/ 200 combi	160	130	160	100	30	731	956 / 983 <sup>6</sup>	1532 / 1560 <sup>6</sup>	605	160	38.1	13.0
VC 860H <sup>5</sup> / 200W/ 200 combi	160	130	160	100	30	731	1058	1633	605	160	38.1	13.0
VC 860H <sup>5</sup> / 330W/ 200 combi	160	130	160	100	30	731	919	1469	605	160	38.1	13.2
VC 860H <sup>5</sup> / 500W/ 200 combi	160	130	160	100	30	731	919/976/1034 <sup>6</sup>	1469/1526/1584 <sup>6</sup>	605	160	38.1	13.2
VC 1060H/ 60W/ 200 combi	160	130	160	100	30	731	956 / 983 <sup>6</sup>	1532 / 1560 <sup>6</sup>	605	160	38.1	13.0
VC 1060H/ 200W/ 200 combi	160	130	160	100	30	731	1058	1633	605	160	38.1	13.0
VC 1060H/ 330W/ 200 combi	160	130	160	100	30	731	919	1469	605	160	38.1	13.2
VC 1060H/ 500W/ 200 combi	160	130	160	100	30	731	919/976/1034 <sup>6</sup>	1469/1526/1584 <sup>6</sup>	605	160	38.1	13.2
VC 1560H/ 60W/ 200 combi	160	200	160	100	30	746	956 / 983 <sup>6</sup>	1532 / 1560 <sup>6</sup>	605	310	42.2	13.4
VC 1560H/ 200W/ 200 combi	160	200	160	100	30	746	1058	1633	605	310	42.2	13.4
VC 1560H/ 330W/ 200 combi	160	200	160	100	30	746	919	1469	605	310	42.2	13.6
VC 1560H/ 500W/ 200 combi	160	200	160	100	30	746	919/976/1034 <sup>6</sup>	1469/1526/1584 <sup>6</sup>	605	310	42.2	13.6
VC 330H/ 60W/ 220 combi	on request											
VC 330H/ 200W/ 220 combi	on request											
VC 860H <sup>5</sup> / 60W/ 220 combi	160	130	160	100	30	731	956 / 983 <sup>6</sup>	1532 / 1560 <sup>6</sup>	605	160	38.1	13.0
VC 860H <sup>5</sup> / 200W/ 220 combi	160	130	160	100	30	731	1058	1633	605	160	38.1	13.0
VC 860H <sup>5</sup> / 330W/ 220 combi	160	130	160	100	30	731	919	1469	605	160	38.1	13.2
VC 860H <sup>5</sup> / 500W/ 220 combi	160	130	160	100	30	731	919/976/1034 <sup>6</sup>	1469/1526/1584 <sup>6</sup>	605	160	38.1	13.2
VC 1060H/ 60W/ 220 combi	160	130	160	100	30	731	956 / 983 <sup>6</sup>	1532 / 1560 <sup>6</sup>	605	160	38.1	13.0
VC 1060H/ 200W/ 200 combi	160	130	160	100	30	731	1058	1633	605	160	38.1	13.0
VC 1060H/ 330W/ 220 combi	160	130	160	100	30	731	919	1469	605	160	38.1	13.2
VC 1060H/ 500W/ 220 combi	160	130	160	100	30	731	919/976/1034 <sup>6</sup>	1469/1526/1584 <sup>6</sup>	605	160	38.1	13.2

Edition date: 08.2017 | side 2 of 3

Figura 4-5. Posiciones de los husillos según el modelo de máquina

Otra de las características especiales de la máquina será el **plato móvil giratorio**. Se encargará de rotar la parte móvil del molde intercambiando sus posiciones. Su diámetro nos delimitará el tamaño máximo que podrá tener el molde para evitar chocar con otros elementos. En la imagen inferior (Figura 4.6.) podemos ver la disposición de una de las máquinas donde el diámetro máximo es de 1070 mm, por lo que la diagonal del molde no podrá exceder de esa medida. También encontramos la altura a la que se ubican las entradas de material, las conexiones hidráulicas para los conjuntos de expulsión independientes que serán controlados por la máquina, las conexiones para refrigeración del molde, medidas generales, etc.

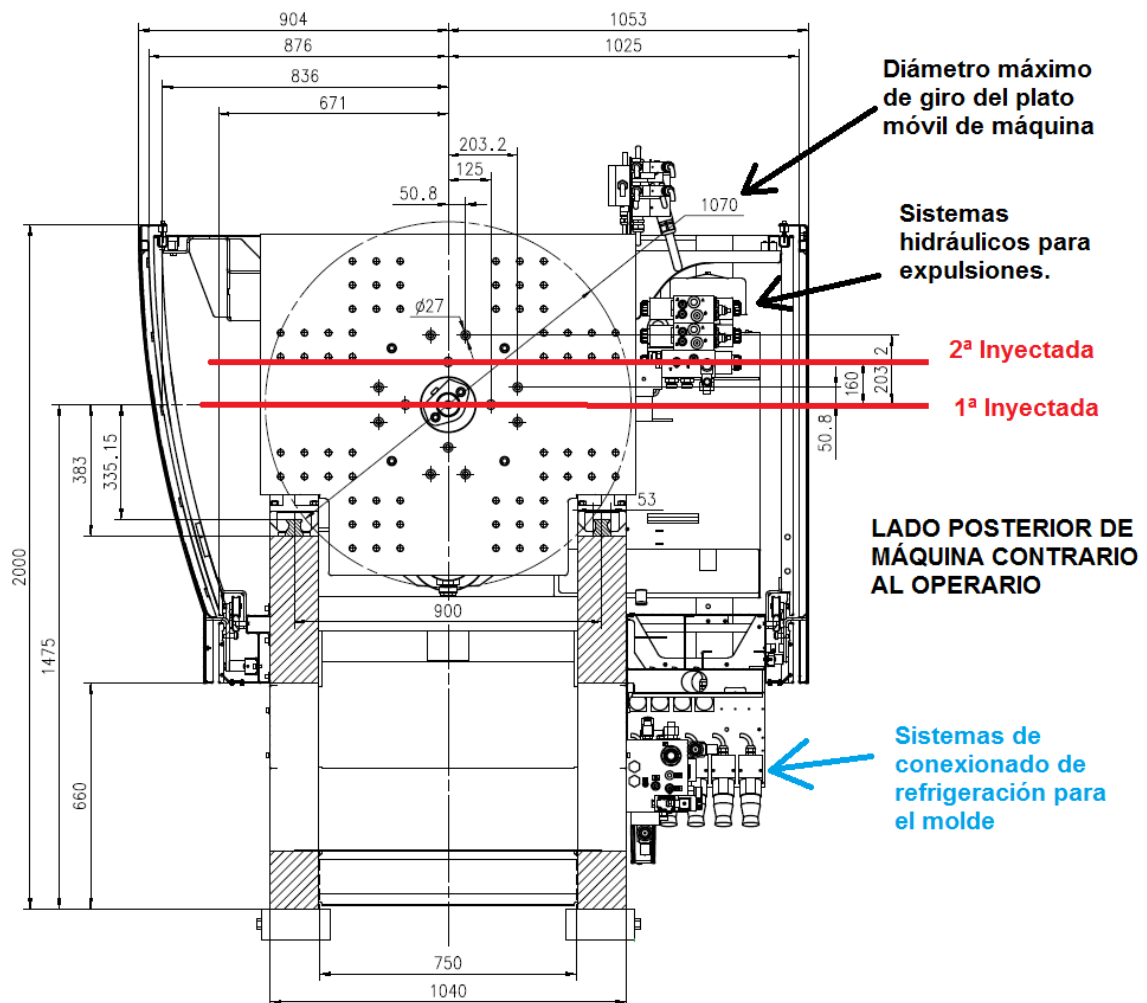


Figura 4-6. Medidas de máquina y disposición de elementos

La fuerza de cierre de las máquinas normalmente va relacionada proporcionalmente con su tamaño. En este caso la relación entre el tamaño del molde y la fuerza de cierre que va a generar va a ser más alta de lo habitual, es decir, la máquina que cumpla con el requisito de las dimensiones, superará con creces la fuerza de cierre necesaria. Debido a esto, el factor determinante será el tamaño máximo del molde. Una vez realizado el estudio de inyección podremos comprobar que la fuerza de cierre máxima no supere la de la máquina.



## 5. SIMULACIÓN DE INYECCIÓN

Para saber si una pieza es apta para ser fabricada mediante inyección disponemos de herramientas **CAE**, las siglas de **Ingeniería Asistida por Ordenador** en inglés. Mediante estos programas podemos simular los procesos reales sin necesidad de hacer pruebas o prototipos con el ahorro en costes que ello conlleva. Con los programas de simulación de inyección, podemos realizar las simulaciones de llenado, enfriamiento, deformaciones, etc. de las piezas a fabricar y solventar errores o hacer modificaciones antes de pasar a la siguiente fase.

Dos de los principales programas de simulación que se han utilizado para realizar este estudio son **Moldflow** de Autodesk y **MOLDEX 3D**, siendo este último con el que se ha realizado la simulación final.

### 5.1. Ubicación de las entradas y material elegido.

Las entradas serán los puntos por los que el material entrará a la cavidad. Lo ideal es que éstas estén ubicadas lo más centradas posible en la pieza para que el flujo realice el menor recorrido y llegue a todo el perímetro al mismo tiempo. En este caso, la geometría que tenemos hace imposible conseguir esto. Tomando como referencia la pieza Ref. 53400, vemos que está inyectada mediante dos puntos:

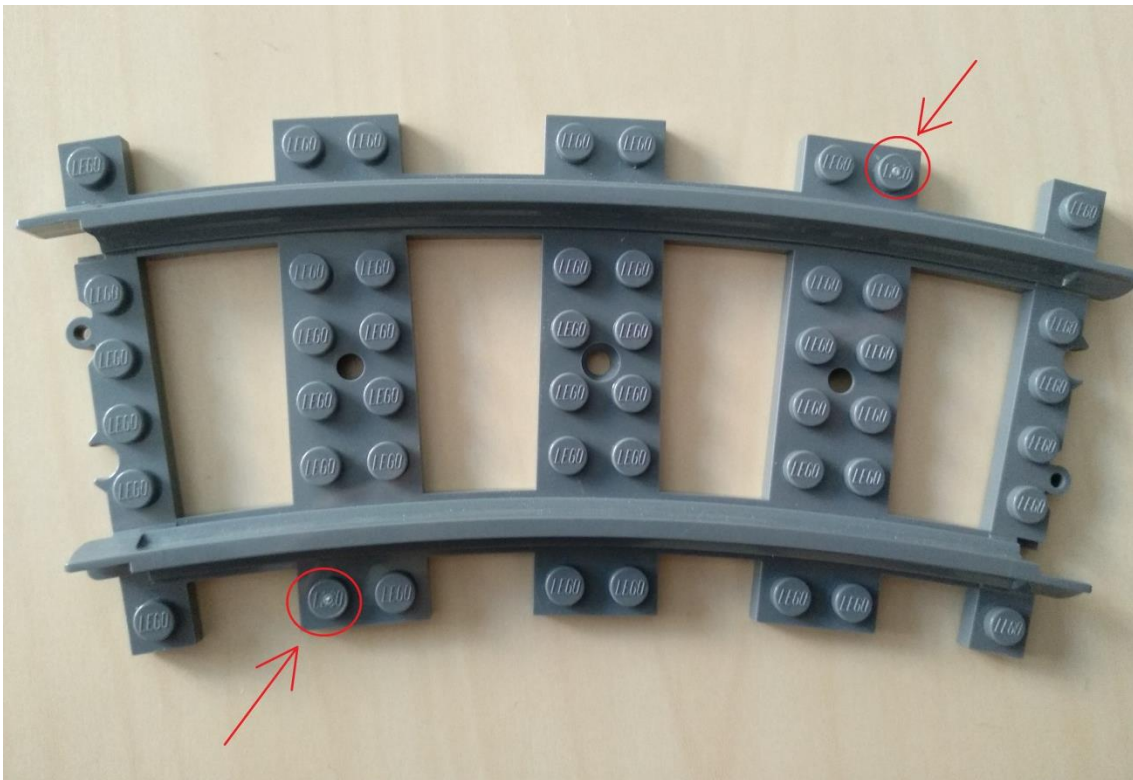


Figura 5-1. Posición de las entradas en ref. 53400

Para la pieza que queremos fabricar, se realizan varias pruebas cambiando los puntos de entrada, debido a que tiene mayor longitud que la referencia 53400 y unas zonas entre traviesas de menor espesor en la primera inyección. Pero el resultado obtenido en la mayoría de casos fue que en las zonas de clipado se enfriaba y congelaba el material sin llegar a realizarse el llenado completo de la cavidad. Debido a esto se decidió mantener las entradas en los mismos puntos que la pieza original, y elegir un material de mayor índice de fluidez para garantizar el llenado completo. Los diámetros de entrada para las traviesas serán de 1,4 mm, según los estándares de ORYMO para el tipo de boquillas directas a pieza que se utilizarán, dejando un buen acabado con una marca mínima igual a las de la referencia vista.

Para la segunda inyección, las piezas se llenarán mediante bebedero, por lo que las entradas irán en un extremo. Éste bebedero será de 3 mm de diámetro, que será suficiente para garantizar el llenado de las cavidades y evitar que el material congele. Las entradas serán de **tipo submarinas** (o banana gate) de un diámetro 0,9 mm para dejar la mínima marca posible.

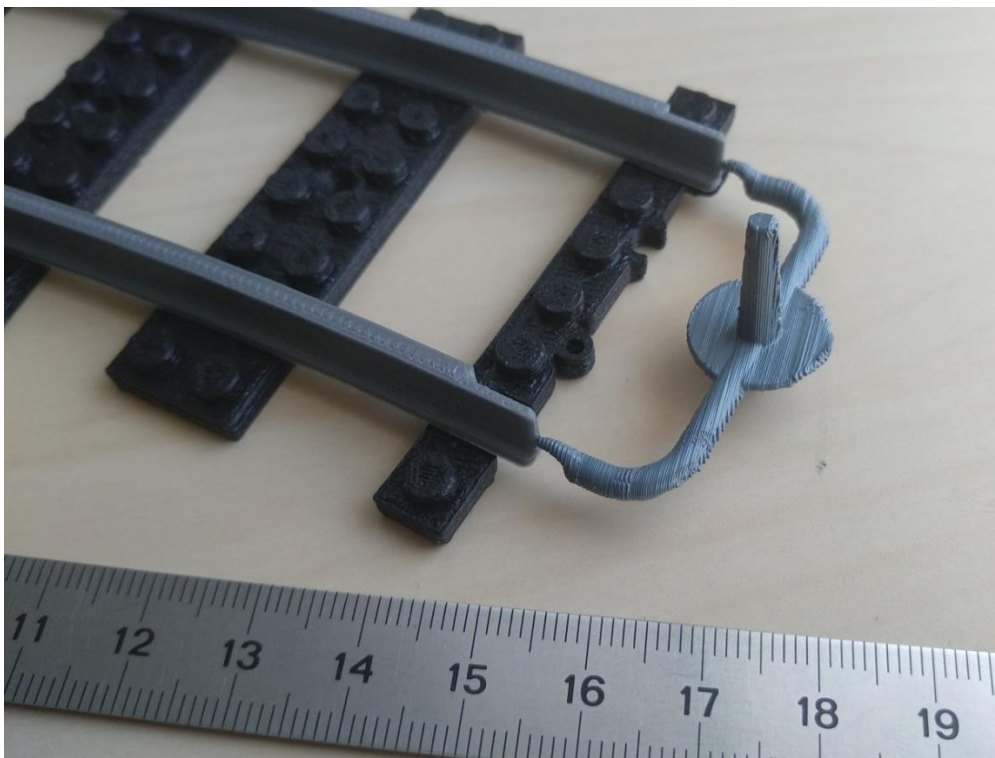


Figura 5-2. Detalle del bebedero obtenido mediante impresión 3D

El material utilizado para la fabricación de estas piezas será ABS como ya hemos visto en el capítulo 3.5. Es el material que LEGO emplea en la fabricación de la gran mayoría de piezas que produce. Aunque también utiliza otros como gomas para las ruedas, o policarbonatos para piezas transparentes como ventanas y parabrisas de vehículos. En la actualidad se está empezando también a investigar y utilizar materiales alternativos de origen vegetal más respetuosos con el medio ambiente.



Como hemos comentado, debido a la mayor dificultad para llenar la pieza por la existencia de zonas estrechas, elegiremos un material más fluido que garantice el llenado completo. Será el **Khumo ABS 780** de Korea Kumho Petrochemical Co. Ltd, cuya característica destacable es su alto índice de fluidez, de **55 g/10 min.** según norma ISO 1133 que mide la fluidez de los polímeros. Esto también hará que el material no se sobrecaliente por el efecto de cizalla al pasar por zonas estrechas. Es un material apto para fabricación de aparatos electrónicos, electrodomésticos y piezas varias en general según su ficha técnica (Figura 5.3), en la que podemos encontrar el resto de propiedades físicas, mecánicas, térmicas, etc.

## Kumho ABS 780

Acrylonitrile Butadiene Styrene  
Korea Kumho Petrochemical Co., Ltd.

**PROSPECTOR**<sup>®</sup>

www.ulprospector.com

Technical Data			
<b>Product Description</b>			
Features: High flow			
Applications: Electronics, Household appliances, Miscellaneous goods			
<b>General</b>			
Material Status	• Commercial: Active		
Availability	• Asia Pacific	• Europe	• North America
Features	• High Flow		
Uses	• Electrical/Electronic Applications	• Household Goods	
RoHS Compliance	• RoHS Compliant		
UL File Number	• E65424		
Physical	Nominal Value (English)	Nominal Value (SI)	Test Method
Density / Specific Gravity			
--	1.04	1.04 g/cm <sup>3</sup>	ASTM D792
--	1.04 g/cm <sup>3</sup>	1.04 g/cm <sup>3</sup>	ISO 1183
Melt Mass-Flow Rate (MFR)			
200°C/21.6 kg	75 g/10 min	75 g/10 min	ASTM D1238
220°C/10.0 kg	55 g/10 min	55 g/10 min	ASTM D1238 ISO 1133
Molding Shrinkage			
Flow	5.0E-3 to 8.0E-3 in/in	0.50 to 0.80 %	ASTM D955
--	0.50 to 0.80 %	0.50 to 0.80 %	ISO 294-4
Mechanical	Nominal Value (English)	Nominal Value (SI)	Test Method
Tensile Strength			
Yield	6610 psi	45.6 MPa	ASTM D638
Yield	6380 psi	44.0 MPa	ISO 527-2
Tensile Elongation			
Yield	20 %	20 %	ASTM D638
Break	24 %	24 %	ISO 527-2
Flexural Modulus			
--	306000 psi	2110 MPa	ASTM D790
--	326000 psi	2250 MPa	ISO 178
Flexural Stress			
--	9430 psi	65.0 MPa	ISO 178
Yield	8960 psi	61.8 MPa	ASTM D790
Impact	Nominal Value (English)	Nominal Value (SI)	Test Method
Charpy Notched Impact Strength (73°F (23°C))	11 ft-lb/in <sup>2</sup>	24 kJ/m <sup>2</sup>	ISO 179/1eA
Notched Izod Impact			
73°F (23°C), 0.126 in (3.20 mm)	5.0 ft-lb/in	260 J/m	ASTM D256
73°F (23°C), 0.252 in (6.40 mm)	4.0 ft-lb/in	220 J/m	ASTM D256
73°F (23°C)	11 ft-lb/in <sup>2</sup>	23 kJ/m <sup>2</sup>	ISO 180/1A
Hardness	Nominal Value (English)	Nominal Value (SI)	Test Method
Rockwell Hardness (R-Scale)	108	108	ASTM D785 ISO 2039-2
Thermal	Nominal Value (English)	Nominal Value (SI)	Test Method
Heat Deflection Temperature			
66 psi (0.45 MPa), Unannealed	196 °F	91.0 °C	ISO 75-2/B

Figura 5-3. Ficha técnica Kumho ABS 780

Todos los polímeros sufren una contracción en la fase de enfriamiento durante su procesamiento. Este material en concreto sufrirá una contracción de entre un 0,5 a un 0,8%. Durante la fase de diseño del molde será **muy importante aplicar un factor de escala** a las piezas a diseñar adecuado a este valor. Es decir, habrá que diseñar las cavidades entre 1,005 y 1,008 veces más grandes para que el producto obtenido sea del tamaño diseñado inicialmente o de lo contrario se obtendrán unas piezas más pequeñas.

## 5.2. Simulación de inyección de las traviesas

Normalmente, un estudio de inyección consta de las siguientes fases: llenado, compactación, enfriamiento y deformación. Debido a que tenemos un molde atípico, tenemos que realizar un estudio adecuado a sus características. Para ello realizaremos uno llamado **MCM, Multi Component Molding**. Primero se hace la simulación sólo con las traviesas y después se prepara otra en la que se incluirán los raíles y tendrá en cuenta los resultados obtenidos en la primera.

Para empezar con el primer estudio preparamos un archivo con las dos cavidades iniciales que importamos en MOLDEX. Una vez las tenemos, pasamos a dibujar las entradas de material, el sistema de cámara caliente, los circuitos de refrigeración y el molde según la geometría que acabará teniendo finalmente.

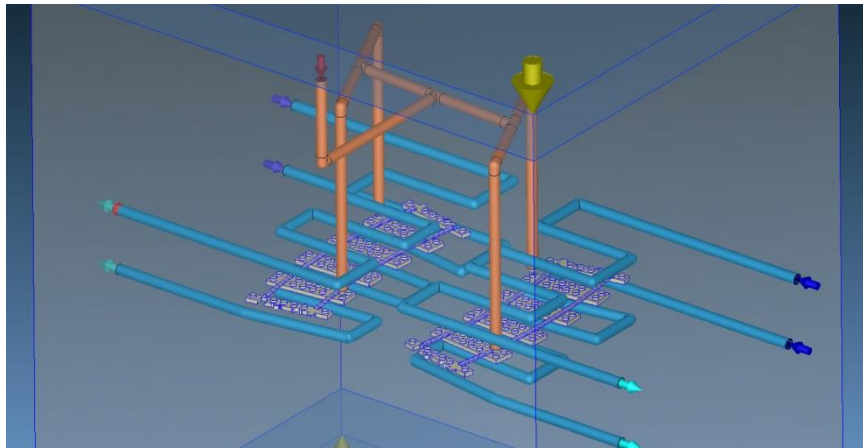


Figura 5-4. Preparación de geometría para el estudio de traviesas

En esta primera fase el cálculo necesario a realizar tendrá la secuencia **Enfriamiento transitorio-Llenado-Compactación-Enfriamiento transitorio**. El programa por defecto determina las condiciones óptimas para temperaturas de material y molde, tiempo de llenado y compactación y fija una presión máxima de inyección que serán:

Llenado	Datos elemento	Unidad
Tiempo Llenado	1.22	seg.
Temperatura Fundido	230	°C
Temperatura Molde	40	°C
Presión Inyección Máx.	155	MPa
Volumen Inyección	24.30	cm3
Compactación - P		
Tiempo Compactación	3.65	seg.
Presión Compactación Máx.	155	MPa

Tabla 5-1. Parámetros de la 1ª inyección

- **Llenado**

El llenado se realiza en un tiempo de 1,26 segundos. En la secuencia se puede apreciar como el frente de flujo va avanzando desde los puntos de entrada hasta llenar por completo las cavidades.

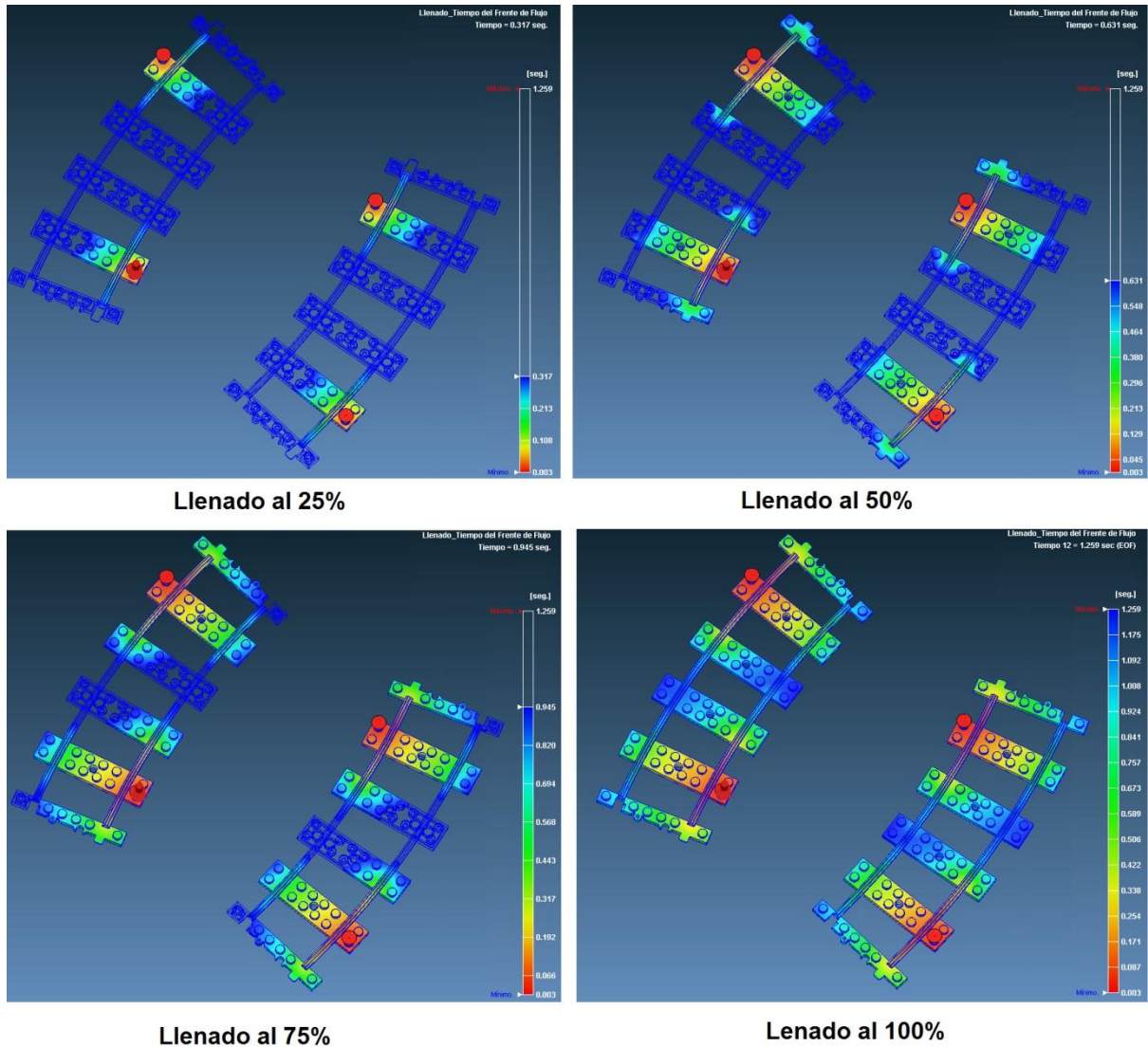


Figura 5-5. Secuencia de llenado 1ª inyección

- **Aire atrapado**

En las esferas azules dibujadas en la siguiente imagen se producirán atrapamientos de aire. Suelen aparecer en los límites de la pieza y en zonas donde se encuentran los frentes de flujo. Para evitar que esto genere defectos en la pieza habrá que mecanizar salidas de aire.

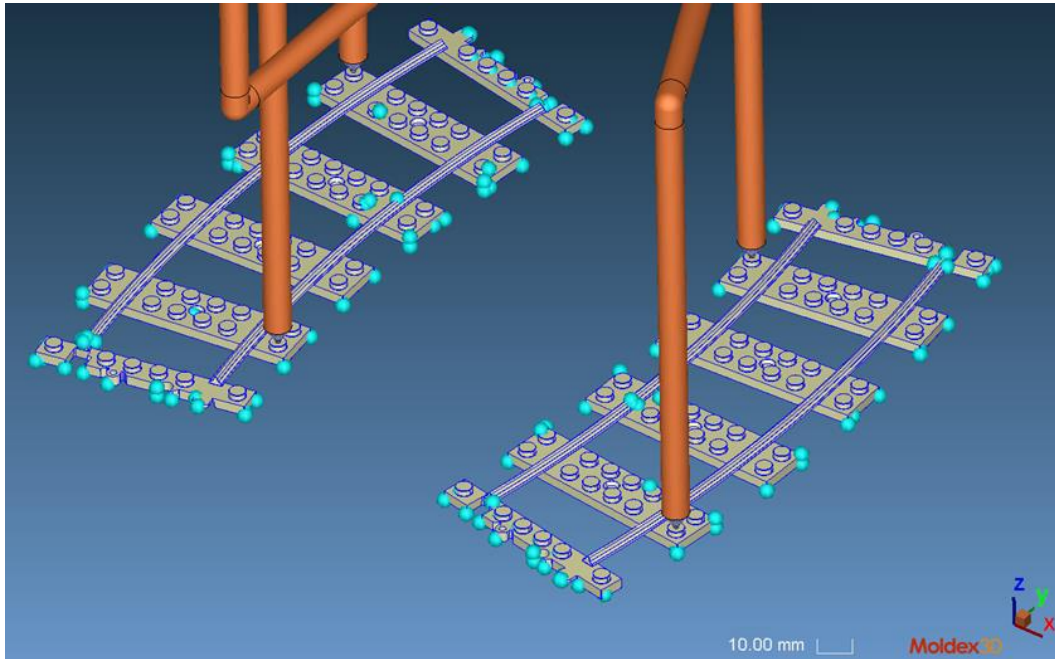


Figura 5-6 Aire atrapado 1ª inyección

- **Líneas de soldadura.**

En las zonas donde los frentes de flujo se encuentren se producirán líneas de soldadura. Es conveniente que se produzcan a temperaturas óptimas, de lo contrario, se puede crear una mala unión del material y la zona puede quedar debilitada creando puntos más frágiles propensos a roturas. Están representadas mediante líneas rojas.

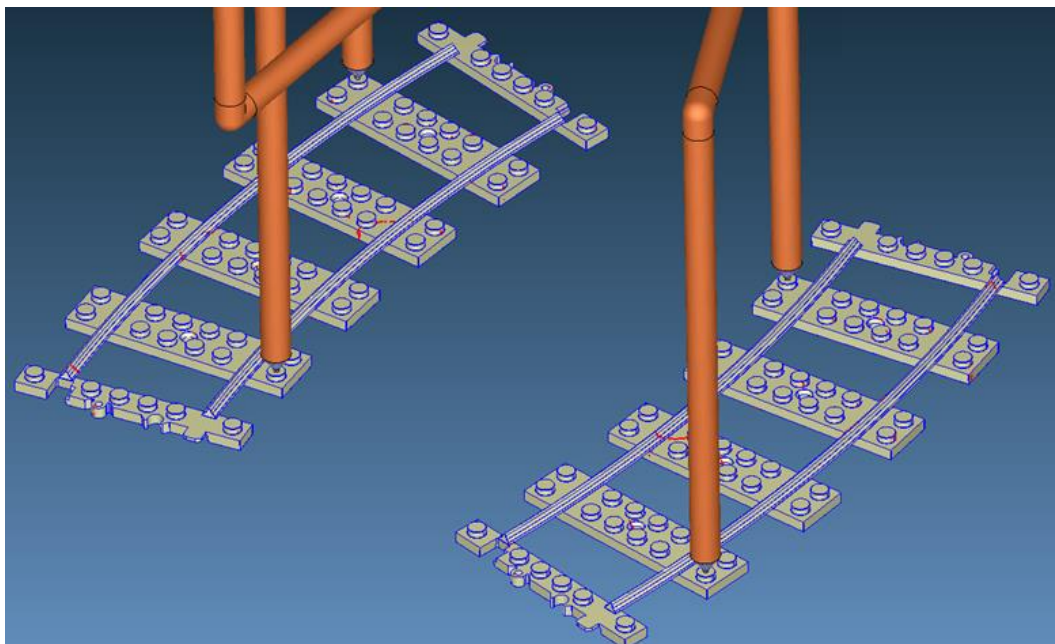


Figura 5-7. Líneas de soldadura de la 1ª inyección



- **Presión**

En la gráfica vemos la distribución de la presión al final del llenado. El sistema de cámara caliente requiere unos 10 Mpa, siendo la presión al final del llenado unos 45,5 Mpa.

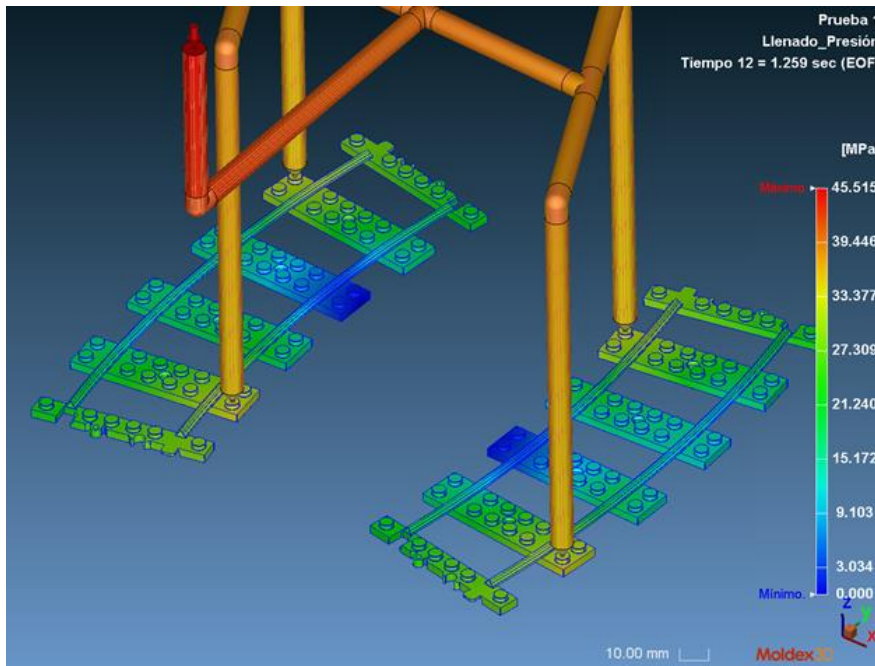


Figura 5-8. Presión al final del llenado de 1ª inyección

- **Temperatura del frente de flujo**

Para que toda la pieza llene correctamente es importante que la temperatura del frente de flujo se mantenga entre los valores indicados. Como vemos en la gráfica, se mantiene por encima de los 210° C prácticamente en su totalidad, lo que entra dentro del margen óptimo del material, que en ABS suele ser entre los 200 y los 260° C.

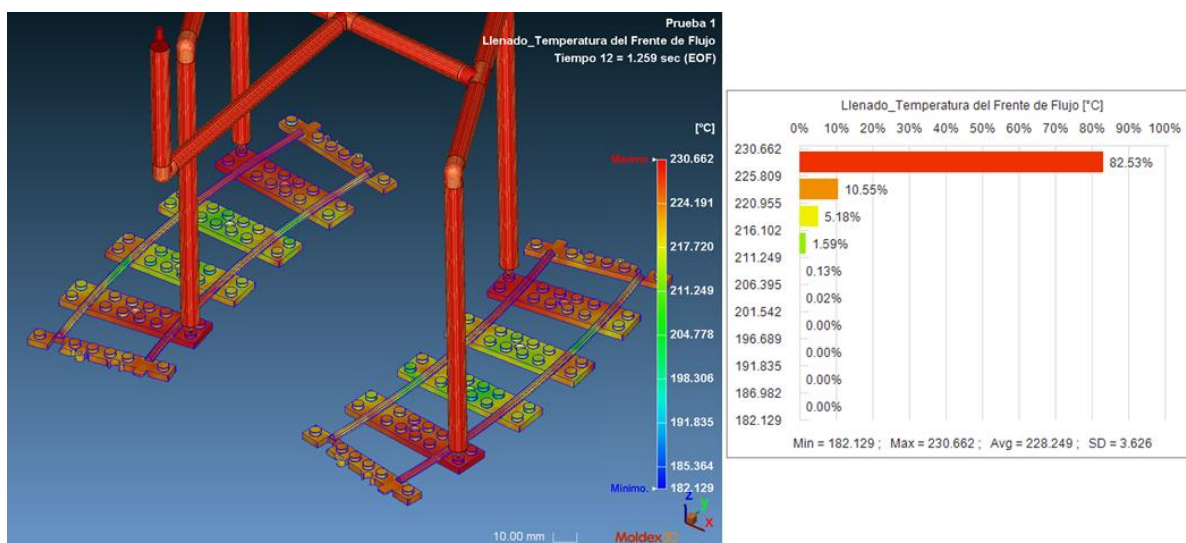


Figura 5-9. Temperatura del frente de flujo 1ª inyección

- **Velocidad de inyección de entradas.**

La velocidad de flujo en las entradas se mantiene constante en unos 5 cc/s.

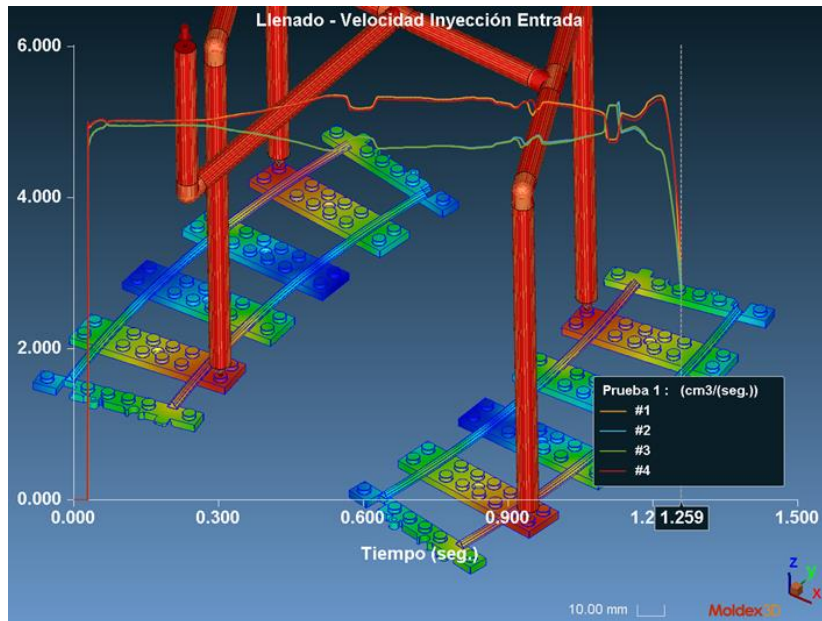


Figura 5-10. Velocidad de flujo en las entradas de 1ª inyección

- **Gráfica de presión de llenado.**

Esta gráfica representa la presión de llenado necesaria a la entrada del sistema de cámara caliente durante la fase de llenado. El incremento de presión se va produciendo de una manera bastante constante hasta llegar al máximo de **55,8 Mpa**. Aparecen unos pequeños picos sin importancia debido a la llegada de los frentes de flujo a final de pieza.

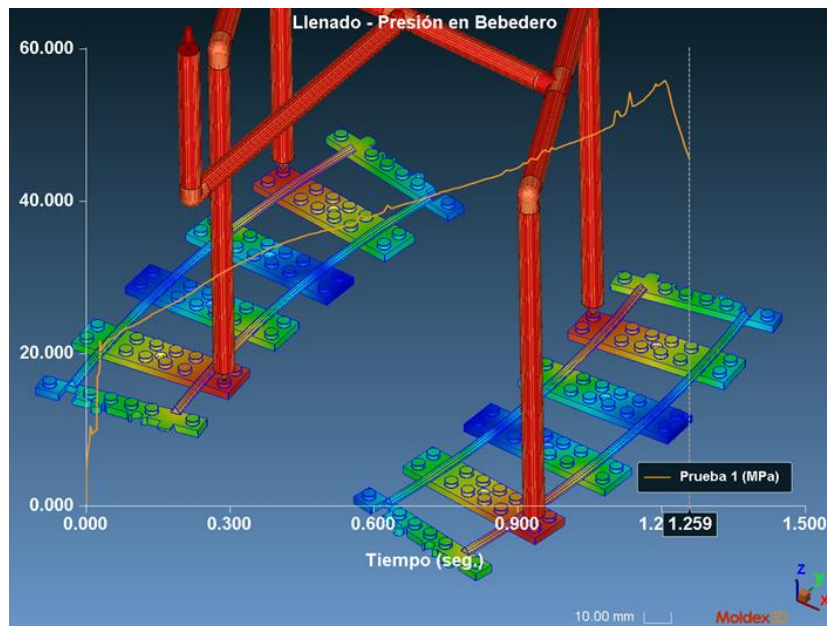


Figura 5-11. Gráfica de presión de llenado de 1ª inyección

- **Fuerza de cierre**

La fuerza de cierre máxima durante la fase de llenado será de unas **24,2 toneladas**. El valor obtenido es bajo debido a que las piezas no tienen una gran superficie proyectada.

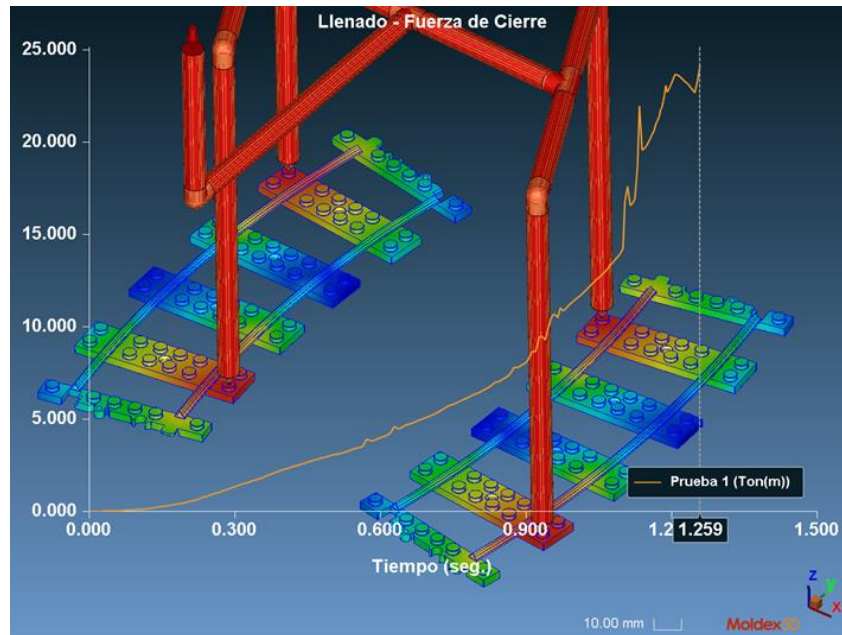


Figura 5-12. Fuerza de cierre 1ª inyección

- **Compactación**

Una vez que el proceso de llenado ha terminado a los 1,26 segundos aproximadamente, empieza la fase de compactación. Desde que entra en la cavidad, el material comienza a enfriarse y a contraerse, por lo que se pueden generar defectos. Para evitar esto, se sigue inyectando material aumentando la densidad con una presión mantenida. Este cambio se produce a un 98% del volumen del llenado.

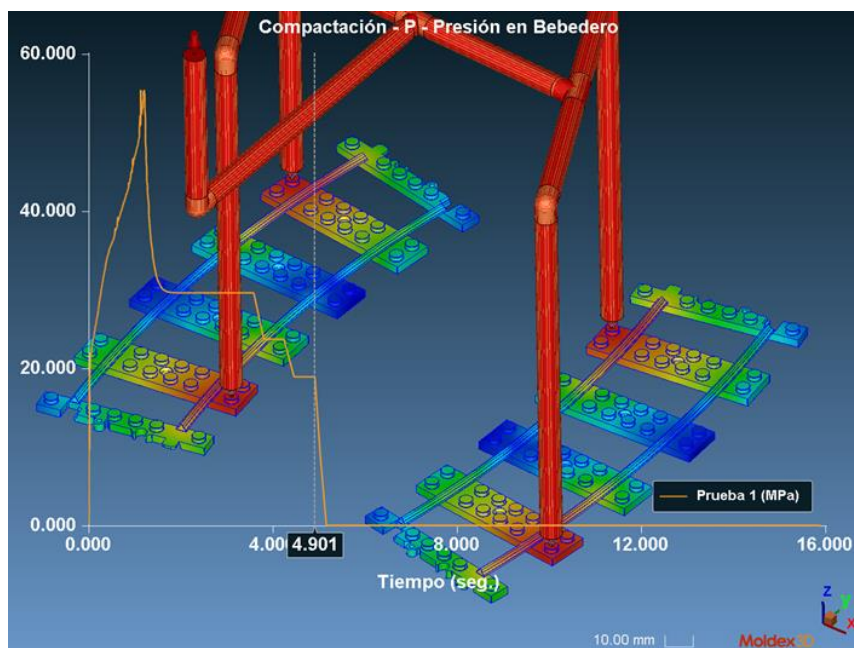


Figura 5-13. Presión de compactación 1ª inyección

Esta fase dura hasta que el material en la zona de las entradas solidifica y no es posible introducir más, en este caso a los 4,9 segundos.

La fuerza de cierre máxima producida será de unas **32 toneladas**.

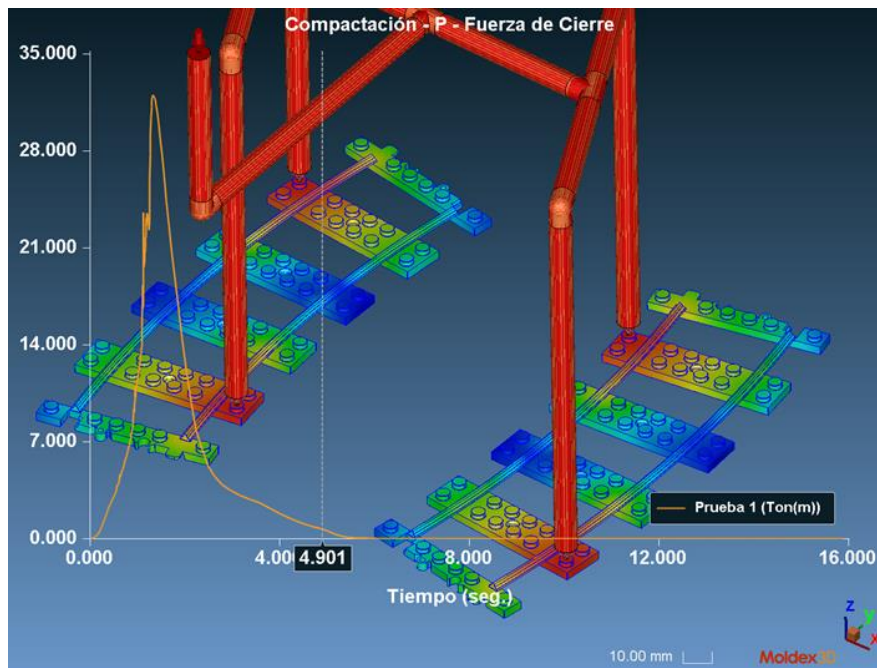


Figura 5-14. Fuerza de cierre en compactación de 1ª inyección

- **Indicador de rechupe**

El indicador de rechupe es un índice para evaluar el efecto de la compactación. Para que ésta sea óptima, el indicador debe mantenerse lo más cercano a 0. Los valores positivos indican zonas donde se producirán rechupes. Como vemos en la gráfica se produce una compactación bastante homogénea y con valores muy bajos lo que indica que es satisfactoria.

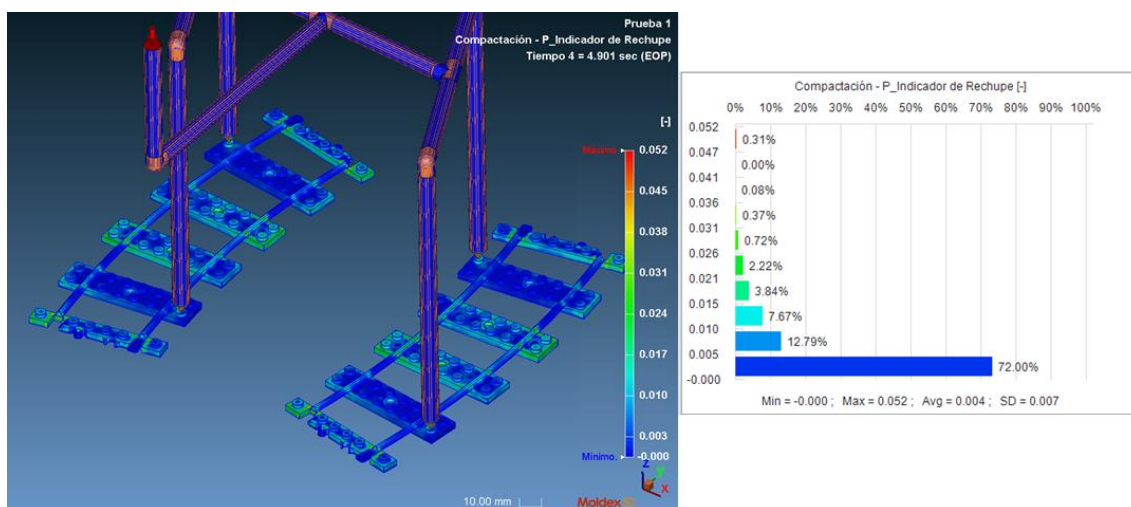


Figura 5-15. Indicador de rechupe 1ª inyección



- **Desplazamiento de rechupe**

El desplazamiento de rechupe está directamente relacionado con el indicador de rechupe. Muestra el desplazamiento o defectos que se producirán en las distintas zonas. El promedio será de 0,004 mm, lo que es prácticamente inapreciable.

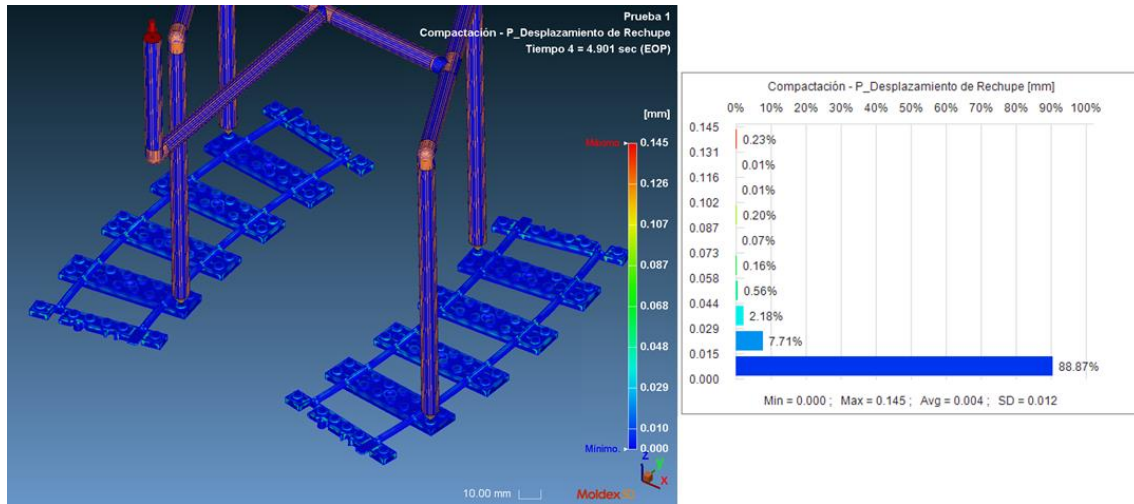


Figura 5-16. Desplazamiento de rechupe de 1ª inyección

Finalmente el resumen de este primer ciclo será el siguiente:

### Resumen - Llenado

Nombre elemento	Datos elemento	Unidad
Tiempo Llenado actual	1.259	seg.
Temperatura Promedio del Frente de Fundido.	228.249	°C
Temperatura Frente Fundido Max.	230.662	°C
Presión Bebedero Max.	55.824	MPa
Max. Fuerza de Cierre	24.162	Ton(m)

### Resumen - Compactación - P

Nombre elemento	Datos elemento	Unidad
Presión Bebedero Max.	55.455	MPa
Max. Fuerza de Cierre	32.010	Ton(m)
Tiempo Consolidación Entrada	4.453, 4.453, 4.453, 4.453	seg.

Tabla 5-2. Resumen de parámetros 1ª inyección

Tendremos un tiempo de llenado de 1,26 segundos, más un tiempo de compactación hasta los 4,45 segundos, momento en el que solidifican las entradas y no es posible introducir más material. El tiempo de enfriamiento estimado serán unos 11 segundos lo que hará un total de unos 15,45 s. para alcanzar una temperatura de pieza apta para la apertura del molde de 98° C. La presión máxima alcanzada será de 55,82 Mpa. y la fuerza de cierre de 32 toneladas.

### 5.3. Simulación de inyección de raíles

Una vez finalizada la primera simulación, pasamos a realizar la segunda con algunas diferencias. Realizando una nueva prueba, se carga el archivo completo que incluye todas las piezas. En este caso, marcaremos el sólido de las traviesas como inserto y vincularemos la prueba anteriormente realizada para tener en cuenta los resultados obtenidos con el estado en que se encontrarán las piezas recién inyectadas. Igualmente dibujamos el sistema de cámara caliente y las refrigeraciones que serán diferentes y el molde. Mallamos y realizamos un estudio de **Llenado-Compactación-Enfriamiento-Deformación**.

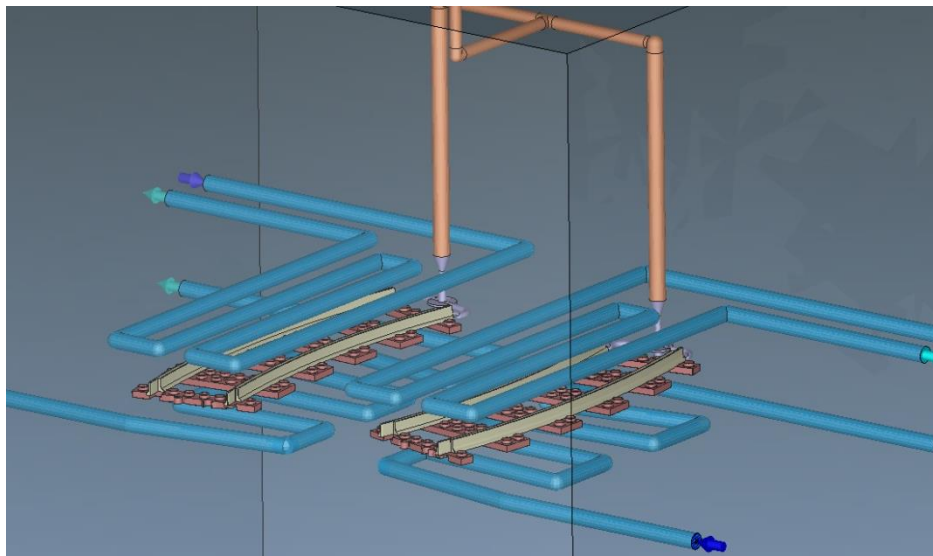


Figura 5-17. Preparación de geometría para el estudio completo

Las condiciones de proceso iniciales serán las siguientes:

Llenado	Datos elemento	Unidad
Tiempo Llenado	0.67	seg.
Temperatura Fundido	230	°C
Temperatura Molde	55	°C
Presión Inyección Máx.	155	MPa
Volumen Inyección	13.34	cm <sup>3</sup>
Compactación - P		
Tiempo Compactación	3.48	seg.
Presión Compactación Máx.	155	MPa

Tabla 5-3. Parámetros de la 2ª inyección

El llenado (Figura 5-18.) se produce en unos 0,7 segundos. En este caso tenemos 4 cavidades que se llenan con un bebedero cada pareja. Los raíles interiores son más cortos que los raíles exteriores, por lo que como podemos ver en la imagen (detalle del llenado al 90%), unos llenan antes que otros. Como hemos comentado anteriormente, lo ideal es que el flujo llegue al final en todas las zonas por igual. Esto se soluciona modificando los bebederos, dándole mayor recorrido al ramal que llega a los raíles interiores. Otra manera de solucionarlo es abrir alguna décima más el paso de material a las cavidades que tarden más de llenar. Estas descompensaciones también pueden producirse debido a muchos factores que en el estudio teórico no se contemplan pero en la inyección real pueden aparecer sobretodo en piezas de muy poco peso como en este caso. Una vez el molde está en la fase de pruebas, el operario ajustador del molde equilibra el llenado mediante pequeños retoques en el tamaño de las entradas.

- **Llenado**

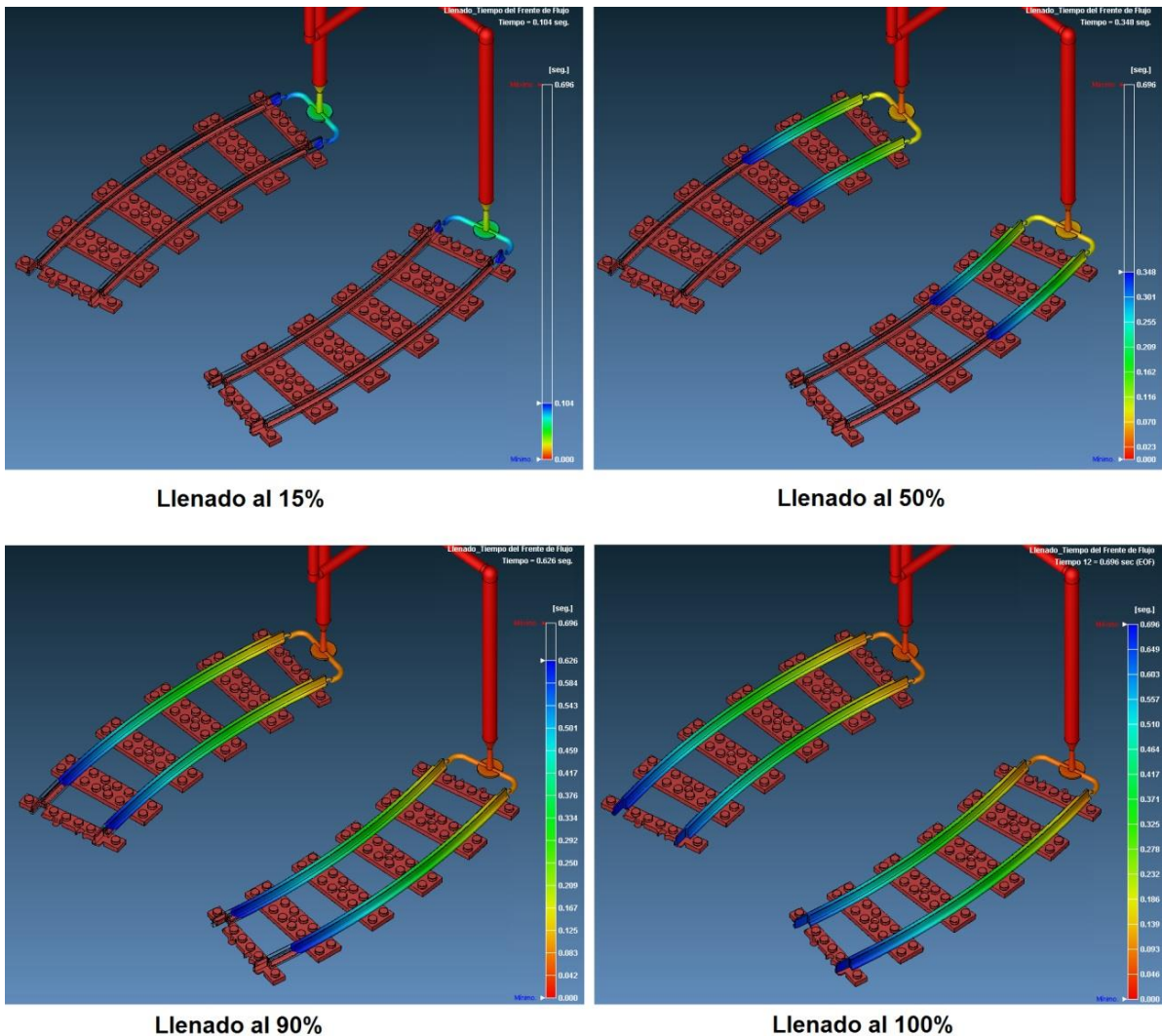


Figura 5-18. Secuencia de Llenado 2ª inyección

- **Atrapamientos de aire**

La zona de atrapamientos de aire más importante la encontraremos al final de la pieza. Al tener una geometría con sección constante y alargada, el aire será empujado hasta la zona final, donde se mecanizarán las salidas de aire para evitar defectos y facilitar el llenado. En esta fase las líneas de soldadura serán prácticamente inexistentes.

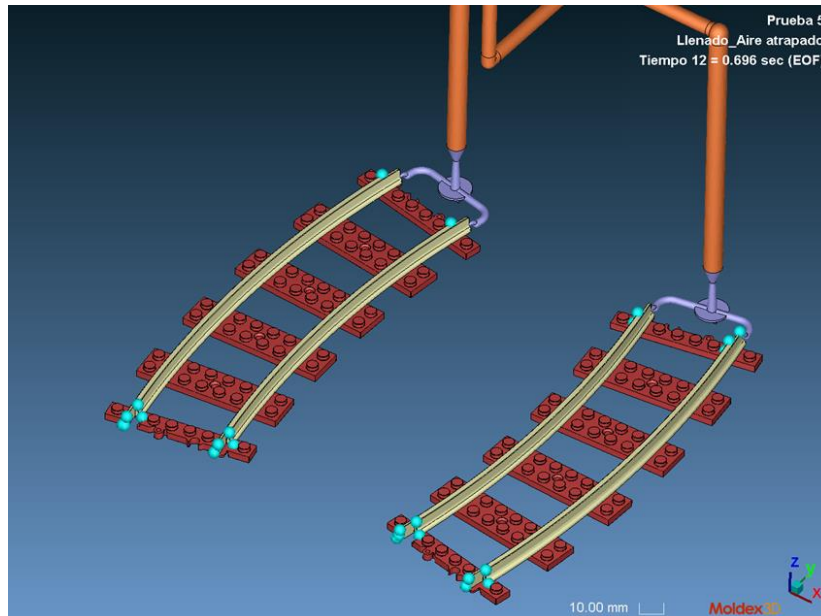


Figura 5-19. Atrapamientos de aire en la 2ª inyección

- **Presión**

Debido a la descompensación en el llenado podemos ver como se produce una diferencia de presiones en las cavidades, llegando a unos **78 Mpa** al final del llenado en la entrada a la cámara.

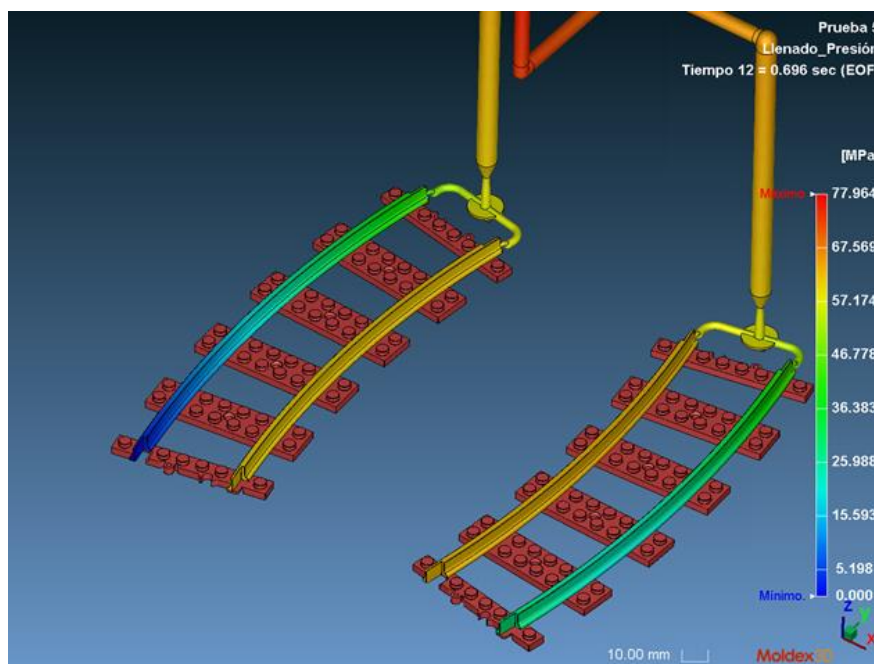


Figura 5-20. Presión final de la 2ª inyección

- **Temperatura del frente de flujo**

La temperatura del frente de flujo se mantiene constante durante el llenado de las cavidades entre los 230 y los 235° C. En la zona de los bebederos es algo menor.

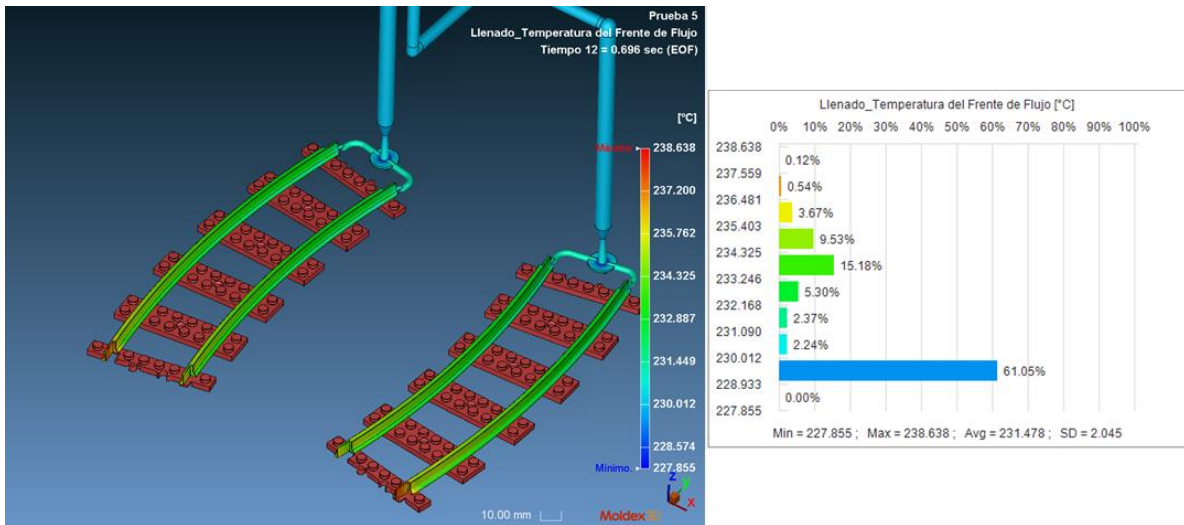


Figura 5-21. Temperatura del frente de flujo 2ª inyección

- **Gráfica de presión de llenado**

En la gráfica de presión del llenado podemos ver tres zonas diferenciadas. La primera zona será donde se llenan los bebederos, con una línea bastante irregular debido a la geometría. Durante el llenado de los raíles la presión va aumentando de manera lineal hasta llegar al pico final. Este pico se produce por la llegada del frente de flujo al final de las cavidades a diferentes tiempos. La máxima presión teórica será de 123,4 Mpa, pero en la práctica probablemente no pase de los 90 Mpa.

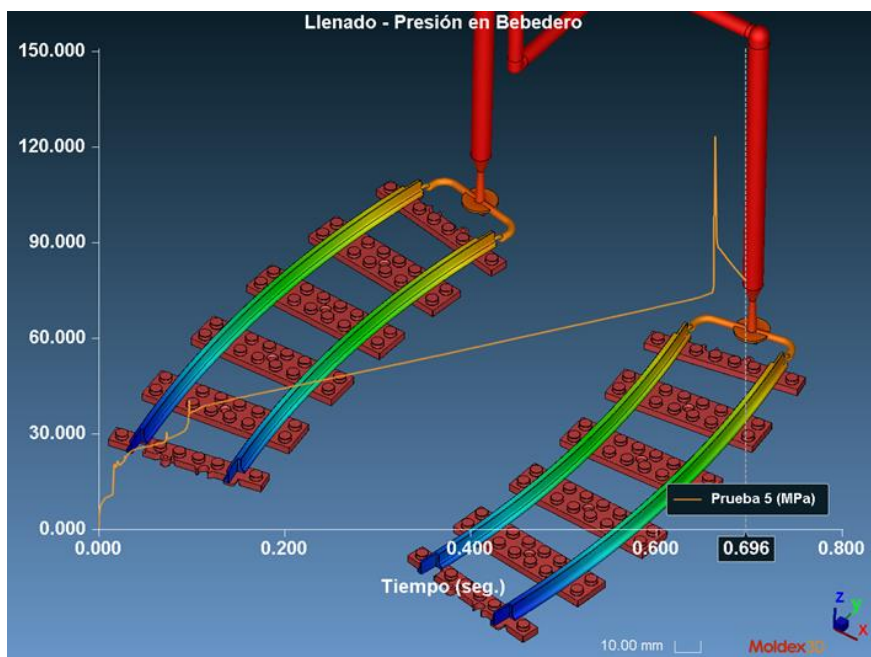


Figura 5-22. Gráfica de presión durante el llenado de 2ª inyección



- **Fuerza de cierre**

La fuerza de cierre máxima obtenida durante el llenado es de **34,5 toneladas**. Pero con esto ocurre lo mismo que con la presión, pues van directamente relacionadas. La fuerza de cierre pico real será menor que la teórica, alrededor de las **22 toneladas**. Aun así, no supondrá un problema, pues no llegaremos a superar la fuerza de cierre de la máquina en ningún caso.

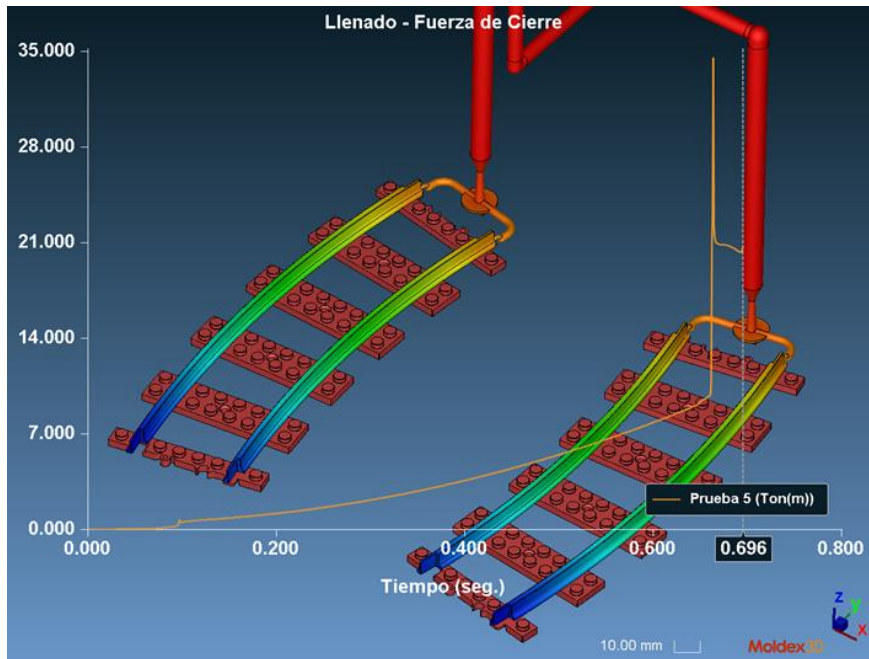


Figura 5-23. Gráfica de fuerza de cierre durante el llenado 2ª inyección

Una vez finalizado el llenado pasamos a la fase de compactación para dar más densidad a las piezas. Se realiza con una presión máxima mantenida de unos 48 Mpa.

- **Presión**

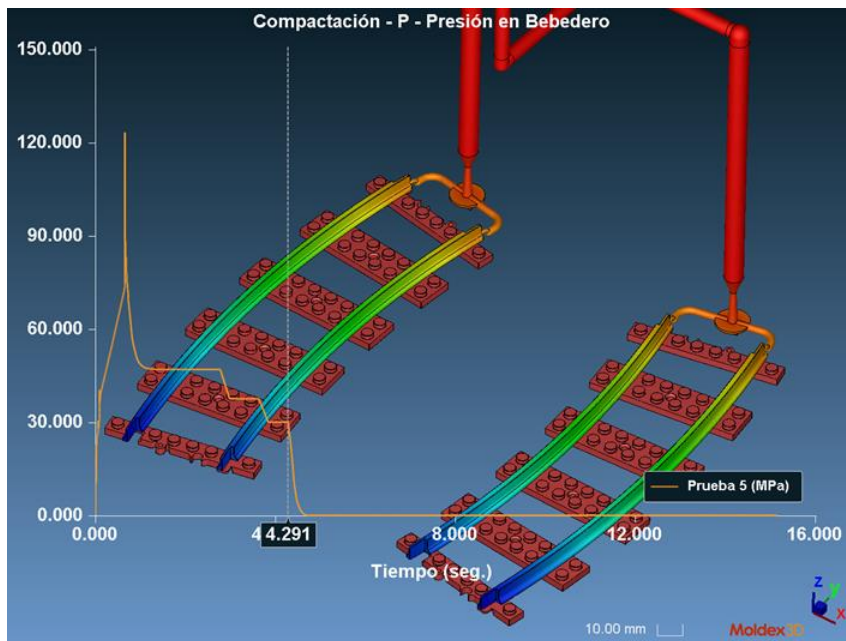


Figura 5-24. Gráfica de presión de compactación 2ª inyección

- **Fuerza de cierre**

La fuerza de cierre máxima alcanzada durante la compactación será de unas **30 toneladas**. Esta fuerza irá decayendo conforme se va reduciendo la presión hasta llegar a cero en el momento en que las entradas de material se solidifican y se corta el flujo.

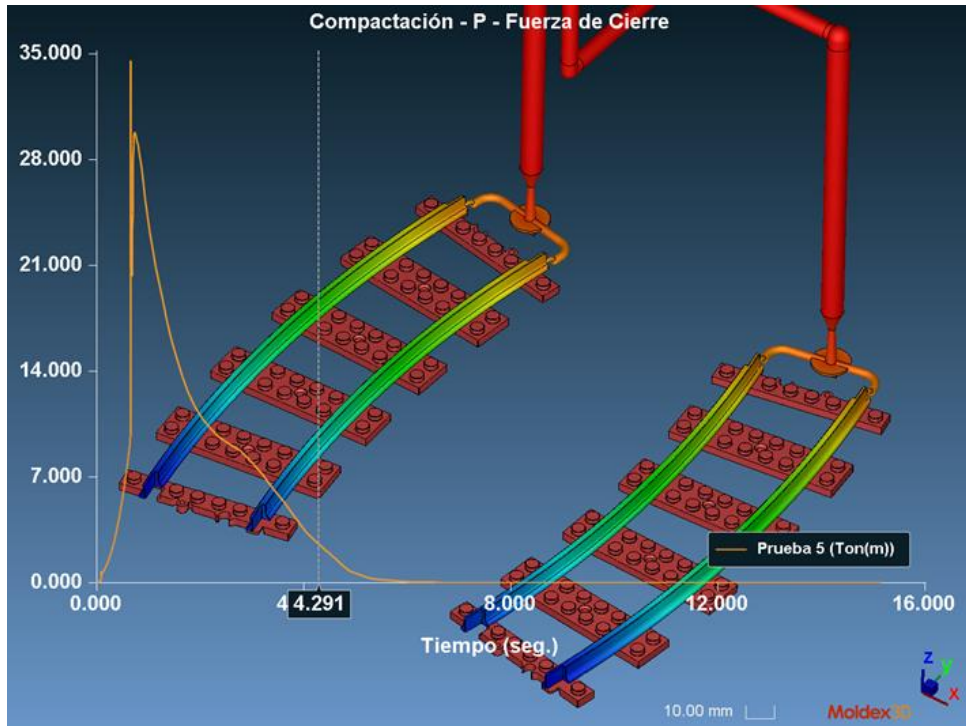


Figura 5-25. Fuerza de cierre durante la compactación 2ª inyección

- **Indicador de rechupe**

El indicador de rechupe arroja unos valores muy cercanos a cero, lo que quiere decir que la fase de compactación ha sido de alta calidad.

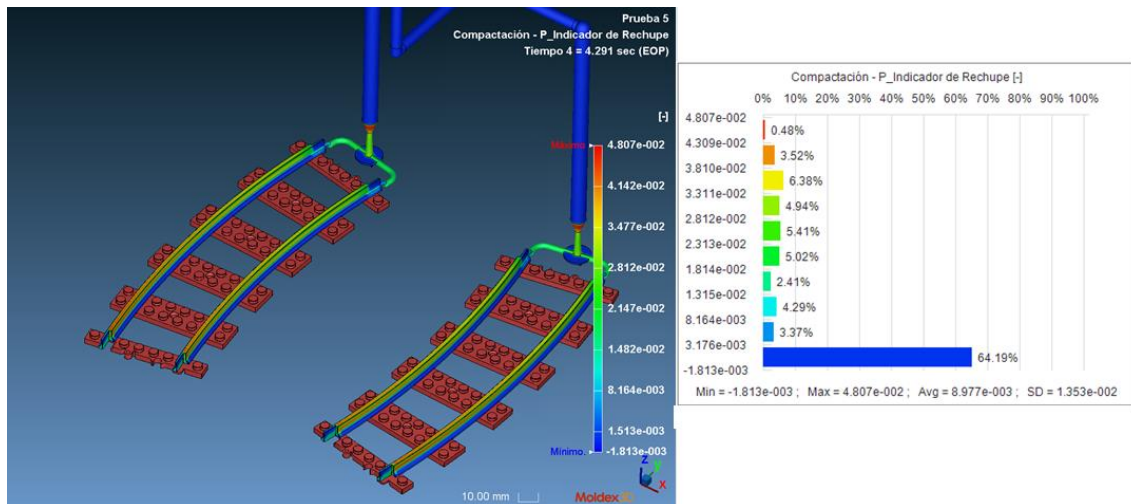


Figura 5-26. Indicador de rechupe 2ª inyección



- **Desplazamiento de rechupe**

El desplazamiento de rechupe, relacionado con la gráfica anterior, nos da los valores en mm de contracción que tendrá el material en las diferentes zonas. El resultado obtenido es de rechupes mínimos y por tanto de unas piezas con buena calidad.

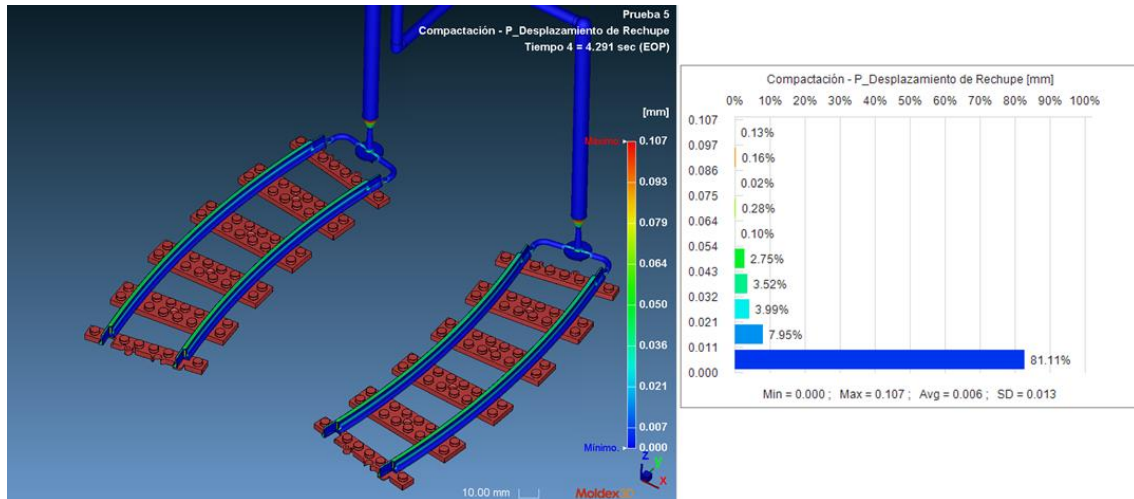


Figura 5-27. Desplazamiento de rechupe 2ª inyección

El resumen de la sobreinyección nos queda de la siguiente manera:

Nombre elemento	Datos elemento	Unidad
Tiempo Llenado actual	0.696	seg.
Temperatura Promedio del Frente de Fundido.	231.478	°C
Temperatura Frente Fundido Max.	238.638	°C
Presión Bebedero Max.	123.382	MPa
Max. Fuerza de Cierre	34.530	Ton(m)
Nombre elemento	Datos elemento	Unidad
Presión Bebedero Max.	123.382	MPa
Max. Fuerza de Cierre	34.530	Ton(m)
Tiempo Consolidación Entrada	0.907, 0.907, 0.907, 0.907	seg.

Tabla 5-4. Resumen de parámetros de 2ª inyección

El llenado de los raíles se produce en unos 0,7 segundos, más un tiempo de compactación hasta los 4,3 s. que en este caso no serán necesarios, pues las entradas solidifican a los 0,9 s. y ya no entraría más material. El tiempo de enfriamiento será similar al de la primera inyección, de 11 segundos. La máxima presión de inyección necesaria será de 123,4 Mpa. y una fuerza de cierre máxima de 34,5 toneladas.

## 5.4. Deformación

Una vez enfriadas por completo las piezas, el resultado de deformación teórico que obtenemos es el siguiente:

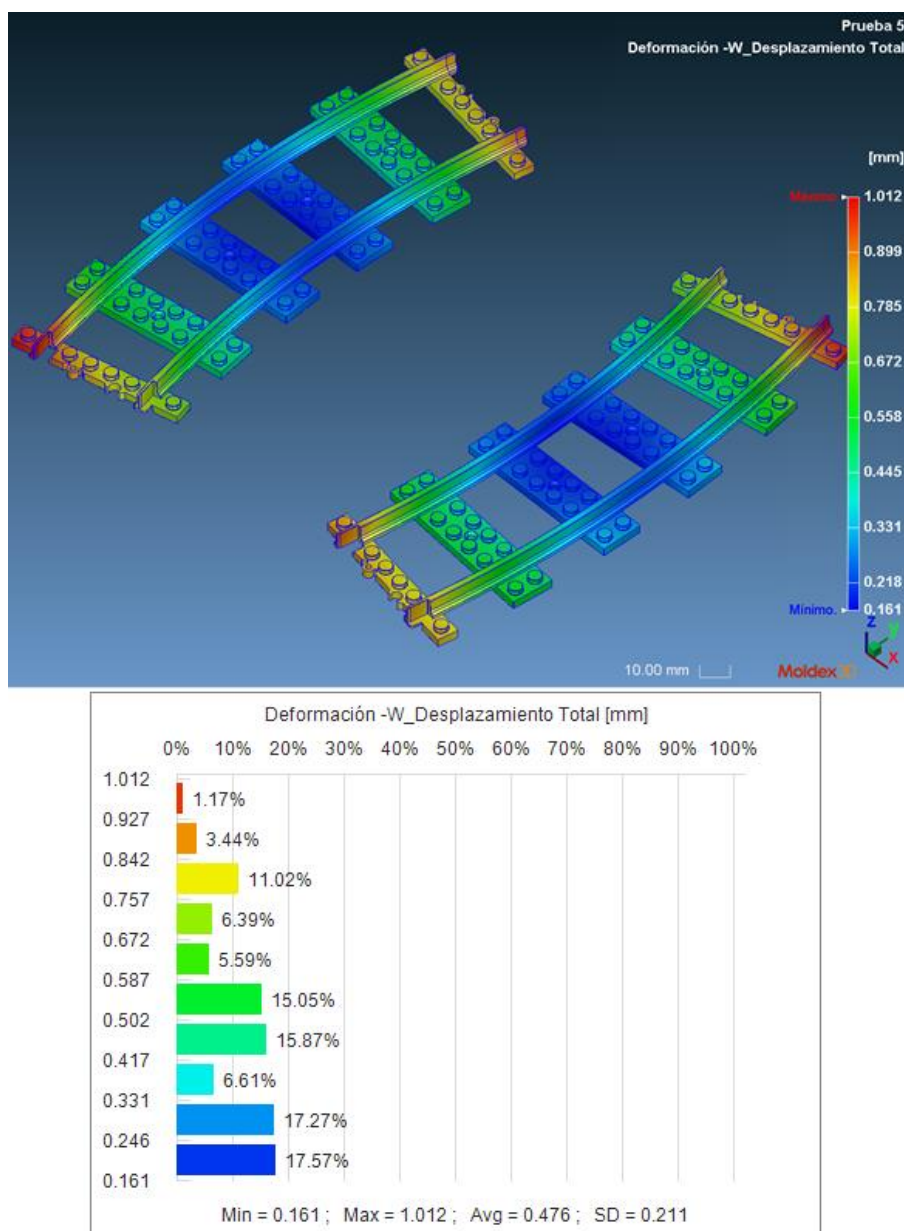


Figura 5-28. Gráfico de deformación total en piezas

La deformación máxima se producirá en los extremos de la pieza, con un valor de 1 mm aproximadamente. Este resultado es aceptable y similar a la deformación existente en las piezas con referencia 53400.

## 5.5. Ciclo de inyección

Al ser un molde giratorio en el que se realizan las dos inyecciones simultáneamente, el tiempo de enfriamiento hasta la apertura del molde deberá ser el mayor de los dos. En este caso el tiempo obtenido es muy similar. Vistas todas las fases y teniendo en cuenta los tiempos de expulsión y apertura, cierre y giro del molde, el ciclo de inyección durará en total unos 26,5 segundos quedando de la siguiente manera:

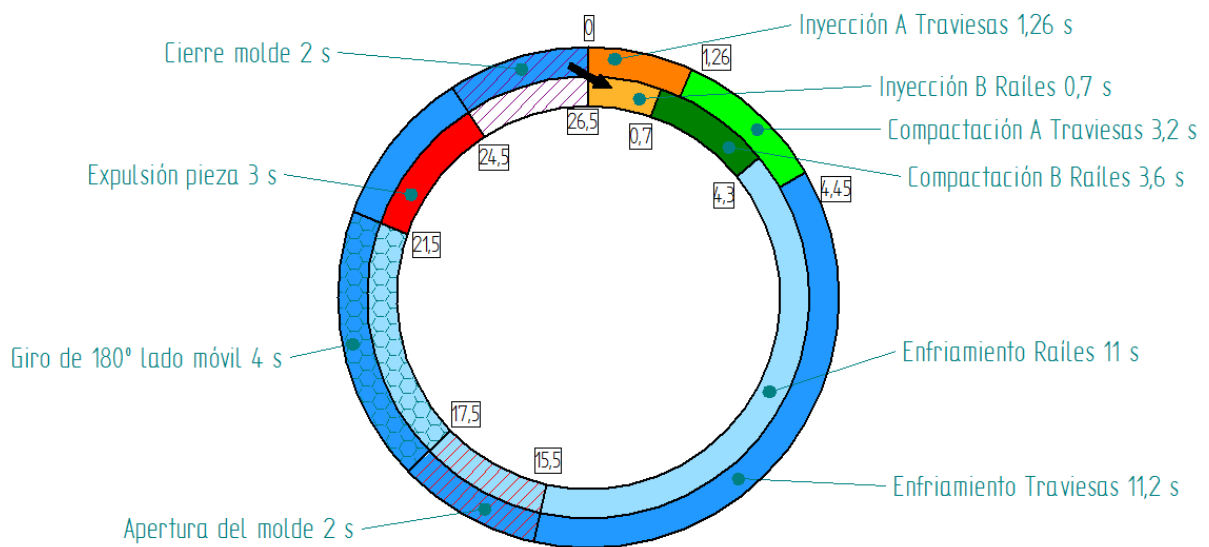


Figura 5-29. Gráfico del ciclo de inyección

Según el ciclo resultante, obtendremos una producción de unas **4,5 piezas por minuto**.

La fuerza de cierre total será la suma de la ejercida por las dos inyecciones quedando en unas **66,5 toneladas**. Como ya comentamos anteriormente, esta fuerza de cierre es de un valor muy bajo respecto al de la máquina en la que se usará, que será de varios cientos de toneladas.

Los estudios de inyección realizados con los programas de simulación sirven para obtener unos datos que se acercan altamente a la realidad, pero hay que tener en cuenta que no contemplan todas las variables que se generan en un proceso de inyección real. Una vez el molde esté en la fase de pruebas, estos parámetros se optimizarán pudiendo conseguir reducciones en el tiempo de ciclo.

## 6. DISEÑO DEL MOLDE

Tomando como referencia el diseño preliminar del molde y teniendo en cuenta los diferentes elementos que éste tendrá que incluir, llegamos a determinar las medidas definitivas. Un molde se puede diseñar con las medidas exactas que nos sean necesarias, pero será más caro por ser piezas especiales. Para evitar esto, utilizaremos placas estandarizadas de las **serie OS**. Esta estandarización permite la reducción de costes y la compatibilidad entre diferentes fabricantes del mundo del molde. ORYMO suministra placas estandarizadas de medidas desde **156x156 hasta 996x996 mm**. Nos serviremos de esta amplia gama para elegir la medida conveniente.

Será un molde de 2+2 cavidades, lo que supone tener que mecanizar 4 cavidades en las placas que formarán las figuras. Pero esto puede suponer un problema, ya que en caso de que una cavidad se deteriore por la producción o se dañe en un proceso de mantenimiento, accidente, etc., la reparación será complicada o incluso la sustitución por otra placa nueva supondrá un coste económico alto en materiales y tiempo. Es por ello que las figuras se mecanizarán en unas placas individuales llamadas “postizos de figura” y las placas de figura harán de portadoras de estos postizos. Con este sistema evitamos tener que cambiar una placa entera del molde en caso de deterioro de las cavidades.

De esta manera conseguimos las siguientes ventajas:

- **Placas de figura más económicas**, no es necesario crear una placa tan grande en un material que sea capaz de soportar las exigencias mecánicas que debe tener una cavidad (material más económico, más fácil de mecanizar, etc.)
- **Rápida intercambiabilidad y reparación**, en caso de deterioro de una cavidad, se sustituye el postizo afectado por otro de manera rápida y más económica, reduciendo mucho los tiempos improductivos de reparaciones.

Una vez analizados los puntos anteriores llegamos a la conclusión de que los postizos de figuras necesarios para reproducir las cavidades deberán ser de una medida de 250x140 mm, y de un espesor de 36 mm para alojar los circuitos de refrigeración.

Con la medida de los postizos elegidos y teniendo en cuenta los demás elementos como el guiado de placas, el sistema de expulsión hidráulico y el sistema de cámara caliente como aspectos más importantes para la elección de la medida, llegamos a la conclusión de que la serie más adecuada para nuestra necesidad será **446x696**.

Vamos al catálogo de ORYMO de la serie elegida.

2.092

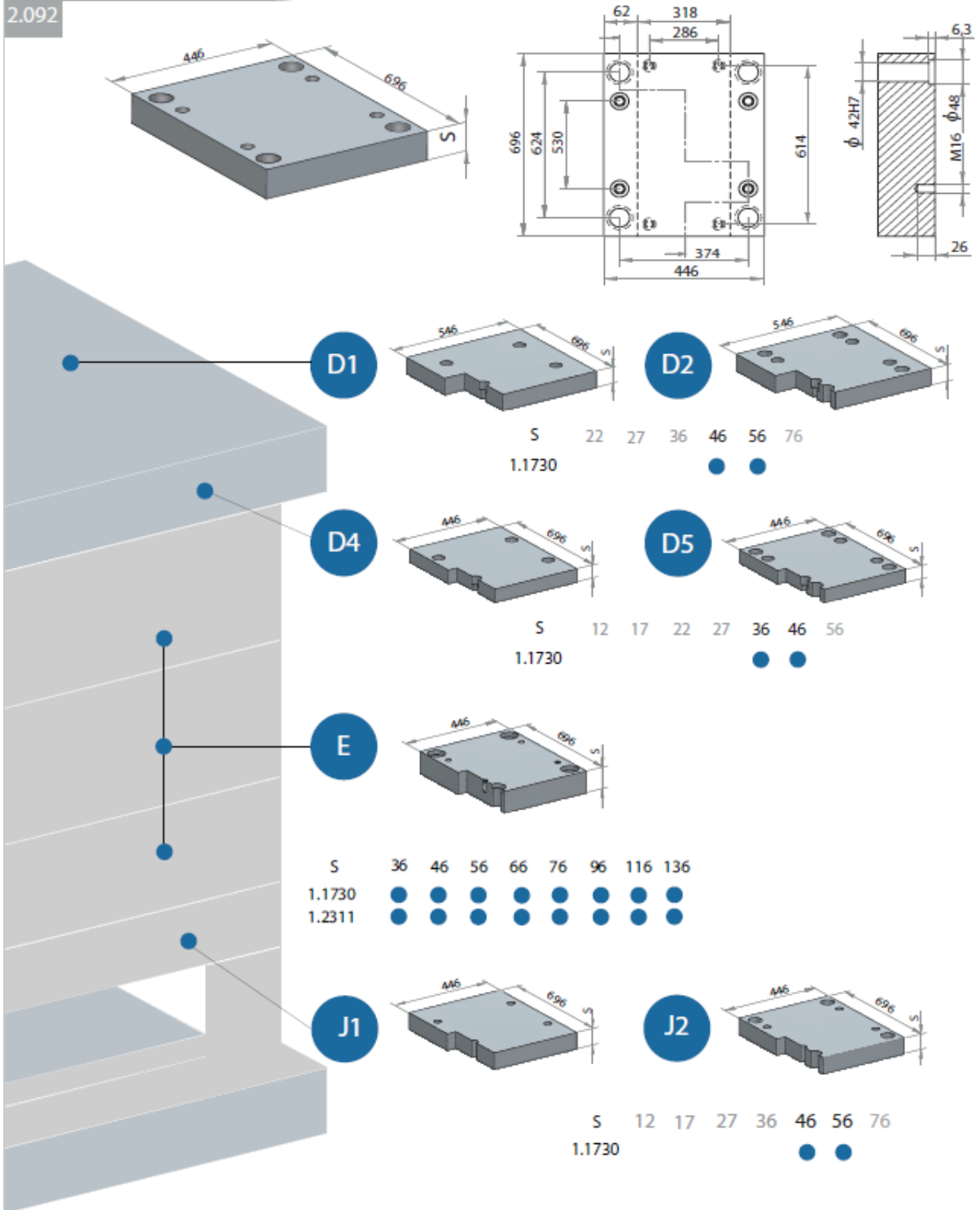
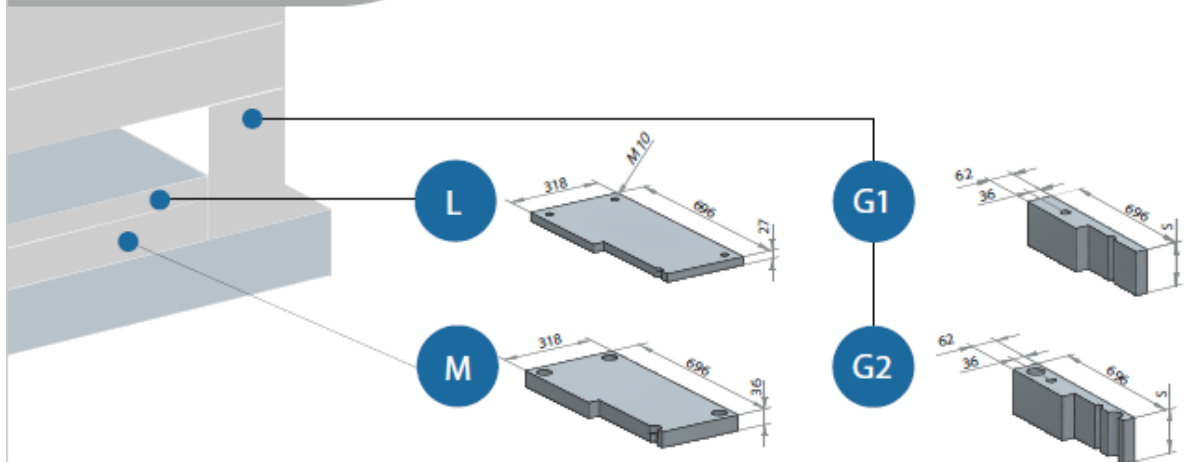
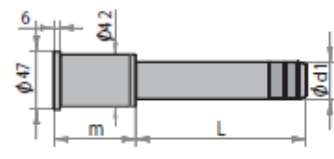


Figura 6-1. Catálogo ORYMO Serie 446x696 (1)

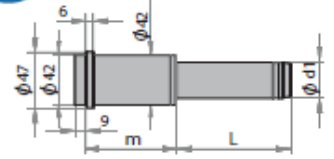


G1 G2 S 27 36 46 56 76 96 116 136 156  
1.1730 ● ● ● ●

**GCS**

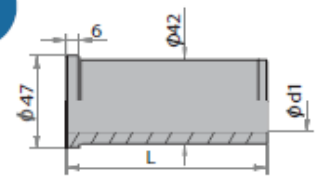


**GC2S**

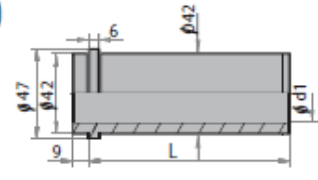


d1	m	L
35	36-46-56-66-76-96-116-136	
45	36-46-56-66-76-96-116-136	
55	46-56-66-76-96-116-136-156	
6	46-56-66-76-96-116-136-156	
95	56-66-76-96-116-136-156	
115	56-66-76-96-116-136-156	
135	76-96-116-136-156	

**CVS**



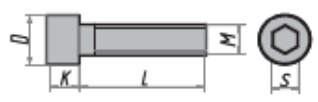
**CV2S**



d1 = 30 ó 32  
L = 26-35-45-55-65-75-95-115

**CSS**

DIN912-12.9



L = 60-80-100-120-140-160-180-200

M	K	D	S	M	K	D	S
16	16	24	14	10	10	16	8
L				50			
40-45-50-55-60-65-70-75-80-90-100-110-120-130-140-150-160-170-180-200-220-240-300							

Otras dimensiones ver página de 2.1 a 2.6

Figura 6-2. Catálogo ORYMO Serie 446x696 (2)

Las placas necesarias serán las siguientes:

- Para las dos placas de embride o amarre, del **tipo D**, elegiremos la medida **496x696x46**.
- Las dos placas de figura y la placa que alojará el sistema de cámara caliente serán placas **tipo E**, de espesores **76,96 y 116 mm**.
- Los regles o espaciadores G, se harán especiales, de medida **446x62 y 76 mm** de espesor y serán tres en total.
- Las placas de expulsión también se harán especiales, serán de **250x420 mm de 17 mm** de espesor para las placas L y **22 mm** para las placas M. Dos de cada tipo en total.
- Los ocho postizos también se harán de placas especiales, con medidas de **250x140x46 mm**.

En cuanto al guiado y la tornillería, utilizaremos los elementos indicados en la hoja de la serie.

En el catálogo disponemos también de diferentes configuraciones que se usan normalmente.

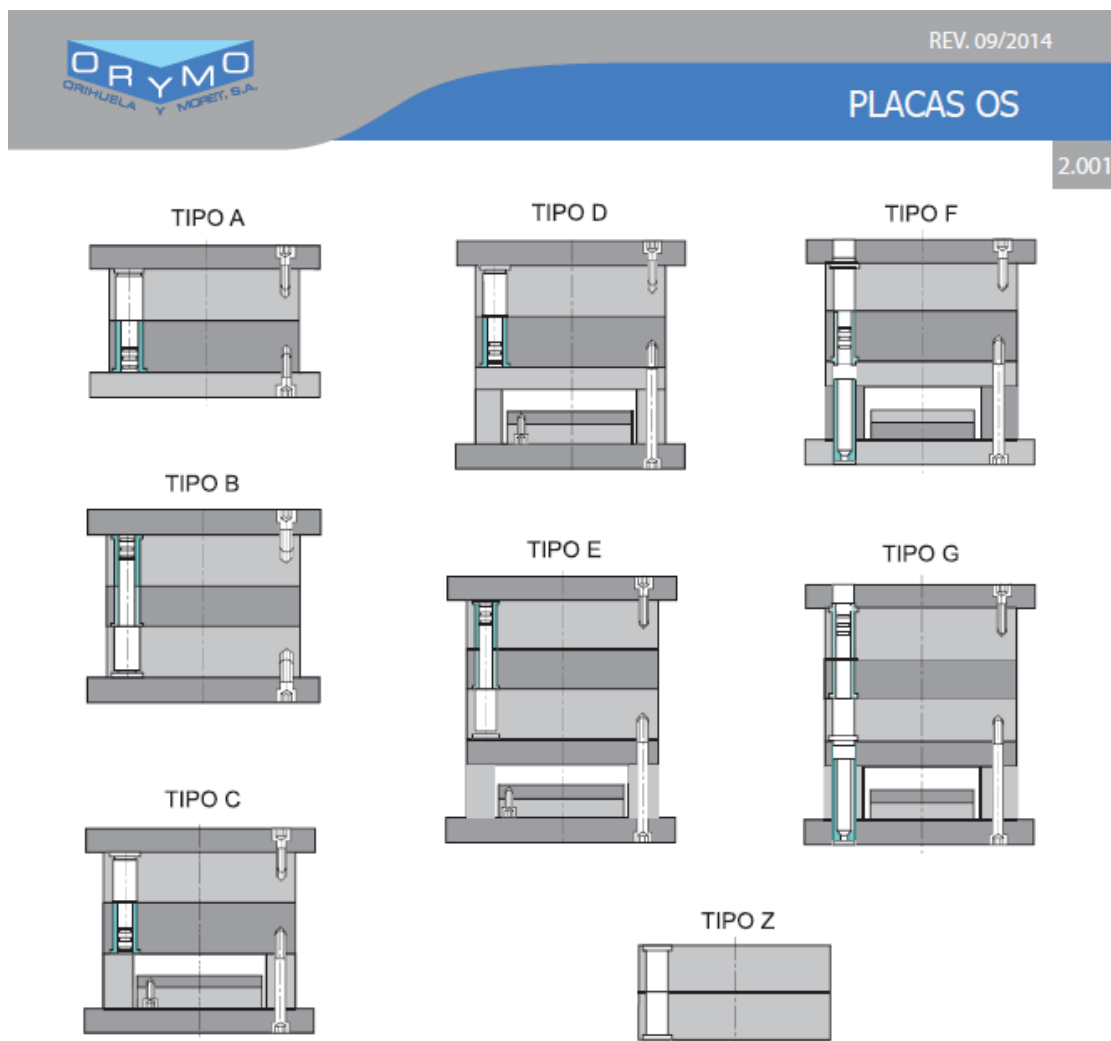


Figura 6-3. Ejemplos de moldes de diferentes combinaciones



## 6.1. Materiales

El material más común para la fabricación de placas para moldes es el **acero 1730**. Cuando existen zonas donde se requiere mayor resistencia mecánica, resistencias a la corrosión, resistencia a aditivos químicos, etc., se utilizan otros aceros **como 2311, 2312, 2738, 2085...** e incluso aluminios.

Para las placas de amarre, figura, portacámara, reglas y expulsoras elegimos un acero según norma UNE 1.1730. Es un acero económico, de baja aleación de carbono y con una excelente maquinabilidad. Tiene una resistencia a la tracción de unos 650 N/mm<sup>2</sup> aproximadamente, lo que para las exigencias de éstas placas será suficiente (a excepción de un punto en placas de embride y portacámara que comentaremos más adelante).

1730							
Composición química/ Chemical composition							
Material	%C	%Mn	%Si	%Cr	%V	%Mo	%Ni
1.1730	0,45	0,7	0,3				
Propiedades / Steel properties							
Templabilidad limitada, temple superficial, núcleo tenaz. Water-hardening steel, hard surface, tough core.							
Aplicaciones/ Applications							
Suplementos para herramientas, por ejemplo grandes placas para moldes de materias plásticas y de fundición a presión, se suministra a una resistencia de 650 N/mm <sup>2</sup> , herramientas manuales, de cirugía, tenazas. Components for tools, e.g. base plates for plastics moulds and pressure casting dies, hardness in as-supplied conditions approx. 180 HB. Also suitable for hand tools, pilers and agricultural tools of all kinds.							
Tratamiento térmico/ Heat treatment							
Recocido blando °C Soft annealing °C		Enfriamiento Cooling			Dureza HB Hardness HB		
680-710		En horno Furnace			max. 190		
Temple de °C Hardening from °C		en in		Dureza después del temple HRC Hardness HRC			
800-830		agua water		max. 57			
Revenido/ Tempering							
°C	100	200	300	350			
HRC	57	54	49	42			

Tabla 6-1. Composición y propiedades Acero 1730

Los postizos de las cavidades, al ser los que conformarán las piezas, soportarán la entrada del material plástico fundido a altas temperaturas y presiones. Deben enfriar éste material rápidamente y ser resistentes a los gases que expulsan los polímeros por la alta temperatura. Elegimos un acero **2344 templado**. Este material tiene una resistencia a la tracción mucho mayor que el 1730, de alrededor de 1900 N/mm<sup>2</sup> para resistir la presión de inyección. Tiene buena conductividad térmica para refrigerar las cavidades. Alta resistencia al desgaste y al choque térmico lo que nos garantizará una larga vida de los postizos. Por contra, tiene una peor maquinabilidad, lo que lo hace más costoso de mecanizar.

2344

**Composición química/ Chemical composition**

Material	%C	%Mn	%Si	%Cr	%V	%Mo	%Ni	%S
1.2344	0,40	0,30	1,0	5,3	1,0	1,4		0,005

**Propiedades / Steel properties**

Acero de alta tenacidad y resistencia en caliente, buena conductividad térmica, insensible a la formación de grietas por calor.

*High hot-wear resistance, high hot tensile strength and toughness. Good thermal conductivity and insusceptibility to hot cracking.*

**Aplicaciones/ Applications**

Acero de trabajo en caliente de utilización universal: inyección y extrusión de metales ligeros, matrices de estampación, postizos, husillos y cilindros para la elaboración de materias plásticas.

*Hot-work tool steel for universal use. Pressure casting dies and metal extrusion tools for processing light metals, forging dies, moulds, screws and barrels for plastic processing.*

**Tratamiento térmico/ Heat treatment**

Recocido blando °C <i>Soft annealing °C</i>	Enfriamiento <i>Cooling</i>	Dureza HB <i>Hardness HB</i>
750-800	En horno <i>Furnace</i>	max. 230

Temple de °C <i>Hardening from °C</i>	en <i>in</i>	Dureza después del temple HRC <i>Hardness HRC</i>	
1020-1050	aceite o baño caliente de 500°-550°C <i>oil or hot bath 500°-550°C</i>	HRC 54	N/mm2 1910

**Revenido/ Tempering**

°C	100	200	300	400	500	550	600	650	700
HRC	53	52	52	54	56	54	50	42	32
N/mm2	1850	1790	1790	1910	2050	1910	1670	1330	1020

Tabla 6-2. Composición y propiedades Acero 2344

## 6.2. Diseño del lado fijo

La parte o mitad fija del molde, como su propio nombre indica, permanecerá quieta en la máquina de inyección. Esta parte no tiene ninguna pieza móvil y será la encargada de llevar el material fundido desde la boquilla de la máquina de inyección hasta las cavidades. Sus funciones principales serán alojar el sistema de cámara caliente y conformar la parte hembra de las piezas. Estará formada principalmente por la placa de embride fija, la placa portacámara, la placa figura con sus 4 postizos, el sistema de cámara caliente y otros accesorios que veremos a continuación. Todos los planos de fabricación de las placas se encuentran en el **ANEXO I: Planos, apartado 10.4 - Planos de fabricación de placas.**

### 6.2.1. Placa de embride fija

La principal función de la placa de embride fija será la de sujetar toda la parte fija y anclarla al plato de máquina mediante bridas.

DENOMINACIÓN	Placa Embride Fija D1.53405
MEDIDAS (mm)	496x696x46
MATERIAL	1.1730
PESO APROXIMADO (con accesorios)	114 Kg

Tabla 6-3. Características Placa Embride Fija D1

Otras funciones y mecanizados que llevará esta placa serán:

1. Alojamiento para **discos centradores**. Estos discos sirven para centrar el molde a la hora de colocarlo en la máquina y proteger el bebedero o en este caso la boquilla de acceso a la cámara caliente. Son mecanizados de  $\varnothing 120$  y  $\varnothing 100$  mm con profundidad 10 mm y agujeros pasantes de  $\varnothing 55$  mm. Los discos se amarrarán en roscas de M8x18 mm.
2. Alojamiento para valonas de tornillos M16. Estos tornillos anclarán la placa de figura a ésta.
3. Alojamiento para valonas de tornillos M16. Estos tornillos anclarán la placa portacámara a ésta, sujetando todo el sistema de cámara caliente en su sitio mediante presión.
4. Roscas de M6x10 mm. Estas roscas alojarán los tornillos que sujetarán la placa aislante.

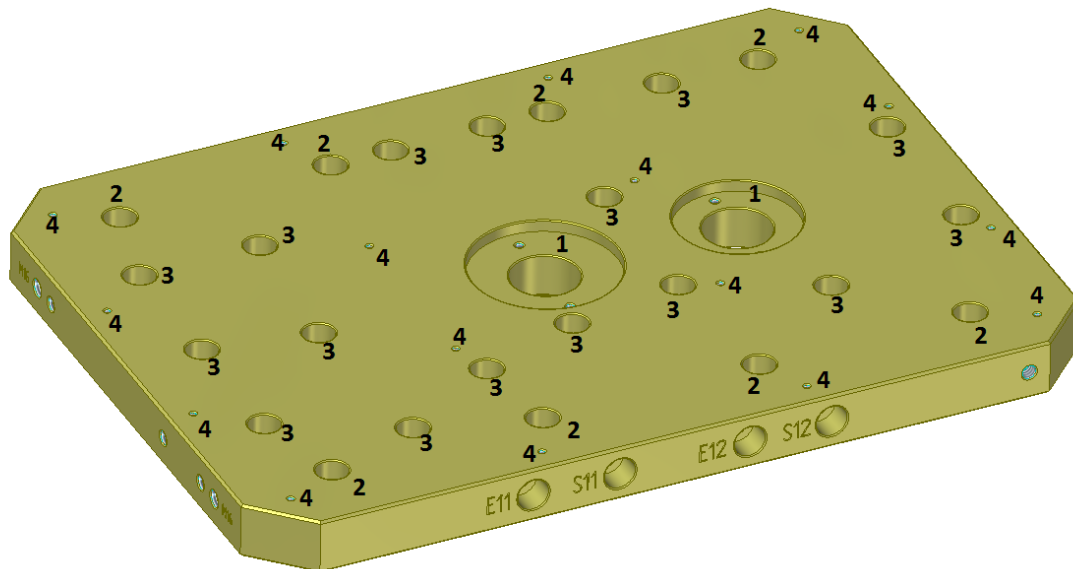


Figura 6-4. Placa Embride Fija D1 (lado superior)

5. M16 para cáncamos. En las caras superior e inferior que servirán para elevar la placa para su manipulación.
6. Alojamiento para casquillos de guiado. De  $\varnothing 42$  mm H7 y 10 mm de profundidad.
7. Mecanizados en esquinas. Al ser un molde con parte móvil rotativa, se realiza un mecanizado en las esquinas para reducir el diámetro de giro.
8. Refrigeraciones. Debido a que este molde alojará un sistema de cámara caliente, ORYMO recomienda refrigerar las zonas próximas a ésta para controlar mejor la temperatura y evitar el sobrecalentamiento de las placas. Para ello se realizan 2 circuitos de refrigeración a  $\varnothing 8$  mm y con tapones de  $\frac{1}{4}$ " GAS y conectores rápidos DME N914A.
9. Soportes para cámara caliente. Estos soportes servirán de apoyo para la cámara, los comentaremos más adelante.

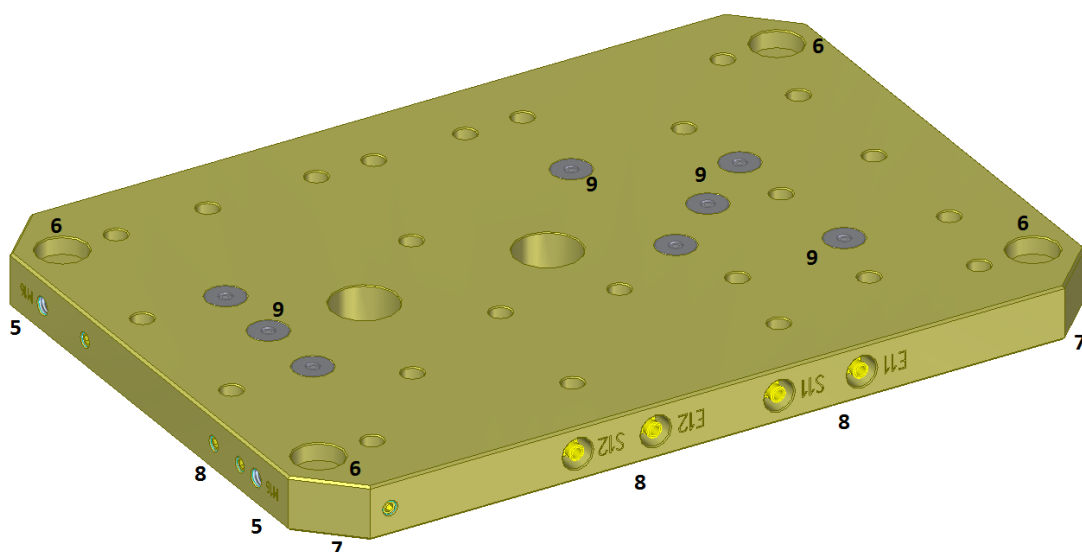


Figura 6-5. Placa Embride Fija D1 (lado inferior)

Los circuitos de refrigeración serán el nº 11 y el nº 12. Estos circuitos llevarán unos tapones intermedios con junta tórica que pueden bloquear canales a la profundidad necesaria. Los recorridos de los circuitos serán los siguientes:

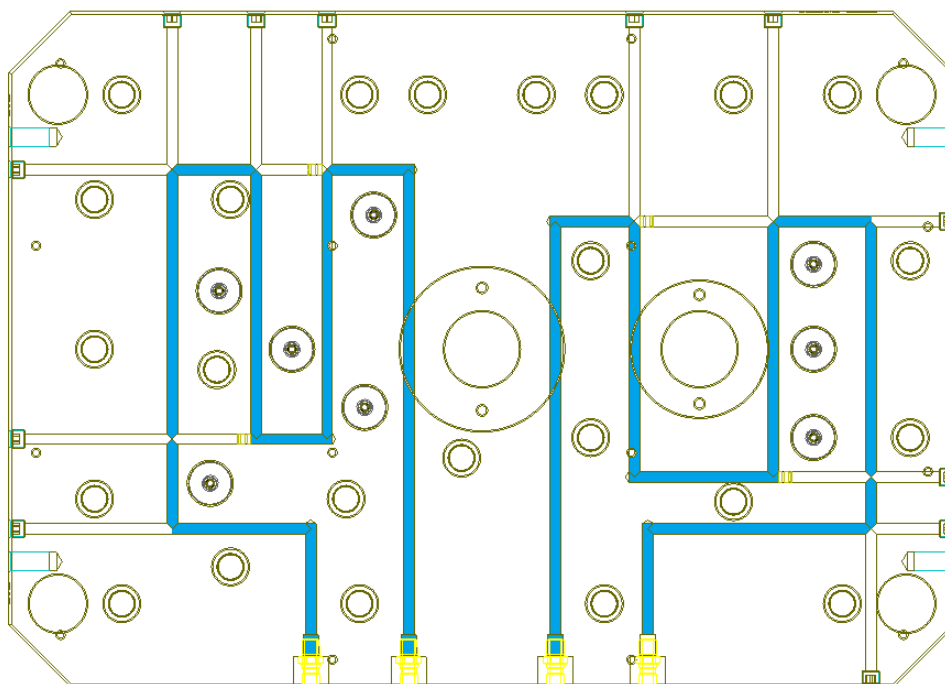


Figura 6-6. Recorrido de circuitos de refrigeración Placa Embride Fija D1

Referencia de accesorio	Cantidad
Conector refrigeración DME N914 A	4
Tapón ¼" GAS	12
Tapón interior con junta tórica Ø8 mm	4
Soporte de tope Ø32x15 + M6x20	8

Tabla 6-4. Accesorios Placa Embride Fija D1

### 6.2.2. Placa portacámara

La placa portacámara será la placa intermedia entre la de embride y la de figura, encargada de crear un espacio dónde se alojará el sistema de cámara caliente. Será la más grande y pesada del molde con un espesor de 116 mm.

DENOMINACIÓN	Placa Portacámara E1.53405
MEDIDAS (mm)	446x696x116
MATERIAL	1.1730
PESO APROXIMADO (con accesorios)	201,4 Kg

Tabla 6-5. Características Placa Portacámara E1

Mecanizados y accesorios:

1. Alojamiento para cámara caliente. Se realiza un vaciado que permite colocar el sistema sin que colisione ningún elemento. Este vaciado es recomendable que sea lo más ajustado posible, pues si se hace excesivamente grande la placa puede quedar muy debilitada y sufrir flexiones debido a las altas fuerzas de cierre a las que se somete el molde. Como curiosidad, sólo en este vaciado se le restan a la placa unos 72 kg de acero.
2. Orificios pasantes para tornillos M16. Estos orificios permiten a los tornillos pasar desde la placa de embride hasta la de figura para sujetar todo el conjunto.
3. Roscas M16. En ellas roscarán los tornillos M16 que sujetarán la placa de embride a la portacámara, fijando la cámara perfectamente en su sitio.
4. M20 y M24 para cáncamos. Se realizan unas roscas a M20 para elevación y manipulación de la placa esta vez en los laterales, debido a que en la parte superior e inferior no es posible. Se realiza una rosca M24 en el centro de placa para la elevación del molde una vez terminado.
5. Alojamientos pasantes  $\varnothing 42$  H7. Para casquillos y guías.
6. Mecanizado en esquinas. Para reducir tamaño, se realizan también unos pequeños mecanizados en la parte superior e inferior para facilitar el desmontaje de placas con herramientas en caso de que estas queden pegadas, haya gripaje de guías, etc.
7. Alojamiento para placa identificativa. Se realiza un pequeño rebaje para colocar una placa identificativa que incluirá información del sistema de cámara caliente.
8. Soportes para topes. Soportes para apoyar el sistema de C.C., en este caso tenemos también soportes para los topes que centrarán el sistema y para los que evitarán que gire.
9. Circuitos de refrigeración similares a los de la placa de embride.

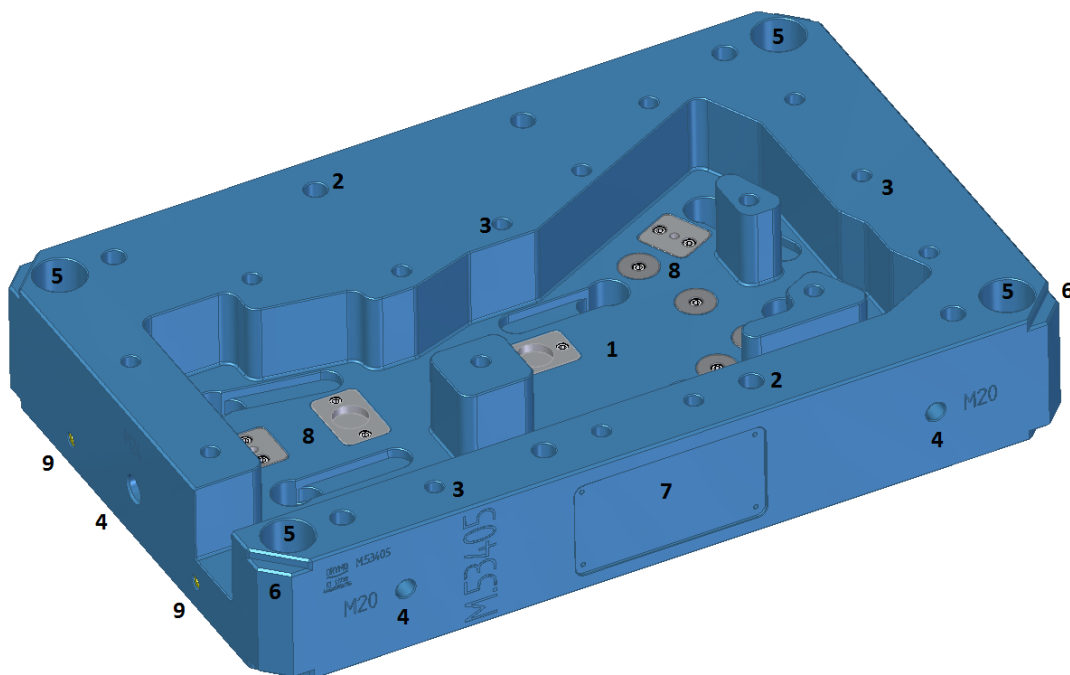


Figura 6-7. Placa Portacámara E1

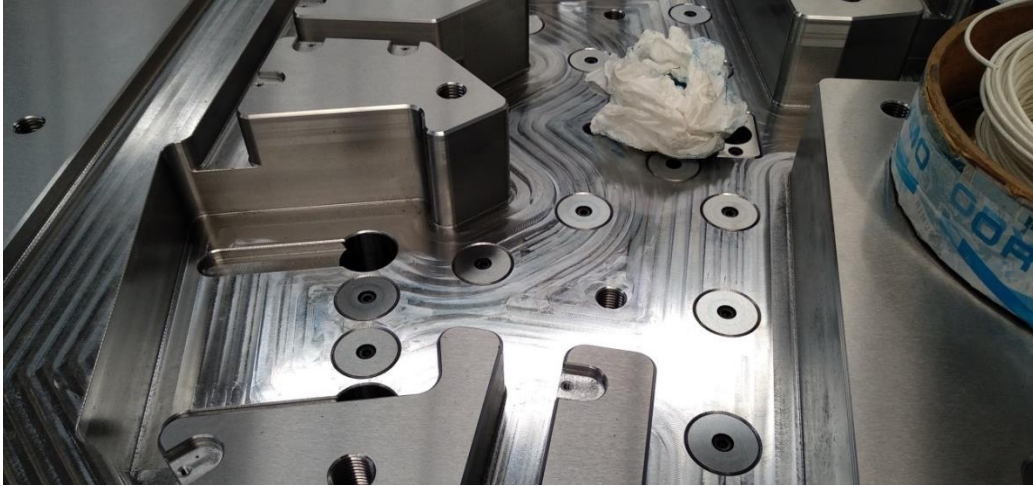


Figura 6-8. Ejemplo de placa portacámara con soportes instalados

Los circuitos de refrigeración de esta placa cumplirán la misma función que en la anterior, evitar el sobrecalentamiento del molde debido al calor generado por el sistema de C.C. Los circuitos en este caso serán el nº 9 y nº 10 y sus recorridos serán los siguientes:

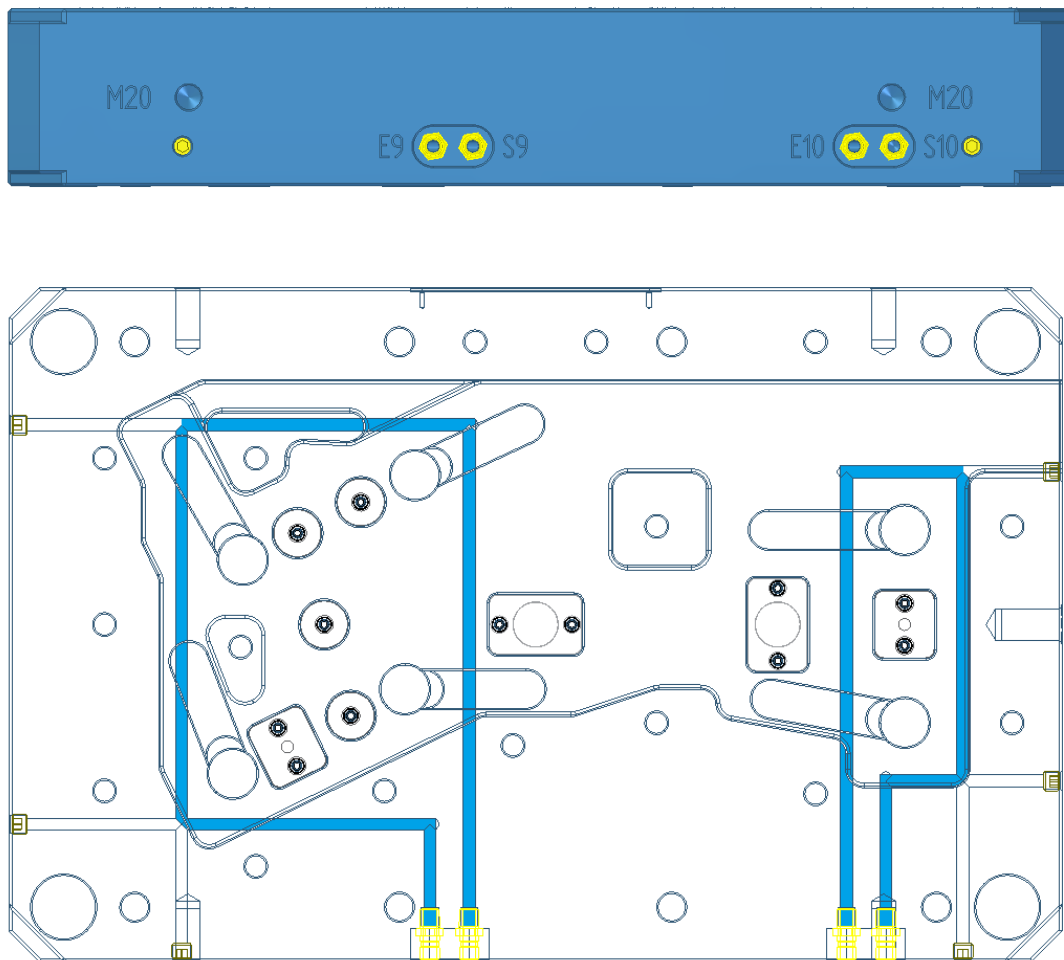


Figura 6-9. Detalle de los circuitos de refrigeración en Placa Portacámara E1



Referencia de accesorio	Cantidad
Conector refrigeración DME N914 A	4
Tapón ¼" GAS	6
Soporte de tope Ø32x15 + M6x20	4
Soporte de tope campana + 2xM6x20	2
Soporte de tope antigiro +2xM6x20	2

Tabla 6-6. Accesorios Placa Portacámara E1

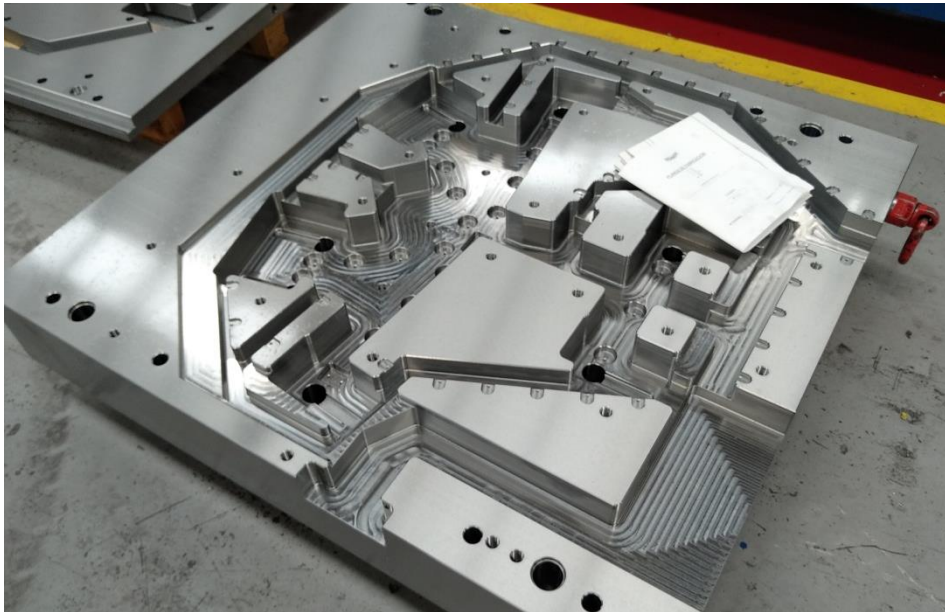


Figura 6-10. Ejemplo de placa portacámara terminada

### 6.2.3. Placa de figura fija

Esta placa será de espesor 76 mm e irá amarrada a la placa de embride mediante 8 tornillos de M16x180 mm. En ella irán instalados los 4 postizos de figura que formarán las piezas.

DENOMINACIÓN	Placa de figura fija E2.53405
MEDIDAS (mm)	446x696x76
MATERIAL	1.1730
PESO APROXIMADO (con accesorios)	137,15 Kg

Tabla 6-7. Características Placa Figura Fija E2

Los mecanizados y accesorios que llevará serán los siguientes:

1. Vaciados para los postizos de figura. En estos vaciados se alojarán los postizos en parejas. Tienen una profundidad de 36 mm.
2. Alojamiento para guías Ø42 H7.

3. Esquinas mecanizadas, con rebaje para desmontajes.
4. Roscas de M16 para elevación.
5. Centraores. Estos elementos centrarán el molde perfectamente cuando cierre. En este lado encontramos la parte hembra y en el contrario la parte macho. Hay que tener en cuenta que irán posicionados simétricamente y con alta precisión con respecto a la horizontal del molde, ya que cuando éste gire deben encajar igual de bien intercambiando los machos.
6. Cierres de seguridad. Estos elementos mantendrán el molde cerrado en operaciones de montaje y desmontaje en máquina, traslados, reparaciones, etc., evitando así posibles accidentes. Es muy importante recordar abrirlos una vez el molde esté montado en máquina.

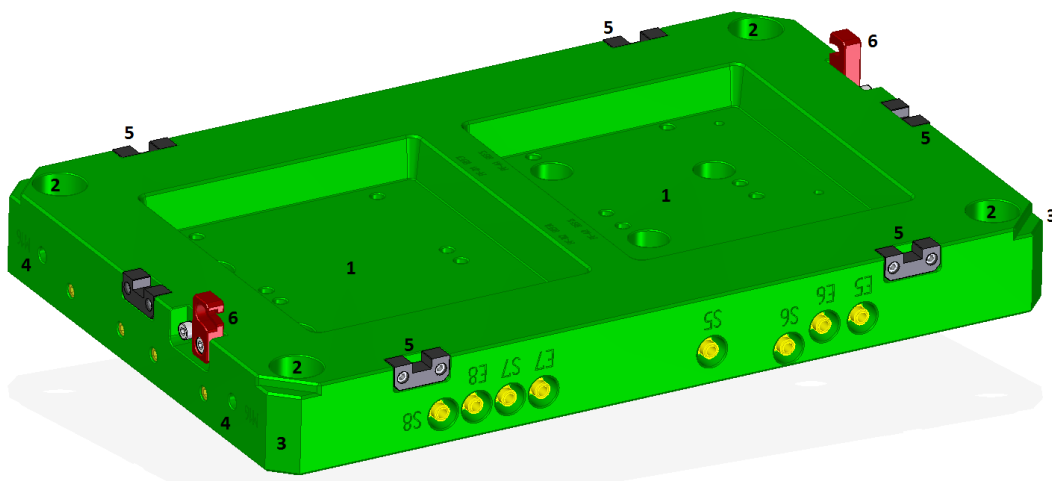


Figura 6-11. Placa Figura Fija (lado superior)

7. Roscas para M16 de amarre.
8. Alojamientos con valona para tornillos de M10. Cuatro de estos tornillos sujetarán cada postizo de cavidad desde la zona opuesta de la placa.
9. Agujeros pasantes de  $\varnothing 32$  para las boquillas de la C.C.
10. Sistema de refrigeración. En este caso, los circuitos se encargarán de llevar la refrigeración desde el lateral de la placa hasta el vaciado para los postizos.

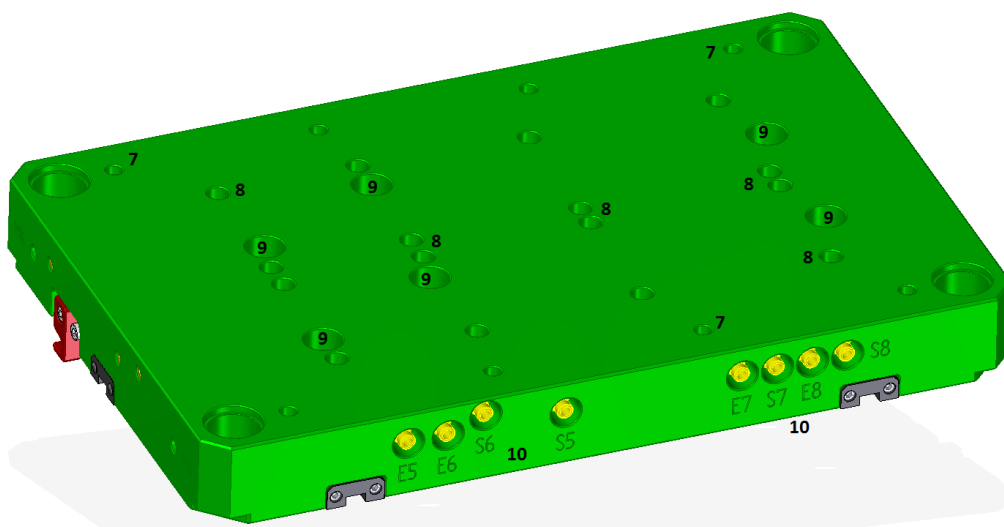


Figura 6-12. Placa Figura Fija (lado inferior)

Tendremos los **circuitos nº 5, 6,7 y 8** también de  $\varnothing 8$  mm y sus recorridos serán los siguientes hasta comunicar cada uno con su postizo de figura correspondiente:

- Circuito 5 – Postizo fijo A2
- Circuito 6 – Postizo fijo A1
- Circuito 7 – Postizo fijo B1
- Circuito 8 – Postizo fijo B2

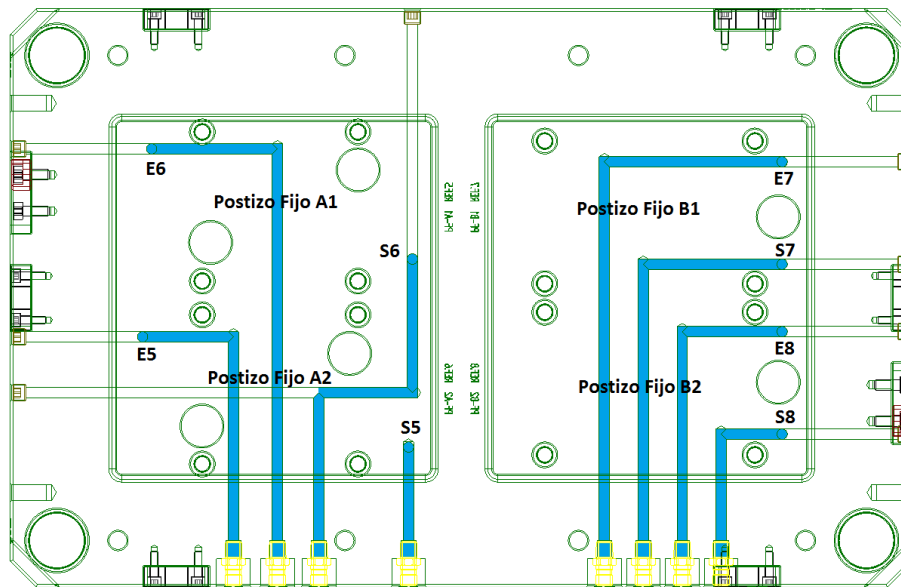


Figura 6-13. Detalle de los circuitos de refrigeración en Placa Figura Fija E2

Referencia de accesorio	Cantidad
Conector refrigeración DME N914 A	8
Tapón 1/4" GAS	8
Centrador hembra 50 mm + 2xM6x20	6
Cierre molde 52 mm +2xM8x20	2

Tabla 6-8. Accesorios Placa Figura Fija E2



Figura 6-14. Ejemplo de placa similar a la diseñada

#### 6.2.4. Postizos Fijos A1 y A2

Estos postizos serán los encargados de formar la mitad superior de la primera parte de la pieza. Para su fabricación se partirá de unas placas de acero 2344 templado de 46 mm de espesor.

DENOMINACIÓN	PF-A1 y PF-A2
MEDIDAS (mm)	250x140x46
MATERIAL	1.2344T
PESO APROXIMADO (con accesorios)	9,1 Kg

Tabla 6-9. Características Postizos Fijos A1 y A2

Estas placas serán las encargadas de recibir el material fundido y enfriarlo mediante el circuito de refrigeración. Los elementos más importantes que llevarán estos postizos serán el mecanizado de la cavidad, el circuito de refrigeración, los alineadores y los alojamientos para las boquillas de inyección de la. Las caras laterales tendrán un ángulo de 5° con respecto a la vertical para que se ubiquen perfectamente en su posición al instalarlos.

Para realizar el mecanizado de cavidad que formará la pieza, el método elegido será la electroerosión. Este sistema consiste en la generación de un arco eléctrico entre un electrodo con la forma de la cavidad y la zona que queremos mecanizar en un medio dieléctrico. De esta manera arrancaremos partículas de material en el postizo hasta conseguir la reproducción del electrodo. Para ello será necesario crear estos electrodos con las formas de las piezas, que suelen ser de cobre electrolítico 2.0060, muy empleado en la fabricación de estas herramientas. Se elige este sistema por la dureza del material del postizo, que hace más complicado el mecanizado por otros métodos y por el buen acabado que deja. Las caras que formen la cavidad deberán tener un acabado pulido a espejo.

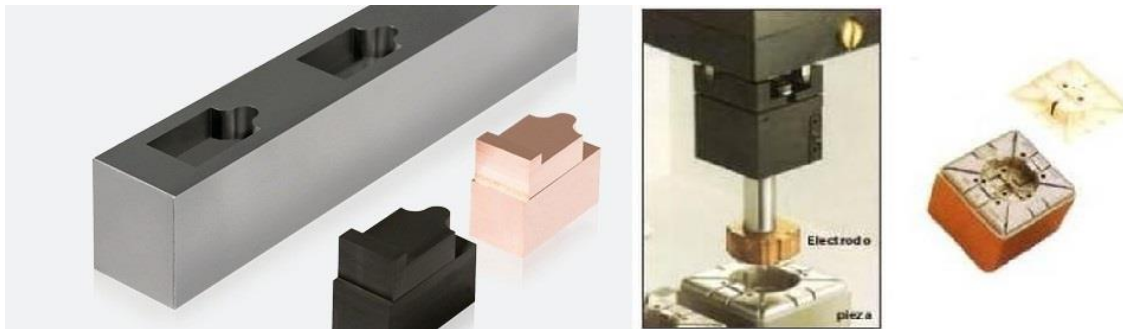


Figura 6-15. Detalle de sistemas de electroerosión

La refrigeración de los postizos es muy importante para que el molde funcione correctamente. Ésta debe enfriar la cavidad de manera homogénea y lo más rápido posible, pues así se reducirá el tiempo de ciclo aumentando la producción. Una cavidad mal refrigerada puede generar piezas con defectos y deformaciones. La zona del punto de inyección también debe estar correctamente refrigerada para que las boquillas realicen un buen corte entre el material solidificado y el que aún está en estado plástico sin generar hilos.

Los circuitos serán de  $\varnothing 8$  mm, lo que será suficiente para la masa de fundido a enfriar. Todo el circuito se encontrará en un mismo plano debido a la geometría de la cavidad y dicho plano se encontrará a una distancia de 20 mm según la Figura 6-16. “Diseño para refrigeración”:

$$C = 2.5 * 8 = 20 \text{ mm}$$

La separación entre líneas deberá ser:

$$B = 3 * 8 = 24 \text{ mm máx.}$$

Pero esta separación depende del espacio disponible, lo que en algunos casos no será posible cumplir.

Lo ideal es generar un flujo de refrigerante con régimen turbulento y conseguir un área de canales suficiente. El salto térmico entre la entrada y la salida del refrigerante debe ser de entre  $2^\circ$  y  $3^\circ\text{C}$  y la diferencia entre éste y el metal entre unos  $2^\circ$  a  $5^\circ\text{C}$ .

Mecanizados y accesorios de la placa:

1. Mecanizado de cavidad mediante electroerosión.
2. Alineadores mecanizados. Estos alineadores se crearán con el propio mecanizado de la placa. Tienen un ángulo de  $5^\circ$  y una altura de 10 mm y asegurarán que las cavidades macho y hembra se alineen perfectamente evitando así generar defectos en las piezas.
3. Ángulos laterales. Estos ángulos de  $5^\circ$  centrarán perfectamente los postizos en su posición en la placa de figura como hemos comentado anteriormente.

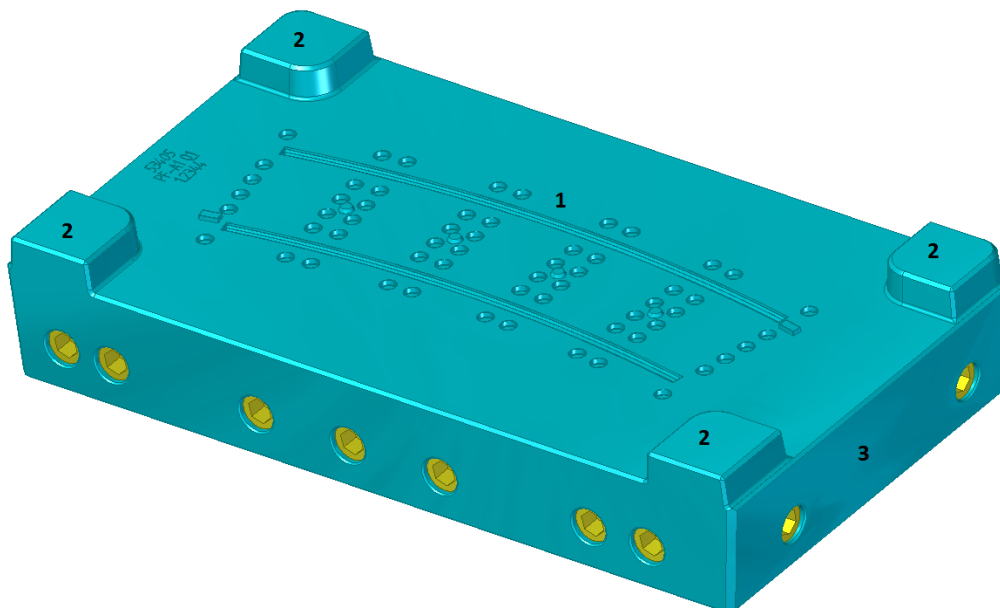


Figura 6-17. Postizo Fijo A (lado superior)

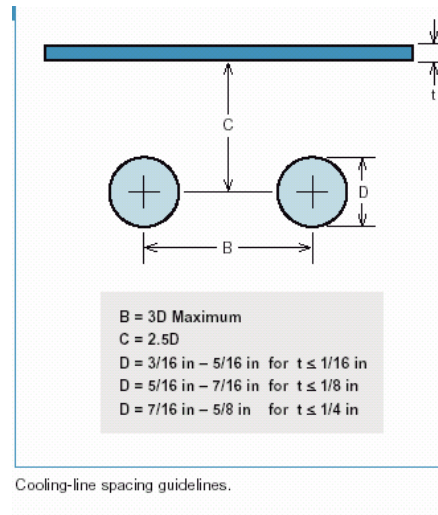


Figura 6-16. Diseño de canales de refrigeración

4. Roscas para M10 de amarre. Los postizos se sujetarán a la placa figura fija mediante 4 tornillos de M10x45 mm.
5. Alojamiento para las boquillas. En estos puntos irán alojadas las boquillas. Debe respetarse la geometría indicada en los planos para que la inyección, en este caso directa a pieza, se realice correctamente. El diámetro de paso será de 1,4 mm.
6. Circuito de refrigeración. En estos postizos, aparte de los tapones vistos hasta ahora, tendremos también **2 juntas tóricas** estándar de **12,5x2 mm** de goma. Su diámetro de 2 mm y el alojamiento de 1,5 mm de profundidad hará que el paso del circuito de una placa a otra quede totalmente estanco con el apriete de los tornillos del postizo.

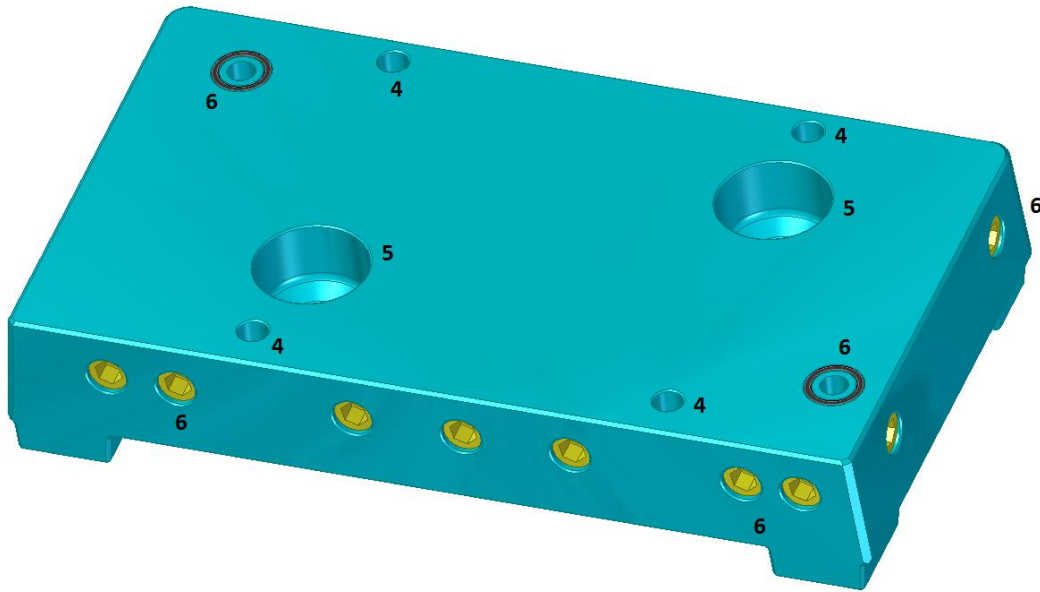


Figura 6-18. Postizo Fijo A (lado inferior)

El circuito nº 5 refrigerará el postizo fijo A2 y el nº 6 el A1. El recorrido será el siguiente:

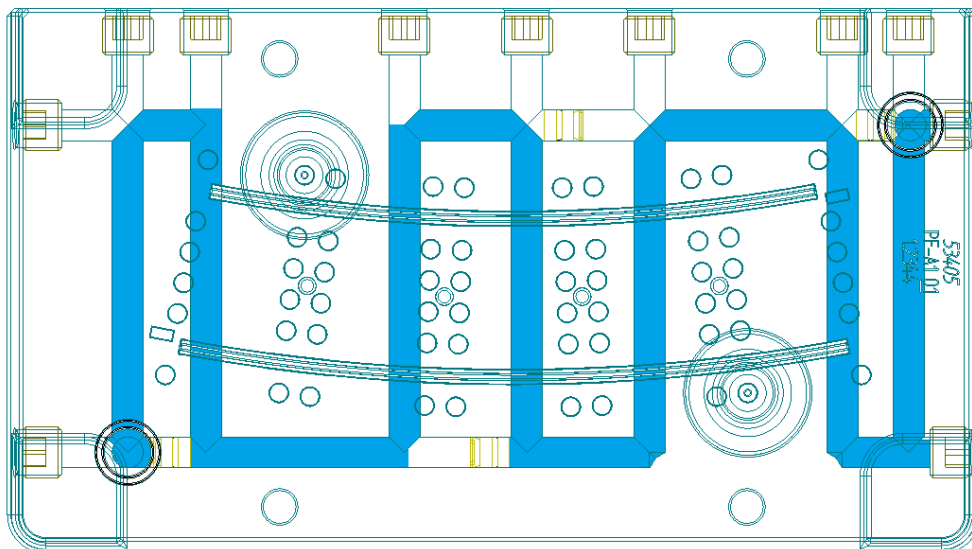


Figura 6-19. Detalle del recorrido de la refrigeración de postizos A



Los postizos fijos A1 y A2 son prácticamente iguales pero uno girado 180° con respecto al otro y con algunas pequeñas variaciones en las medidas del circuito de refrigeración.

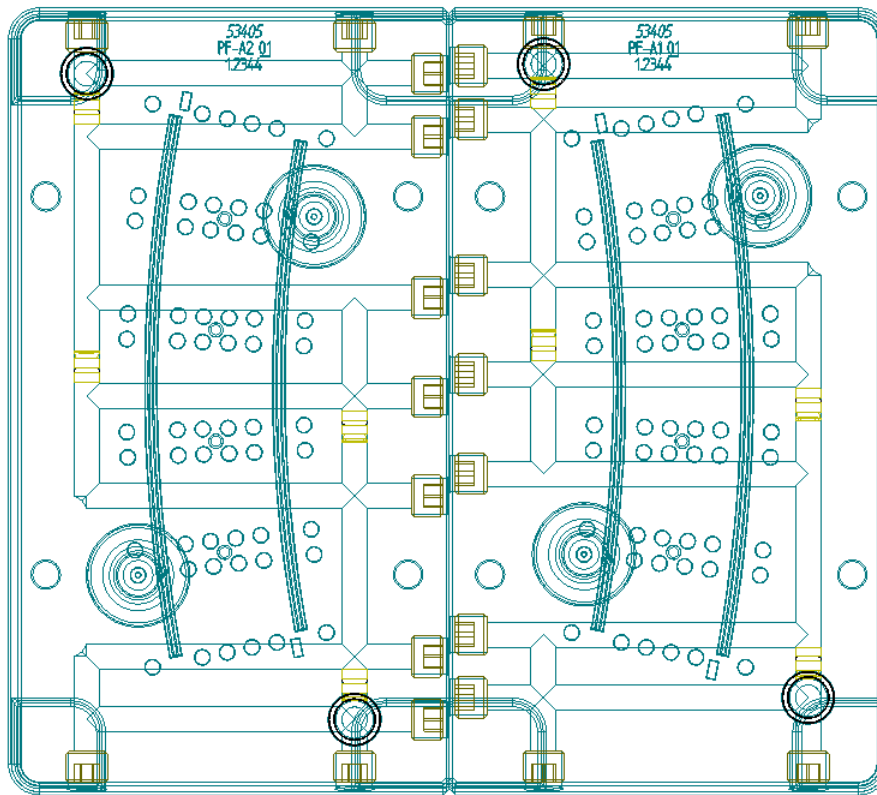


Figura 6-20. Detalle de refrigeraciones en postizos A

Los accesorios para cada postizo serán:

Referencia de accesorio	Cantidad
Junta tórica 12,5x2 mm	2
Tapón ¼" GAS	11
Tapón interior con junta tórica Ø8 mm	4

Tabla 6-10. Accesorios Postizos A

### 6.2.5. Postizos Fijos B1 y B2

Estos postizos serán los encargados de formar la parte sobremoldeada de la pieza. Para su fabricación también se partirá de unas placas de acero 2344 templado de 46 mm de espesor.

DENOMINACIÓN	PF-B1 y PF-B2
MEDIDAS (mm)	250x140x46
MATERIAL	1.2344T
PESO APROXIMADO (con accesorios)	9,2 Kg

Tabla 6-11. Características Postizos Fijos B

En la segunda fase de la inyección, con el molde ya cerrado, tendremos la primera parte de la pieza ya solidificada pegando a los postizos B. Quedará entre ellos una pequeña cavidad dónde se sobreinyectará el material de la segunda fase, los raíles. Éstos llegarán hasta la línea de partición, pero los studs de las traviesas quedarán a una altura mayor que ésta línea, por lo que habrá que mecanizar unos desahogos con margen para evitar esta intersección.

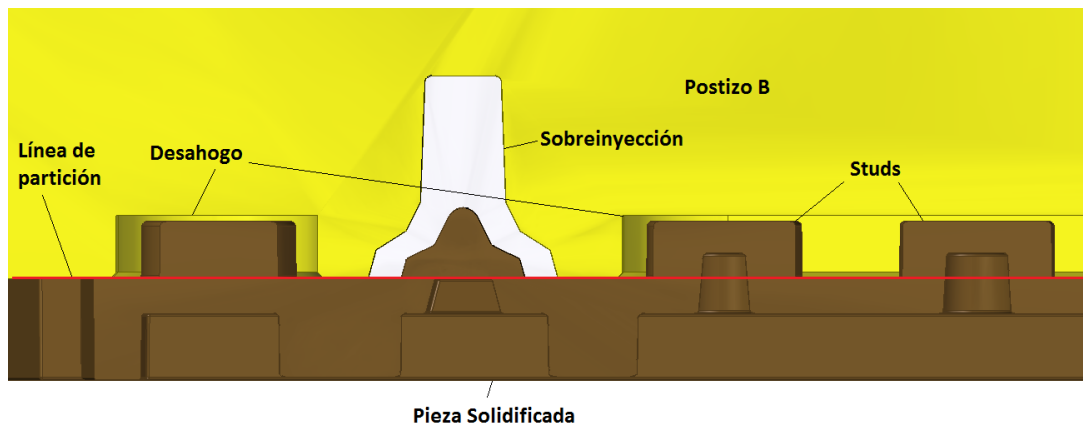


Figura 6-21. Detalle de sobreinyección y desahogos

En la primera inyectada tenemos 2 puntos de entrada de material por cavidad directos a pieza. En esta parte, necesitamos inyectar 2 raíles en cada pieza, lo que harían en total 4 cavidades. Pero en esta ocasión se nos presenta el inconveniente de que no podemos hacer una inyección directa en la cara superior del raíl, ya que dejaríamos una pequeña marca y las ruedas de los trenes no circularían correctamente por éstos. Por tanto, debido al poco peso de las cavidades y a la necesidad de una entrada de material lateral, se decide inyectar mediante un bebedero y entradas submarinas cada pareja de raíles, reduciendo así también el número de boquillas de inyección necesarias de 4 a 2. Otra ventaja de la entrada submarina será que al producirse la apertura del molde, el bebedero y los raíles se separarán automáticamente sin necesidad de un operario que realice esta operación posteriormente. El punto de inyección estará entre los dos raíles y el bebedero hará llegar el material hasta éstos. El diámetro del canal se calcula mediante la siguiente fórmula:

**DISEÑO CANALES DE DISTRIBUCIÓN**

**Formula**  
Following is the formula for runner dimension design:

where

D = runner diameter (mm)    Diámetro de canales (mm)  
W = part weight (g)        Peso pieza (g)  
L = runner length (mm)    Longitud canales (mm)

$$D = \frac{W^{1/2} \times L^{1/4}}{3.7}$$

where D = runner diameter (mm)  
W = part weight (g)  
L = runner length (mm)

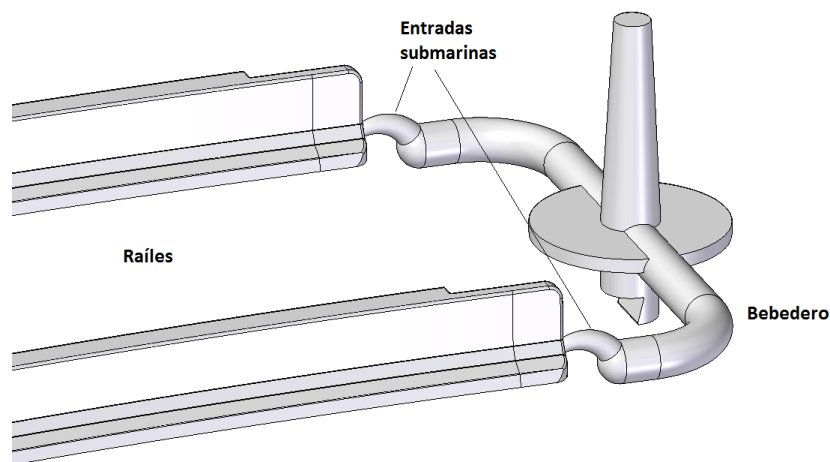
**Figura 6-22. Diseño de canales de distribución**

$$D = \frac{W^{1/2} * L^{1/4}}{3.7} = \frac{3^{1/2} * 25^{1/4}}{3.7} = 1.047 \text{ mm}$$

Según lo calculado, el diámetro necesario para llenar las cavidades es de 1,047 mm. No obstante, vamos a tomar 3 mm como diámetro mínimo para asegurarnos que las piezas llenan correctamente sin problemas debido a que el material se enfríe prematuramente.

En cuanto a las entradas submarinas (también llamadas “banana gate”), se harán en forma de arco cónico para facilitar la rotura y separación del bebedero en el momento de la expulsión y el diámetro de entrada a pieza quedará de unos 0,9 mm aproximadamente para dejar la mínima marca posible. Éstas entradas también se realizarán mediante electroerosión.

El conjunto quedará de la siguiente manera:



**Figura 6-23. Detalle de los bebederos**

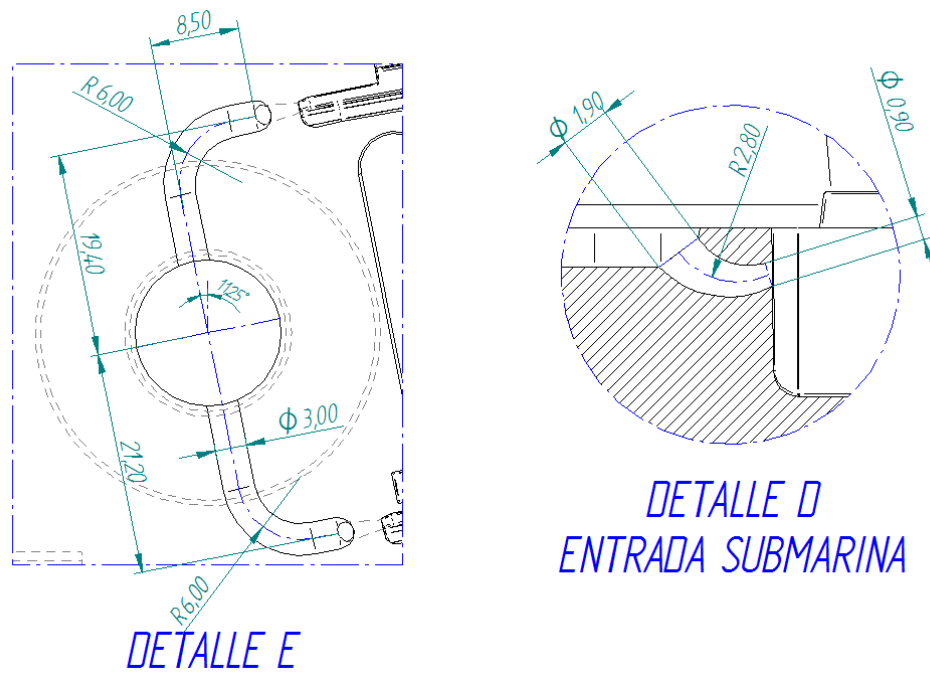


Figura 6-24. Detalle del tamaño de los bebederos según plano

En estas placas también encontraremos salidas de aire. A medida que las cavidades se van llenando con material fundido, el aire que hay en éstas debe salir hacia el exterior o de lo contrario se producirán defectos en las piezas como burbujas, llenados incompletos o quemaduras (efecto diésel). Para evitar esto se realizan unas salidas en la zona final de los raíles de **0,02 mm** de profundidad. Deben estar hechas con buena precisión ya que una mayor medida podría producir que el material se saliese de la cavidad por esta zona. Es suficiente con que esta zona tenga unos milímetros, a continuación se puede dejar una zona más profunda.

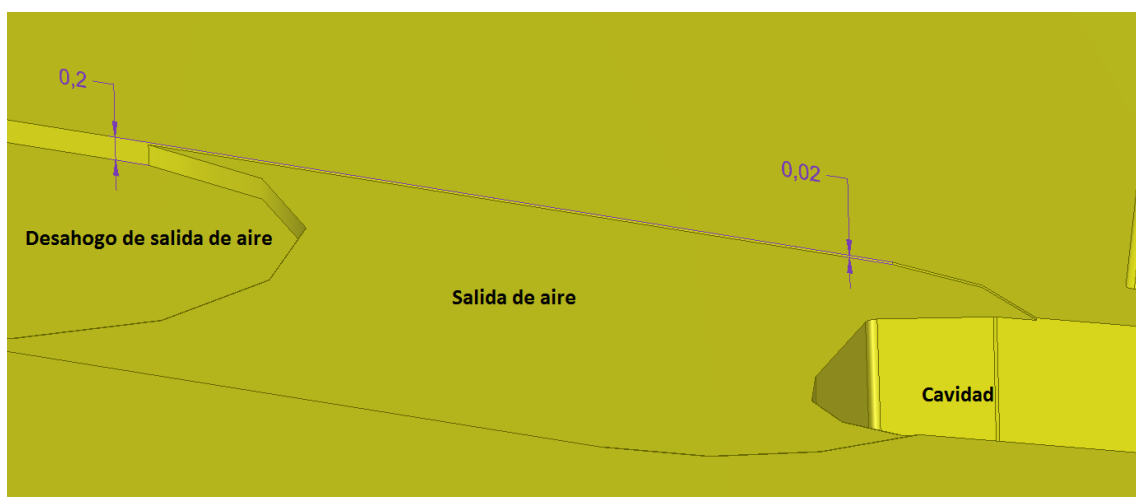


Figura 6-25. Detalle de las salidas de aire

Mecanizados y accesorios de los postizos:

1. Mecanizado de las cavidades realizado mediante electroerosión.
2. Desahogo para la pieza ya solidificada. Como esta zona no requiere tener buen acabado, se puede realizar mediante fresado en el centro de mecanizado.
3. Ángulos laterales de posicionado.
4. Mecanizado del bebedero.
5. Salidas de aire.
6. Alineadores.

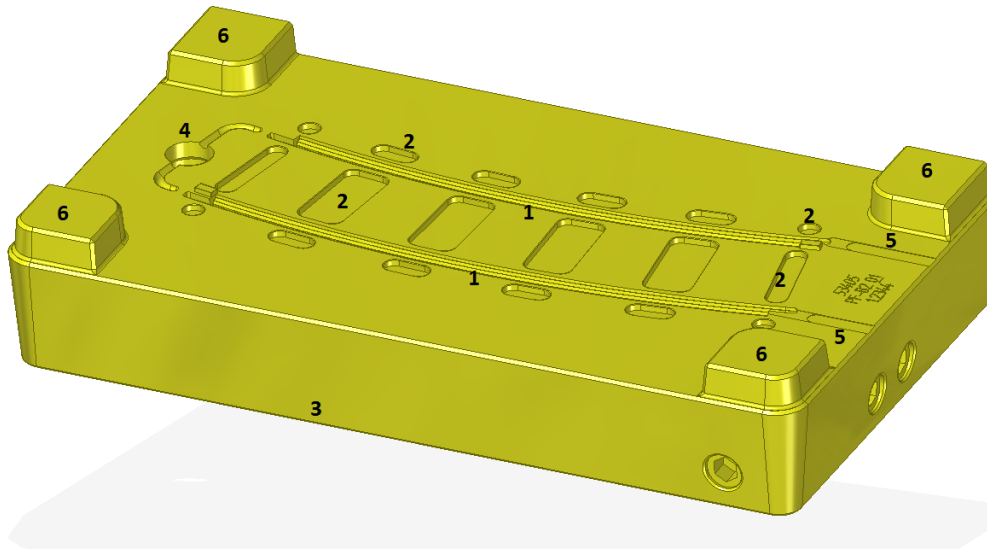


Figura 6-26. Postizo Fijo B (lado superior)

7. Roscas de M10 para amarre.
8. Alojamiento para la boquilla de inyección.
9. Refrigeración.

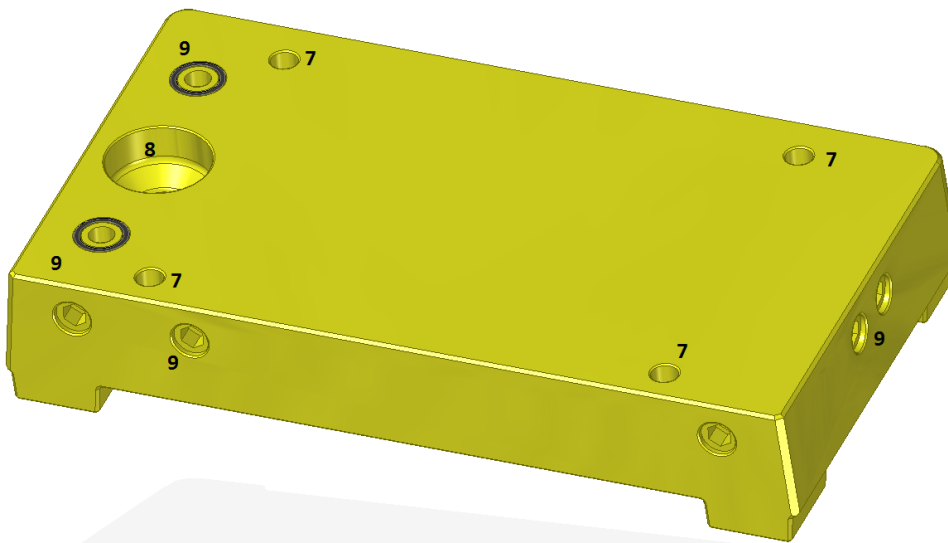


Figura 6-27. Postizo Fijo B (lado inferior)

El circuito nº7 refrigerará el postizo B1 y el nº 8 el postizo B2. Al tener ahora una sola boquilla y otras cavidades, los circuitos serán diferentes. Igualmente, se intenta distribuir los canales de la forma más homogénea posible y refrigerar de manera correcta el punto de inyección:

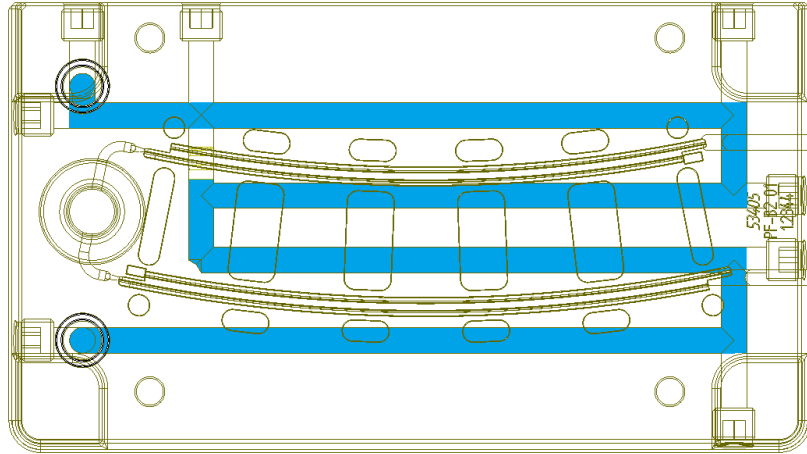


Figura 6-28. Detalle del recorrido de la refrigeración de postizos B

Los postizos B1 y B2 aunque son también prácticamente similares, varían ligeramente algunas medidas debido a la posición de entrada de material a los raíles.

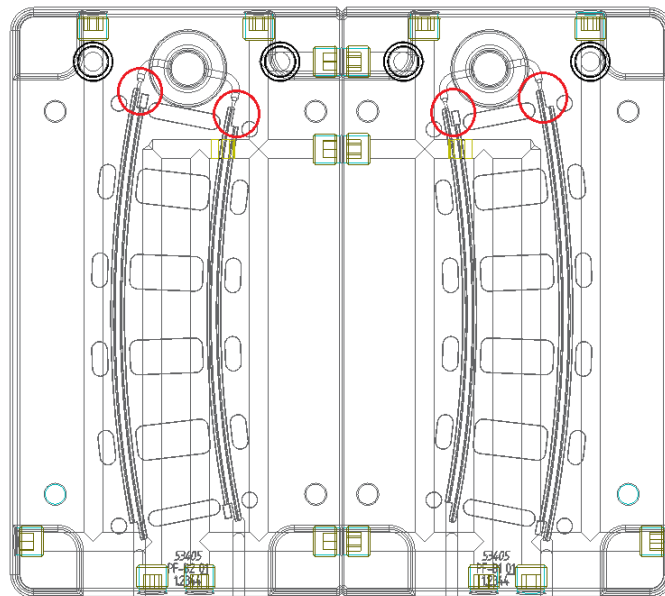


Figura 6-29. Detalle de refrigeraciones en Postizos Fijos B

Los accesorios para cada uno de los postizos serán:

Referencia de accesorio	Cantidad
Junta tórica 12,5x2 mm	2
Tapón ¼" GAS	8
Tapón interior con junta tórica Ø8 mm	1

Tabla 6-12. Accesorios Postizos Fijos B



### 6.2.6. Sistema de cámara caliente.

El sistema de cámara caliente se encarga de llevar el material fundido desde la entrada al molde hasta los diferentes puntos de inyección de las piezas. En moldes sencillos que por ejemplo sean de una cavidad, normalmente se utiliza un bebedero. Esta pieza tiene un canal interior en forma de cono, que lleva el material desde la entrada al molde hasta la cavidad, siendo un sistema muy simple y económico. Cuando el molde se abre, obtenemos la pieza formada con el cono del bebedero adherida a ella por lo que necesita una posterior manipulación para retirarlo. También existen otras opciones como las entradas submarinas, en las cuales al abrir el molde para expulsar la pieza, los bebederos automáticamente se cortan y obtenemos piezas y bebederos por separado (visto en el punto anterior). En cualquier caso tendremos una cantidad de material sobrante para reciclar.

El sistema de canal caliente se utiliza cuando se necesitan varios puntos de inyección, cuando se necesita obtener las piezas completamente acabadas o cuando no se quiere desperdiciar material. Estos sistemas están formados por 3 partes principalmente:

- La **boquilla de acceso** que recibe el material desde la unidad de inyección.
- El **bloque distribuidor** que se encarga de repartir el material hasta los diferentes puntos de las piezas.
- Las **boquillas de inyección** que hacen llegar el material hasta la cavidad (o bebedero) y realizar el corte de material cuando el molde abre.

Las principales ventajas de este sistema frente al bebedero son la obtención de piezas completamente acabadas, marcas de punto de inyección mucho más pequeñas o casi imperceptibles y la ausencia o reducción considerable de desperdicio de material. Por el contrario, son sistemas más caros, es necesario añadir más espesor al molde para alojar el sistema y se requiere de un controlador de temperaturas externo para su utilización.

Existen gran variedad y tipos de canal caliente en el mercado, desde boquillas unitarias similares a un bebedero pero calefactado, cámaras roscadas, pisadas (los componentes no van unidos sino sujetos mediante presión), sistemas obturados en los que una aguja movida mediante un cilindro (hidráulico o neumático) cierra el paso de material en el punto de inyección dejando apenas una marca imperceptible (acabado estético), sistemas multipunto, etc.

En nuestro caso, el sistema elegido será un sistema de ORYMO (fabricante de portamoldes estándar y especiales y sistemas de cámara caliente). ORYMO suministra gran variedad de sistemas de cámara caliente. Entre los dos principales tipos que son pisados ó ESV y roscados ó CSI, se ha elegido un sistema roscado o CSI. Este sistema se suministra completamente acabado y cableado, es decir, para su instalación o extracción del molde basta con quitar la placa de embride y dejar caer o sacar el sistema. Las boquillas se fabrican a la medida necesaria y tienen un mínimo riesgo de fugas. Los sistemas ESV por el contrario hay que sacarlos por partes (boquillas, bloque, cableado) en caso de desmontajes o reparaciones y las boquillas disponibles son de medidas estándar que varían en tramos de 20 mm.

## Sistema 2 K (o bicomponente)

La tecnología de inyección bicomponente permite combinar diferentes materiales en una pieza moldeada por inyección. Para la pieza que se requiere fabricar se necesita un sistema 2K, es decir, tendremos dos inyectadas diferentes en el mismo sistema. Podemos encontrar ejemplos de este tipo de piezas **bimaterial** como pueden ser las herramientas o cepillos de dientes, que tienen un mango de un color y una capa exterior de un material gomoso para mejorar el agarre; y otras piezas **2k** como los pilotos traseros de vehículos en los que se inyecta el mismo material pero en diferentes colores. Dependiendo del sistema de moldeo elegido, el proceso se puede automatizar de tal manera que se elimina la parte de montaje simplificando el proceso y optimizando los costes finales.



### 6.2.6.1. *Diseño del sistema de cámara caliente.*

El sistema diseñado está compuesto por dos cámaras independientes unidas mediante varios elementos. Por cláusulas de confidencialidad, no se detallará el sistema a fondo ni se darán informaciones de materiales utilizados por ejemplo, pero si se explicarán los componentes y el funcionamiento de manera básica.

#### **Cámara A**

Para la inyección de las traviesas tenemos una primera cámara con la referencia A en configuración de 4 puntos en H. Esto permite que el material se distribuya desde el inyector principal de máquina hasta los 4 puntos diferentes que llenarán las dos cavidades inferiores de una manera equilibrada. Las principales partes de esta cámara son las siguientes:

1. Bloque distribuidor. Este bloque, en forma de H desplazada del centro, se obtiene mediante el mecanizado de una placa de acero. Es el encargado de distribuir el material por los canales interiores hasta los diferentes puntos requeridos en el plano perpendicular a la dirección de apertura del molde. También sirve para anclar todos los componentes mediante roscas, taladros, ranuras, etc.
2. Boquilla de acceso. De forma cilíndrica, es la pieza donde apoyará la punta de la máquina inyectora, recibiendo el material y llevándolo hasta el bloque. Dispone de una

resistencia de 600 W para mantener la temperatura adecuada. En la parte exterior llevará mecanizada la misma forma que el inyector de máquina para acoplar perfectamente con éste y evitar fugas. Las formas más utilizadas suelen ser esféricas de radios 15, 16, 20, 30, 40 mm etc. o cónicas de ángulo 70°, 90°, etc. En este caso hemos elegido un cono 70°.

3. Resistencias de bloque. Estas resistencias calientan el bloque de acero para mantener la temperatura adecuada dentro de los canales. Se pueden doblar para conseguir la forma deseada aportando una distribución del calor homogénea. Este bloque lleva 2 resistencias de 1650 W y 2 de 550 W.
4. Termopares. Leen la temperatura del bloque activando y desactivando las resistencias mediante un controlador.
5. Topes. Sujetan en la posición correcta el conjunto de la cámara. Deben transmitir el mínimo calor posible a las placas del molde.

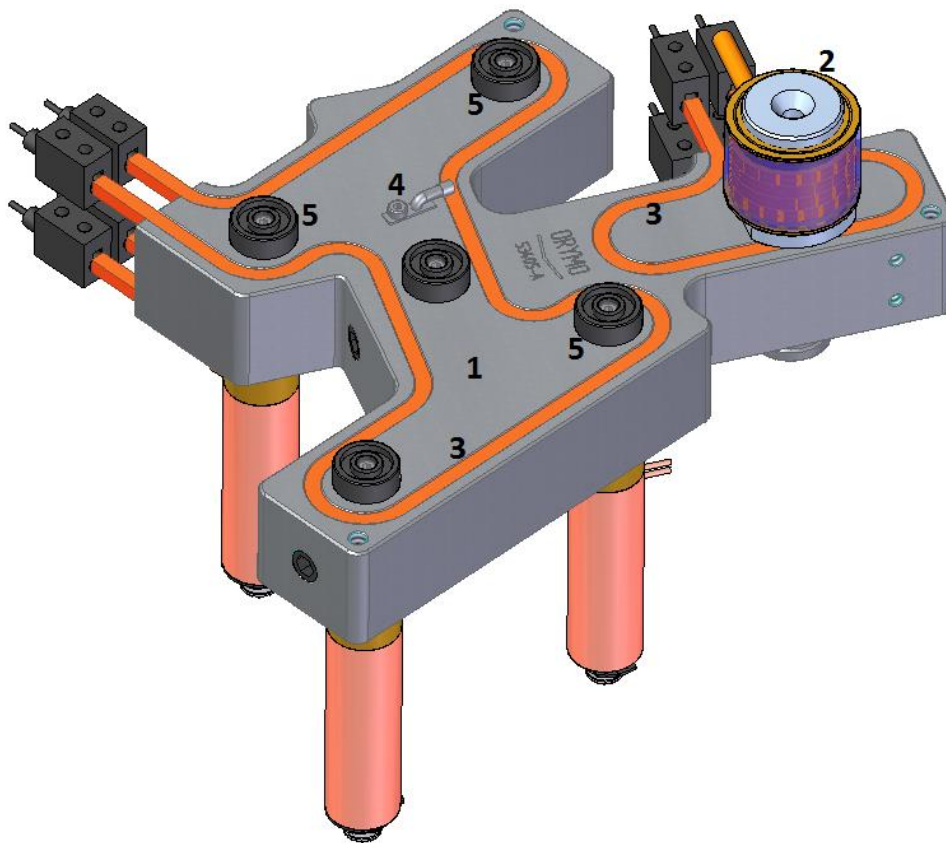


Figura 6-30. Sistema de Cámara Caliente A (vista superior)

6. Tope centrador. Se encuentra debajo de la boquilla de acceso y centra la cámara en su posición exacta. También es el que soporta la fuerza que el inyector de máquina hace contra la boquilla para evitar que el material fugue.
7. Pasador antigiro. Evita que la cámara se mueva de su posición pero permite un pequeño movimiento en dirección al tope centrador para absorber las dilataciones que sufre el bloque en los cambios de temperatura.

8. Boquillas tipo M. Llevan el material hasta los puntos de inyección de la pieza, donde realizan el corte entre el fundido y el solidificado. Mantienen la temperatura con resistencias de 350 W con termopar integrado. Estas boquillas son de inyección directa a la cavidad.

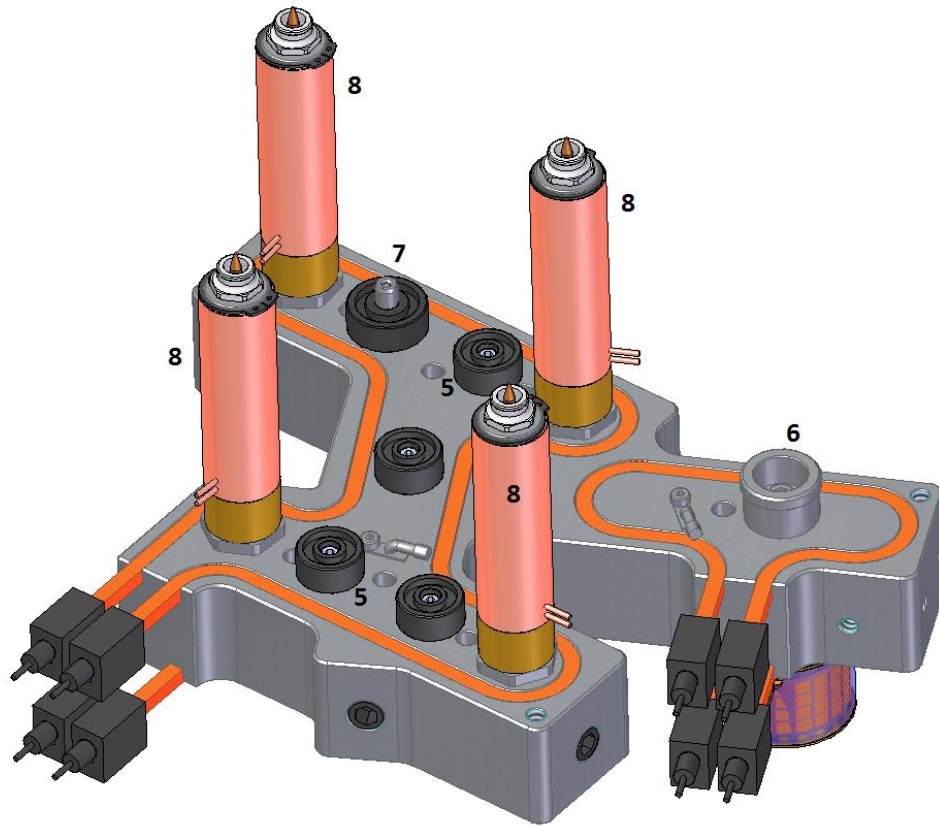


Figura 6-31. Sistema de Cámara Caliente A (vista inferior)

Este tipo de boquillas se utiliza para piezas que necesitan un buen acabado estético. Normalmente el diámetro no suele ser mayor de 1,5 mm y la marca que dejarán será similar a las de las referencias ya existentes.

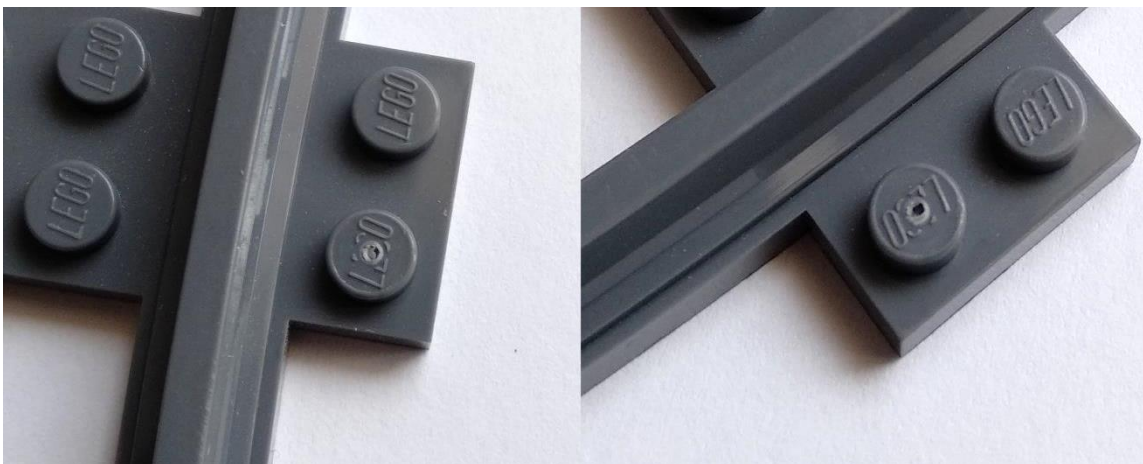


Figura 6-32. Detalle de marcas de inyección

### Cámara B

El sobremoldeo de los raíles se hará mediante una cámara de referencia B, en configuración de 2 puntos en T. Estas boquillas inyectarán el material en el bebedero (también conocido como ramal) y éste lo distribuirá a cada par de raíles. Este segundo sistema tendrá la siguiente configuración:

1. Bloque distribuidor. Este bloque tiene forma de T para realizar el llenado de manera equilibrada. Debido a que los puntos de inyección no se encuentran a la misma distancia con respecto al centro del molde, el canal central tiene una pequeña desviación, consiguiendo así que el material tenga que recorrer la misma distancia para llegar a los dos puntos y estar equilibrado.
2. Boquilla de acceso. Será del mismo tipo que en la cámara A.
3. Resistencias de bloque. En este caso tenemos 2 resistencias de 1000 W.
4. Topes superiores.

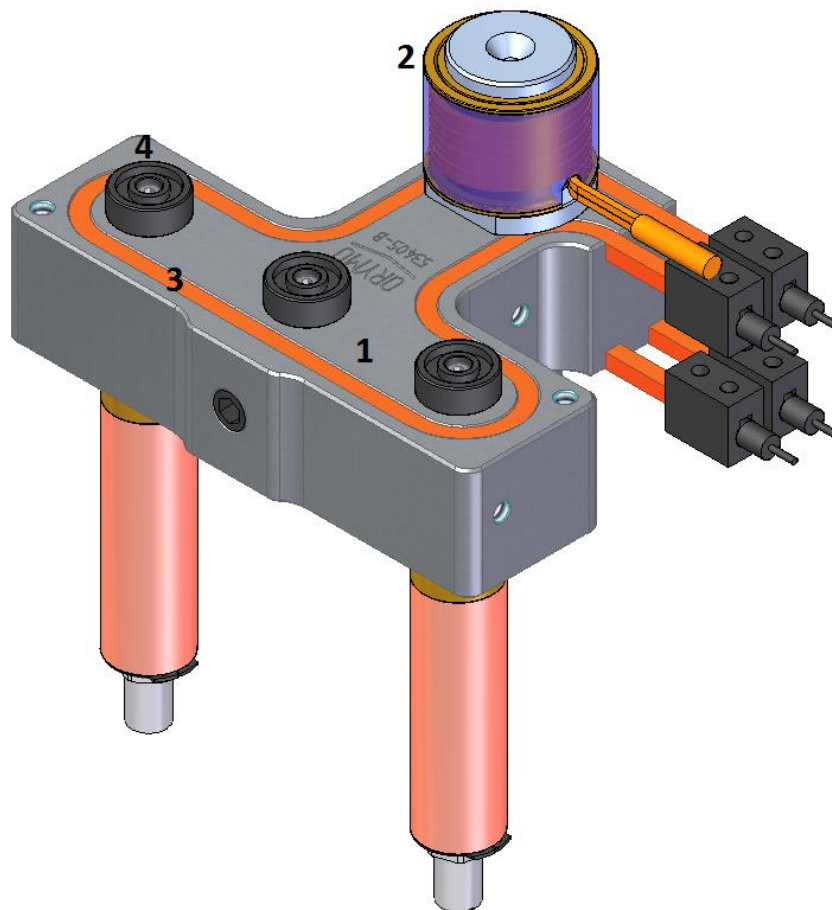


Figura 6-33. Sistema de Cámara Caliente B (vista superior)

5. Termopar.
6. Tope centrador.
7. Pasador antigiro.
8. Boquillas tipo V. Muy similares a las boquillas tipo M, pero en este caso para inyección a bebedero.



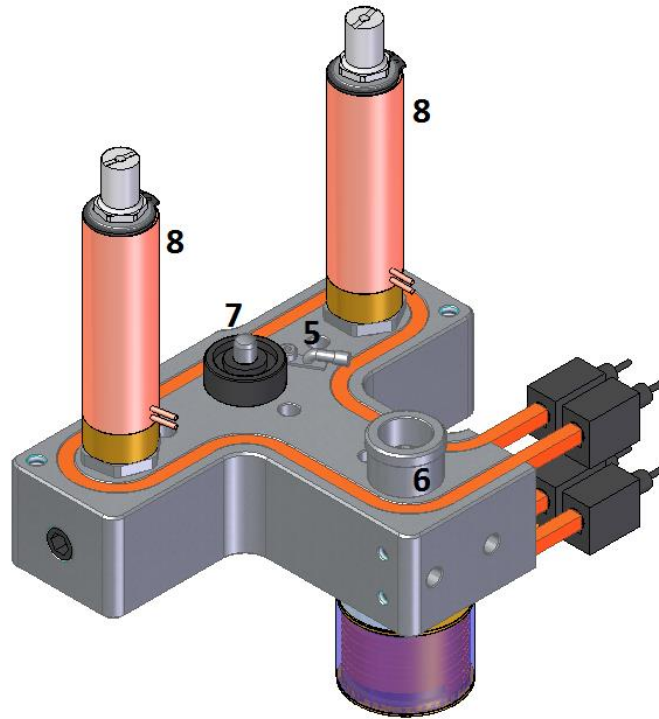


Figura 6-34. Sistema de Cámara Caliente B (vista inferior)

### Conjunto A+B

Como hemos mencionado anteriormente, estos sistemas se suministran completamente cableados y sin necesidad de montar ninguna pieza. Tampoco necesitan ser atornillados al molde, simplemente se colocan en su sitio y se sujetan mediante presión de la placa de embride. Por eso, en un sistema 2K como este, las dos cámaras irán unidas mediante los siguientes componentes para formar un único conjunto:

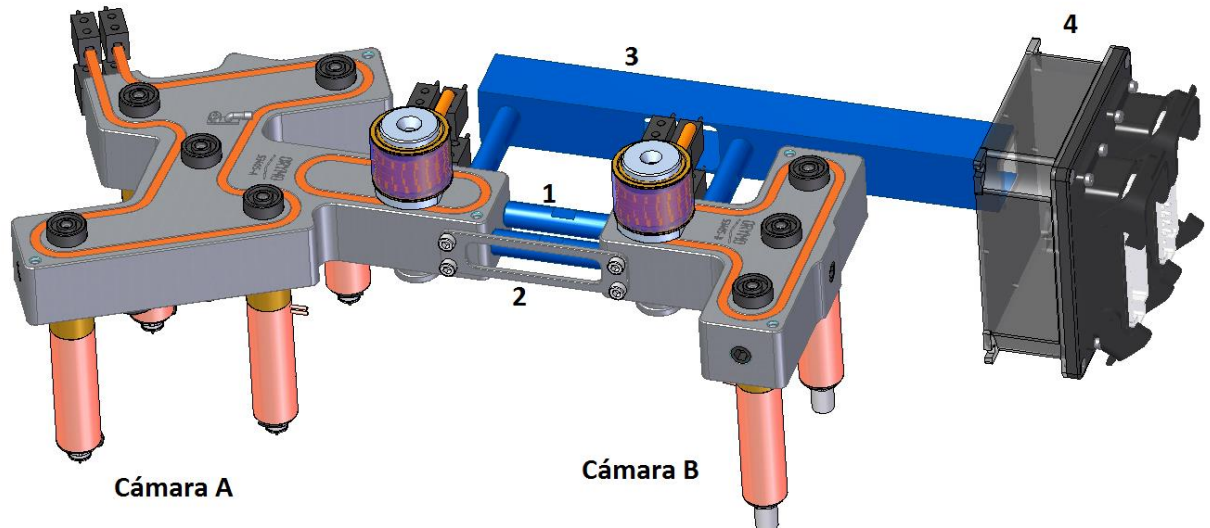


Figura 6-35. Conjunto del sistema de Cámara Caliente (A+B)

1. Largueros para alinear las cámaras con pasadores en sus extremos.
2. Pletina para evitar que se separen.



3. Perfil para alojar los cables. Éste es un tubo hueco de acero que dirige los cables de resistencias y termopares de toda la cámara hasta la caja de conexionado, los protege y soporta dicha caja. Va anclado a las cámaras mediante unos largueros, lo que además añade rigidez al conjunto.
4. Caja de conexionado. En ella irán atornillados los conectores y normalmente se coloca en la parte superior del molde y lado donde se encuentra el operario, para facilitar su conexión y desconexión.



Figura 6-36. Ejemplo de cámara bimaterial con sistema de obturación hidráulico

#### 6.2.6.2. Funcionamiento del sistema.

Dependiendo del cliente final del molde, se necesitará un tipo de conectores y forma de conexionado específicos. Para este caso hemos elegido conectores tipo Harting de 24 polos. Generalmente, se utilizan conectores macho para las resistencias y conectores hembra para los termopares. El conexionado utilizado está detallado en los planos del sistema tal como muestra la siguiente imagen:

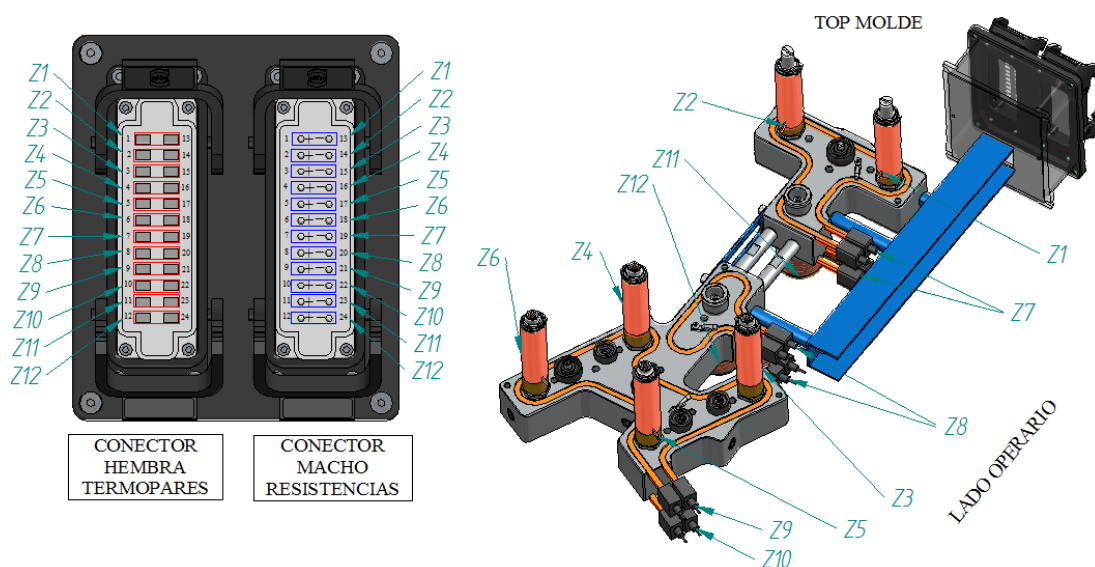


Figura 6-37. Detalle de conexionado del sistema de Cámara Caliente

Para que el sistema pueda funcionar, es necesario un **controlador de temperaturas**. Se encargan de regular las diferentes zonas de calentamiento según la temperatura que está leyendo el termopar en cada momento, activando o desactivando las resistencias. Actualmente suelen ser electrónicos y existen con gran variedad de número de zonas. Para el sistema diseñado se necesitará un controlador de 12 zonas, con una potencia total simultánea mínima de 9700 W y de 2000 W por zona.



Figura 6-38. Controladores de temperatura

### 6.2.6.3. Zonas de contacto con el molde.

Los topes superiores e inferiores que llevan las cámaras deben transmitir la mínima cantidad de calor posible a las placas del molde. De esta manera controlaremos mejor la temperatura de los sistemas de inyección y evitaremos un consumo de energía innecesario por pérdidas. Igualmente, evitaremos sobrecalentar el molde reduciendo el riesgo de problemas como puede ser el mal funcionamiento de piezas móviles a causa de dilataciones, de mal control de temperatura de placas de figura, etc. Para minimizar este problema, los topes tienen un área de contacto muy baja como podemos observar en la siguiente imagen marcado en rojo:

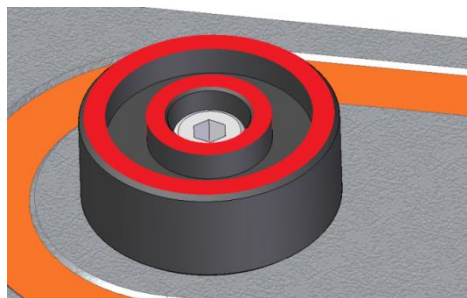


Figura 6-39. Detalle del área de contacto de topes

Debido a las grandes fuerzas de cierre de la prensa de máquina, esto provocará que las presiones en esas zonas sean muy altas y los topes puedan crear deformaciones y clavarse en las placas. Se recomienda que las zonas del molde que vayan a estar en contacto con estos topes tengan una resistencia mayor a **100-110 Kg/mm<sup>2</sup>** es decir, unos **1000 N/mm<sup>2</sup>**. Esto supondría tener que hacer la placa de embride y la placa portacámara en un material más resistente con el sobrecoste económico que conllevaría, ya que el acero 1730 elegido tiene una resistencia de 650 N/mm<sup>2</sup>. La solución que se toma en estos casos es empostizar las placas montando los soportes vistos en el punto 5.1.2, sólo en las zonas donde se vayan a encontrar los topes. Estos discos están hechos de un material más resistente como por ejemplo acero

2344, con una resistencia de unos 1900 N/mm<sup>2</sup>. De esta manera conseguimos reducir la transmisión de calor, evitando que los topes se claven y manteniendo los costes de placas.

Aún con esta solución, se recomienda realizar circuitos de refrigeración en las placas que están en contacto con la cámara, ya que la transmisión de calor mediante conducción y radiación serán inevitables. Estos circuitos se han realizado en ambas placas como se ha visto anteriormente según lo indicado en los planos del sistema de cámara caliente. Este detalle junto con el resto de información del sistema se puede consultar en el “ANEXO I: Planos” apartado 10.2.

### 6.2.7. Accesorios Lado Fijo

Una vez explicadas las diferentes placas de acero y el sistema de cámara caliente que forman el lado fijo, pasamos a ver los componentes y sistemas de unión que lo completarán.

- **Placa aislante**

La placa aislante irá colocada en la parte exterior de la placa de embride. Cuando el molde se monte en la máquina, quedarán separados por ésta. Como su propio nombre indica, evitará que el molde transmita calor a los platos de la máquina inyectora. Se suelen fabricar en espesores de 6,8 ó 10 mm y es recomendable hacerlas unos milímetros más pequeñas que las placas a las que irán atornilladas, de esta manera al apoyar el molde en estanterías y suelos o al realizar reparaciones quedará protegida y evitaremos dañarlas. El material del que suelen estar hechas es fibra de vidrio altamente aislante reforzada con una base de resina, lo que les da excelentes cualidades aislantes y al mismo tiempo unos altos valores de resistencia a la compresión. A continuación podemos ver la ficha técnica del material SF250.4000 HD, utilizado en la fabricación de estas placas:

#### Datos Técnicos:

Temperatura de trabajo	puntual	250	°C
	continuo	200	°C
Conductividad térmica		0,18	W/mk
Coeficiente de dilatación (en longitud+anchura)		$22 \cdot 10^{-6}$	1/K
Resistencia a la compresión	a 23 °C	500	N/mm <sup>2</sup>
	a 200 °C	210	N/mm <sup>2</sup>
Resistencia a la flexión		200	N/mm <sup>2</sup>
Densidad		1,6	g/cm <sup>3</sup>

Tabla 6-13. Ficha técnica de placa aislante

La placa diseñada será de 6 mm de espesor e irá atornillada a la placa de embride mediante tornillos cónicos de M6x12 mm. Para evitar tener que desmontarla en caso de tener que abrir el molde, estará mecanizada dejando a la vista toda la tornillería.

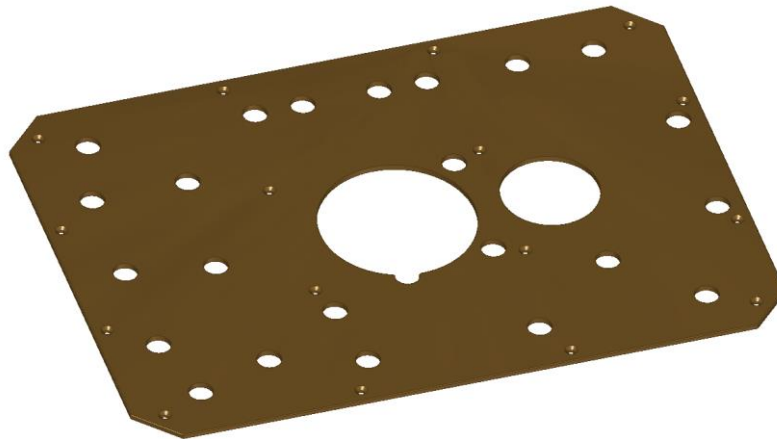


Figura 6-40. Placa aislante

- **Discos centradores**

Los discos centradores son los encargados de centrar el molde en máquina a la hora de colocarlos. Otras funciones que tienen son la de sujetar los bebederos o boquillas de acceso en su posición y alinear el husillo de máquina cuando se va a iniciar la inyección. El disco central tendrá un diámetro de 160 mm, y el secundario de 100 mm, con alturas de 25 mm, y estarán hechos de acero 1730, pues no requieren de propiedades mecánicas especiales. También van centrados con los mecanizados de la placa de amarre y ensamblados mediante tornillos M8x30 mm. Al igual que pasa con los topes de cámara, el área de contacto entre éstos y la boquilla de acceso debe ser mínima para evitar transmisiones de calor.

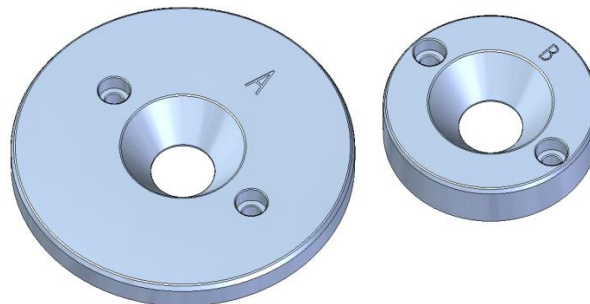


Figura 6-41. Discos centradores A y B

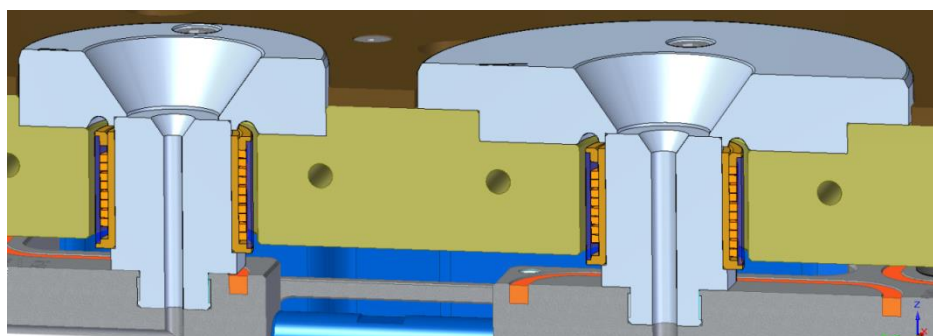


Figura 6-42. Detalle de sección de discos centradores y boquillas de acceso



Figura 6-43. Ejemplo de placa aislante y disco centrador similares a los utilizados

- **Elementos normalizados**

Los elementos de guiado del molde son los que alinean perfectamente todas las placas del molde. Según la serie de molde escogida, tenemos disponibles estos elementos en una gran variedad de medidas dependiendo de las necesidades. En esta parte fija se instalan unas guías **GC2S 30x75x76** que alinean la placa figura con la placa portacámara y guiarán esta parte con la móvil cuando el molde cierre. Pero la placa de embride queda sin guiar, por lo que elegimos unos casquillos **CCS 42x120** para la misma función. Estos elementos están fabricados en acero **1.7264** especialmente utilizado en piezas resistentes al desgaste como engranajes, ejes, cigüeñales, rodamientos, etc.

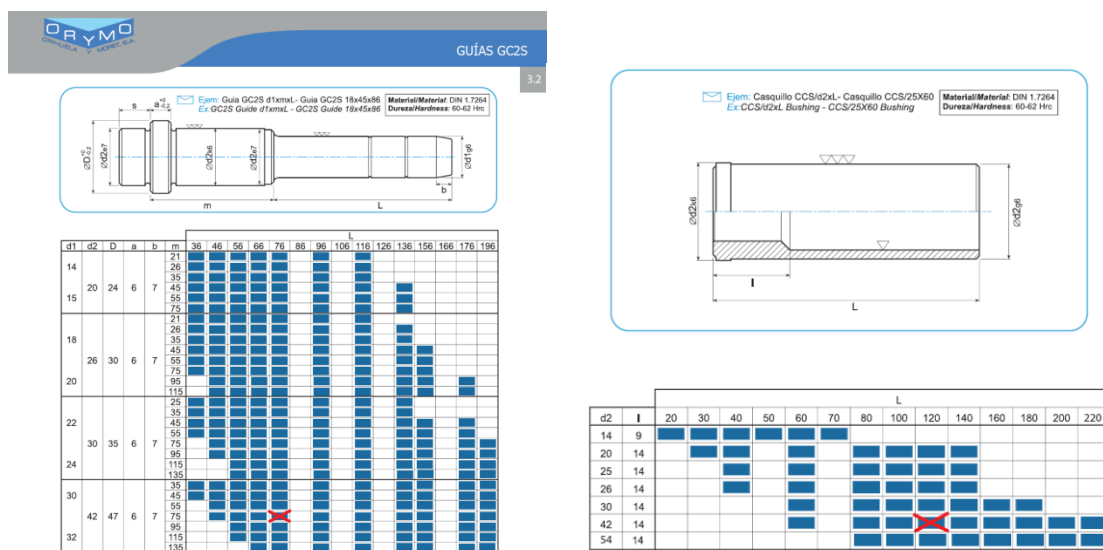


Figura 6-44. Catálogo ORYMO - Guías GC2S y casquillos CCS



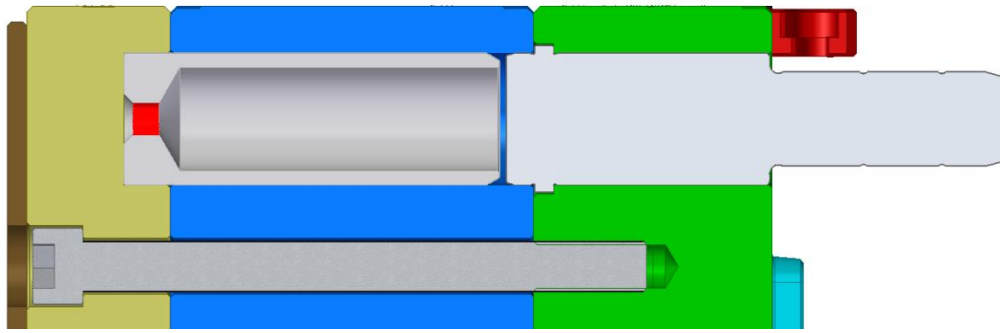


Figura 6-45. Detalle de alineado de placas mediante guías y casquillos

La sujeción entre placas se realiza mediante tornillería según norma **DIN 912** de **calidad 12.9**. La placa portacámara irá amarrada a la placa de embride mediante 16 unidades de M16 y 55 mm de longitud. La placa de figura irá atornillada a la placa de embride mediante 8 de estos tornillos de longitud 180 mm con agujeros pasantes en la portacámara. Los postizos de figura llevarán cada uno 4 tornillos de M10x45 mm. Para que la tornillería cumpla debidamente su función, se recomienda que haya un mínimo de 1,5 veces el diámetro de zona roscada.

Se incluye también una placa identificativa donde viene impresa la información del sistema de cámara caliente y su conexionado. Esta placa mide 160x80 mm, que irá sujeta mediante 4 tornillos M4x10.

### 6.2.8. Conjunto del lado fijo

Una vez vistos todos los componentes, el conjunto fijo quedará de la siguiente manera:

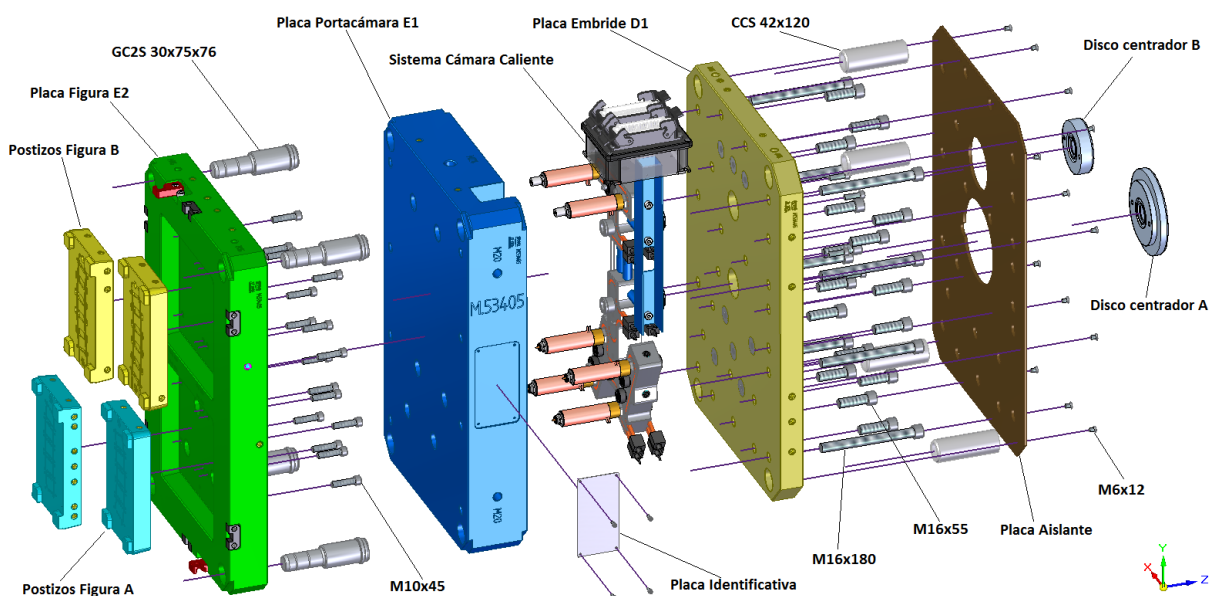


Figura 6-46. Vista explosionada del conjunto fijo



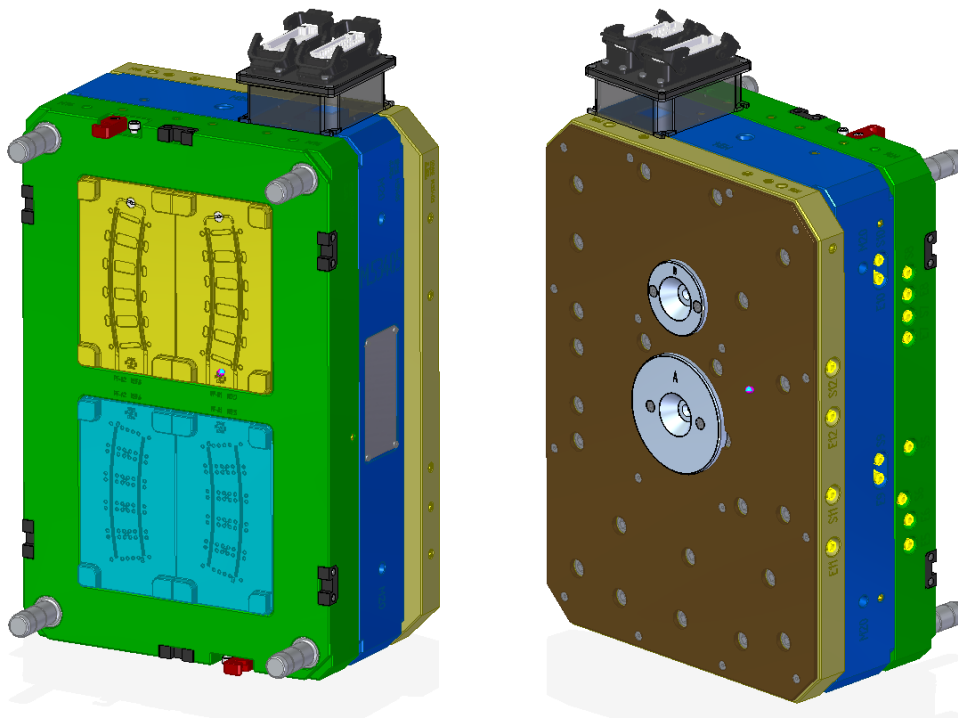


Figura 6-47. Vistas del conjunto fijo montado

Todas las conexiones de refrigeración quedan en la parte trasera, donde se conectarán al sistema de la máquina, y de esta manera el lado contrario donde se encuentra el operario quedará libre. En este lado sólo encontramos la placa identificativa donde se recoge toda la información del sistema de cámara caliente. Los conectores eléctricos quedan en la parte superior, evitando también que haya cables en zonas de trabajo y que puedan entrar en contacto con el líquido refrigerante en caso de fugas o malas conexiones. A continuación se detalla una lista con todos los componentes que formarán este subconjunto:

Referencia de accesorio	Cantidad
<b>Placa Aislante</b>	1
<b>Placa Embride D1</b>	1
<b>Placa Portacámara E1</b>	1
<b>Placa Figura E2</b>	1
<b>Disco Centrador A Ø160x25</b>	1
<b>Disco Centrador B Ø100x25</b>	1
<b>Postizos Fijos A</b>	2
<b>Postizos Fijos B</b>	2
<b>Sistema Cámara Caliente</b>	1
<b>Casquillos CCS 42x120</b>	4
<b>Guías GC2S 30x75x76</b>	4
<b>M6x12 Cónicos</b>	16
<b>M16x180</b>	8
<b>M16x55</b>	16
<b>M8x30</b>	4
<b>M10x45</b>	16
<b>Placa Identificativa</b>	1
<b>M4x10</b>	4

Tabla 6-14. Lista de componentes del Conjunto Fijo

### 6.3. Diseño del lado móvil

La parte o mitad móvil es la que formará el lado macho de las cavidades. Tiene la función de expulsar las piezas del molde una vez han solidificado mediante el sistema de expulsión, que en este caso, al ser un molde especial, serán 2 sistemas independientes y serán movidos mediante un sistema hidráulico. Estará formado por la placa figura macho con sus postizos, los regles, la placa de embride móvil y los conjuntos de expulsión.

Seguiremos el orden de ubicación de los elementos en la dirección del eje de apertura del molde, por lo que empezaremos con los postizos de figura móviles. Al igual que con las placas del lado fijo, podemos encontrar todos los planos de fabricación de estas placas en el **ANEXO I: Planos, apartado 10.4.**

#### 6.3.1. Postizos Móviles A1, A2, B1 y B2

Llevarán reproducida la forma de las cavidades por su parte inferior. Son iguales en cuanto a tamaño con los postizos fijos y los métodos para su mecanizado serán los mismos. La diferencia con éstos será que en vez de tener alojamientos para las boquillas de inyección, los llevarán para los expulsores.

DENOMINACIÓN	PM-A1, PM-A2, PM-B1 y PM-B2
MEDIDAS (mm)	250x140x46
MATERIAL	1.2344T
PESO APROXIMADO (con accesorios)	8,7 Kg

Tabla 6-15. Características postizos móviles

Mecanizados y accesorios:

1. Mecanizado de cavidad mediante electroerosión (comentada anteriormente).
2. Mecanizado del bebedero. Debido a la geometría circular del bebedero, la mitad de éste debe ir mecanizado en esta placa. Al producirse la primera inyección esta zona estará inutilizada, ya que no llegará plástico a ella quedando vacía. Será en la segunda inyectada cuando formará el bebedero.
3. Ángulos laterales de posicionado.
4. Alineadores. Alinean las placas postizas perfectamente entre sí. En estas placas tenemos la parte hembra con una profundidad de 12 mm, 2 mm más profundos que la altura de los salientes macho de los postizos fijos, para evitar tener que ser también ajustados. Estos elementos se han hecho con la parte hembra en estas placas para evitar que las piezas terminadas al caer del molde choquen con los salientes que tendría si estuviesen hechos como machos.
5. Salidas de aire. Al igual que en las placas anteriores, se realizan unos pequeños mecanizados para facilitar la salida de aire en el momento de llenado de la pieza. En los primeros milímetros tendrán una profundidad de 0,02 mm para evitar fugas o rebabas en la pieza, y en el resto 0,2 mm.

6. Taladros para expulsores. En estos alojamientos irán los punzones que expulsarán la pieza, serán de varios diámetros y en su parte final cerca de la cavidad deben tener un ajuste H7 para garantizar un buen cierre y evitar fugas o filtraciones de material.

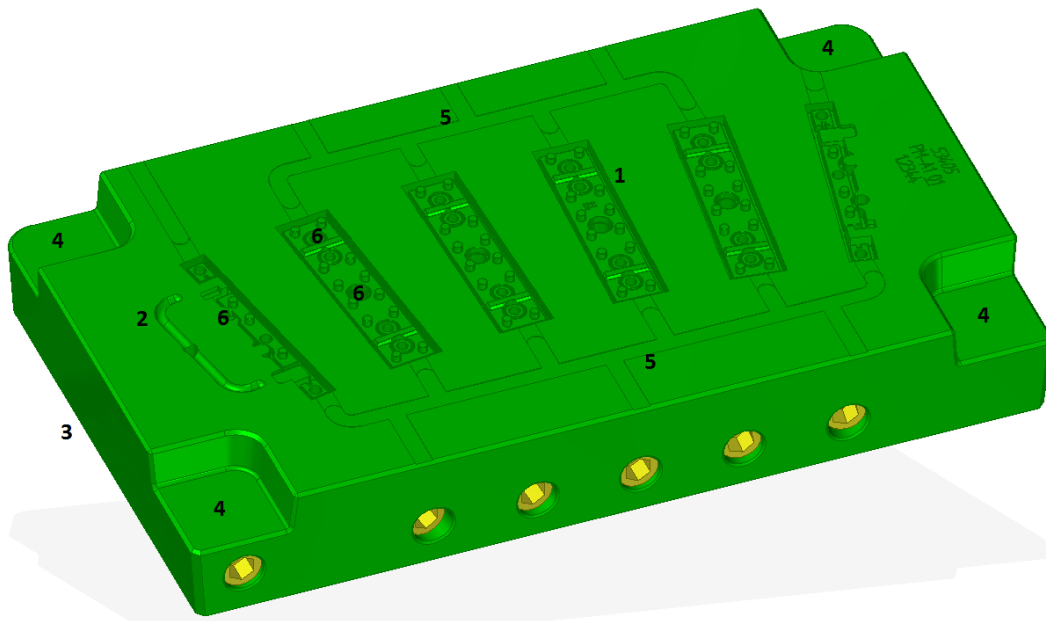


Figura 6-48. Postizo Móvil (lado superior)

7. Roscas M10. Para el amarre de las placas.
8. Refrigeración. Los circuitos serán de  $\varnothing 8$  mm igual que en las placas anteriores e irán selladas mediante juntas tóricas. En este caso deberán tener un recorrido que evite interferir con todos los taladros de los expulsores, que serán numerosos.

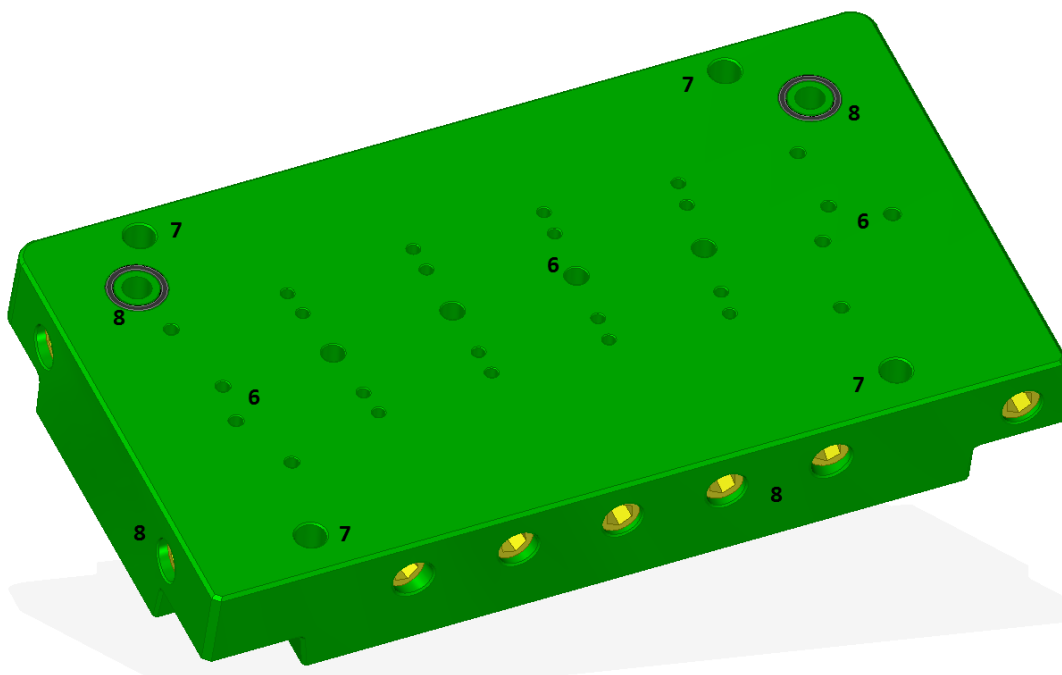


Figura 6-49. Postizo Móvil (lado inferior)

El recorrido de los circuitos en los cuatro postizos será simétrico y pasará por la zona exterior del bebedero para enfriarlo correctamente y no alargar el tiempo de ciclo.

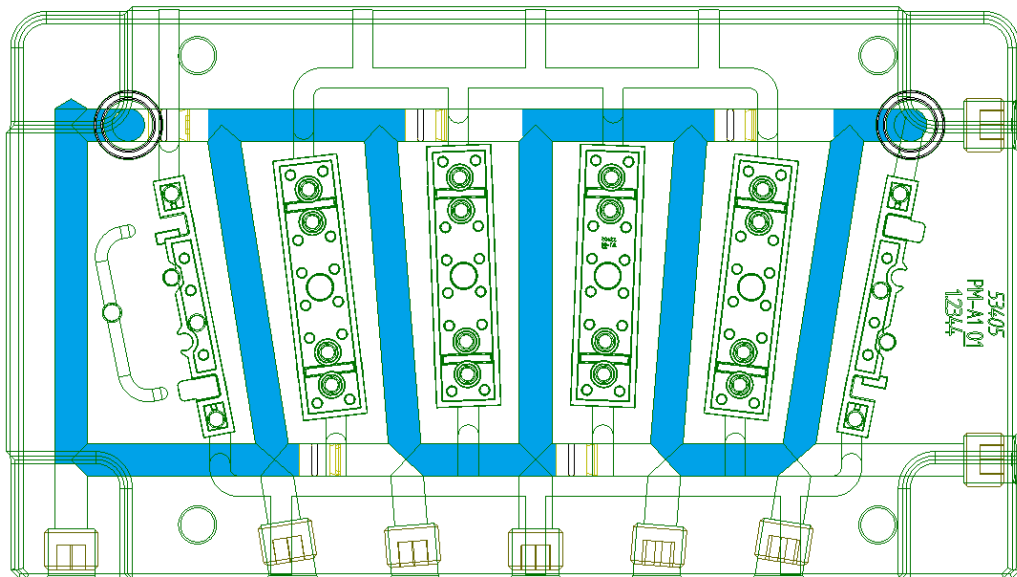


Figura 6-50. Detalle del recorrido de la refrigeración en postizos móviles

Se corresponderán con los siguientes postizos:

- Circuito 1 – Postizo móvil A2
- Circuito 2 – Postizo móvil A1
- Circuito 3 – Postizo móvil B1
- Circuito 4 – Postizo móvil B2

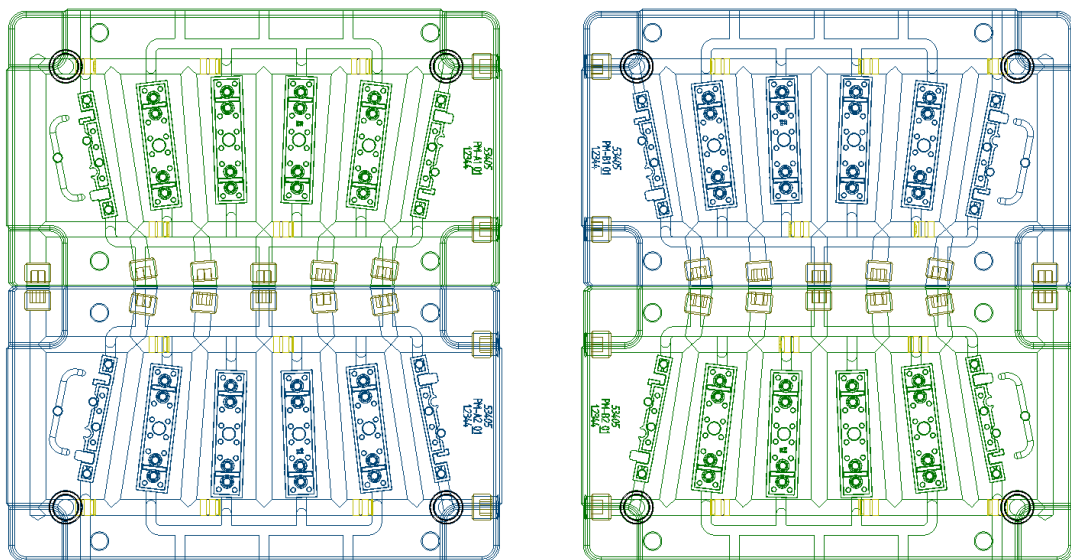


Figura 6-51. Detalle de la refrigeración de los cuatro postizos

Los postizos en posiciones opuestas serán iguales, es decir, el postizo A1 será igual al B2 y el A2 será igual al B1, ya que al intercambiar sus posiciones deberán acoplar perfectamente con los postizos fijos.

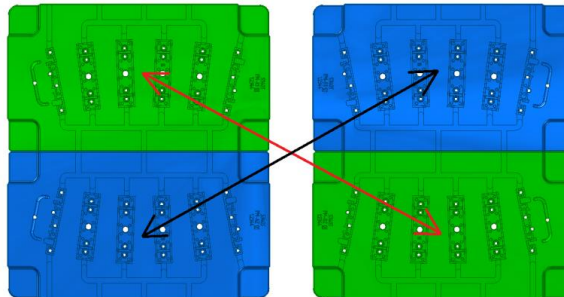


Figura 6-52. Equivalencia entre postizos

Todas las cavidades llevarán mecanizado un grabado que quedará reproducido en las piezas. De esta manera toda la producción que salga del molde quedará registrada con el número de postizos del que han salido. En caso de obtener piezas defectuosas, se puede identificar fácilmente de dónde salieron y reparar o sustituir la placa.

El grabado contendrá la siguiente información:



Figura 6-53. Detalle del grabado en piezas

1. Referencia de la pieza.
2. Referencia del postizo de figura.
3. Número de postizo fabricado. En caso de sustitución por deterioro, desgaste, etc., el nuevo postizo llevará la referencia 02, 03,...



Figura 6-54. Detalle de grabado real en la referencia 53400

Los accesorios para cada uno de los postizos móviles serán:

Referencia de accesorio	Cantidad
Junta tórica 12,5x2 mm	2
Tapón ¼" GAS	8
Tapón interior con junta tórica Ø8 mm	5

Tabla 6-16. Accesorios para postizos móviles

### 6.3.2. Placa figura móvil

Esta placa figura es muy similar a la de la parte fija pero con un aumento de 20 mm en espesor. Al igual que la placa E.2, las funciones de ésta serán la de soportar los postizos de figura y llevar los circuitos de refrigeración hasta los puntos de entrada correspondientes. Pero también tendrá otras nuevas, como la de alojar los cilindros hidráulicos de la expulsión y sus circuitos, razón por la que ha sido necesario ese aumento de espesor. Estas placas también suelen llevar gran cantidad de taladros debido a que son atravesadas por todos los expulsores.

DENOMINACIÓN	Placa de figura móvil E3.53405
MEDIDAS (mm)	446x696x96
MATERIAL	1.1730
PESO APROXIMADO (con accesorios)	178,3 Kg

Tabla 6-17. Características Placa Figura Móvil E3

Los mecanizados y accesorios que llevará serán los siguientes:

1. Alojamiento para postizos, tornillería de sujeción y conjuntos de expulsores.
2. Alojamiento para casquillos de guiado de placas.
3. Centreadores. En este lado irán colocados los machos que alinearán las dos mitades del molde.
4. Cierres.
5. Arandelas de ajuste. Estos elementos harán de tope con la placa figura fija, para evitar tener que ajustar toda la superficie de contacto entre las dos mitades entre las que quedará un desahogo de 1 mm.
6. Alojamientos para retornadores de expulsión.
7. Mecanizado de esquinas.
8. Roscas para cáncamos de elevación de M20.



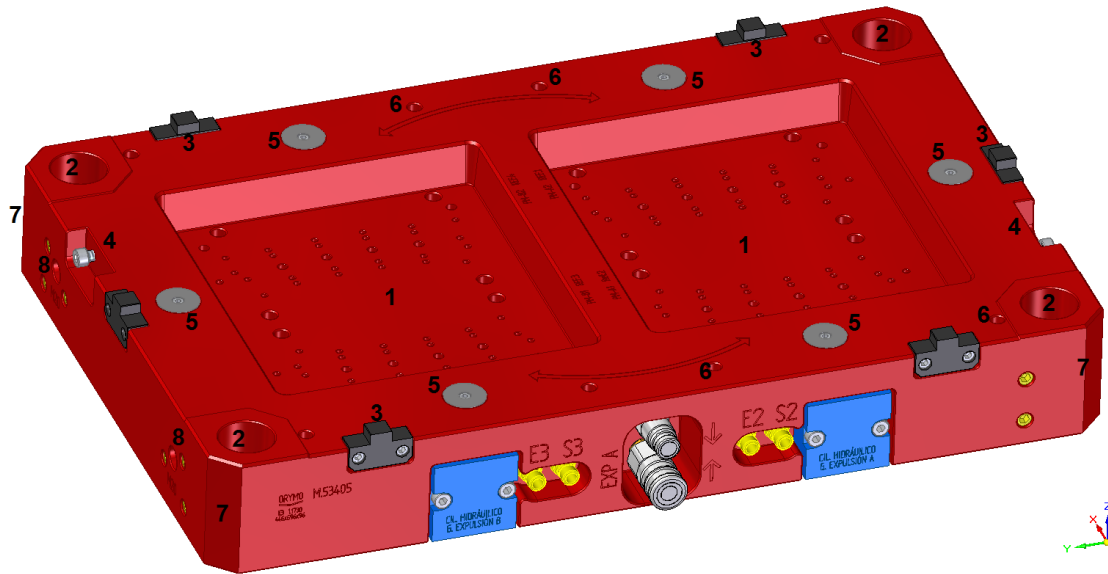


Figura 6-55. Placa Figura Móvil (lado superior)

- 9. Guiado del regle central.
- 10. Circuitos de refrigeración.
- 11. Circuitos de presión hidráulica para la expulsión.
- 12. Cilindros hidráulicos.

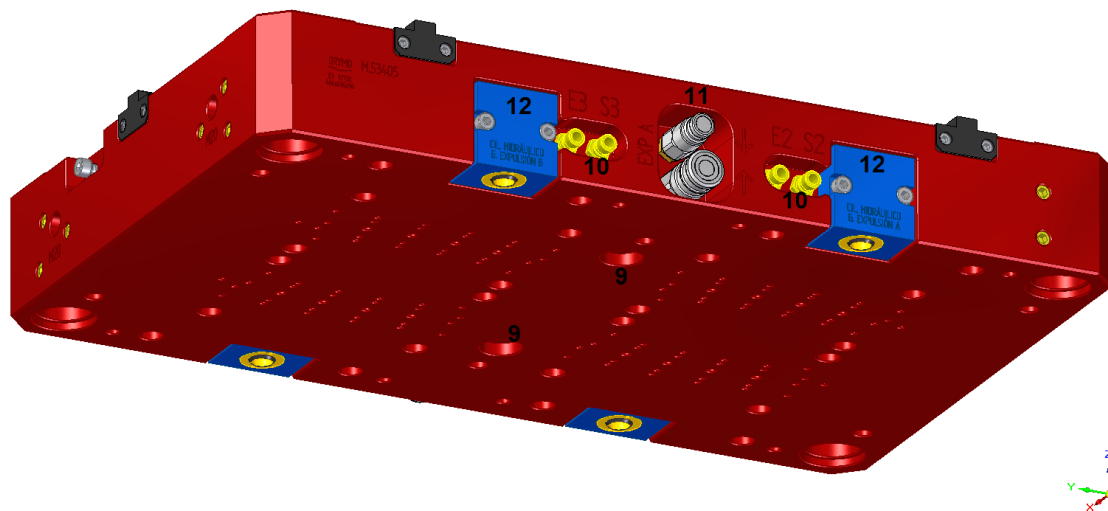


Figura 6-56. Placa Figura Móvil (lado inferior)

Las conexiones de refrigeración en el conjunto fijo se encuentran todas en la parte contraria al operario o de acceso al molde, de esta manera quedarán en la zona trasera de la máquina que es donde se encuentran las tomas de refrigerante. Debido a que la máquina tendrá un plato giratorio, en la parte móvil no es necesario ubicarlas todas en un lado del molde, ya que las canalizaciones deberán anclarse a este plato y tener cierta movilidad para

permitir el giro. Por el contrario, sí que se ha tratado de ubicarlas lo más centradas posible, para no crear un radio de giro demasiado grande y que las conexiones o mangueras puedan chocar con elementos de la máquina.

Los circuitos se corresponderán con las cavidades de la siguiente manera:

- Circuito 1 – Postizo móvil A2
- Circuito 2 – Postizo móvil A1
- Circuito 3 – Postizo móvil B1
- Circuito 4 – Postizo móvil B2

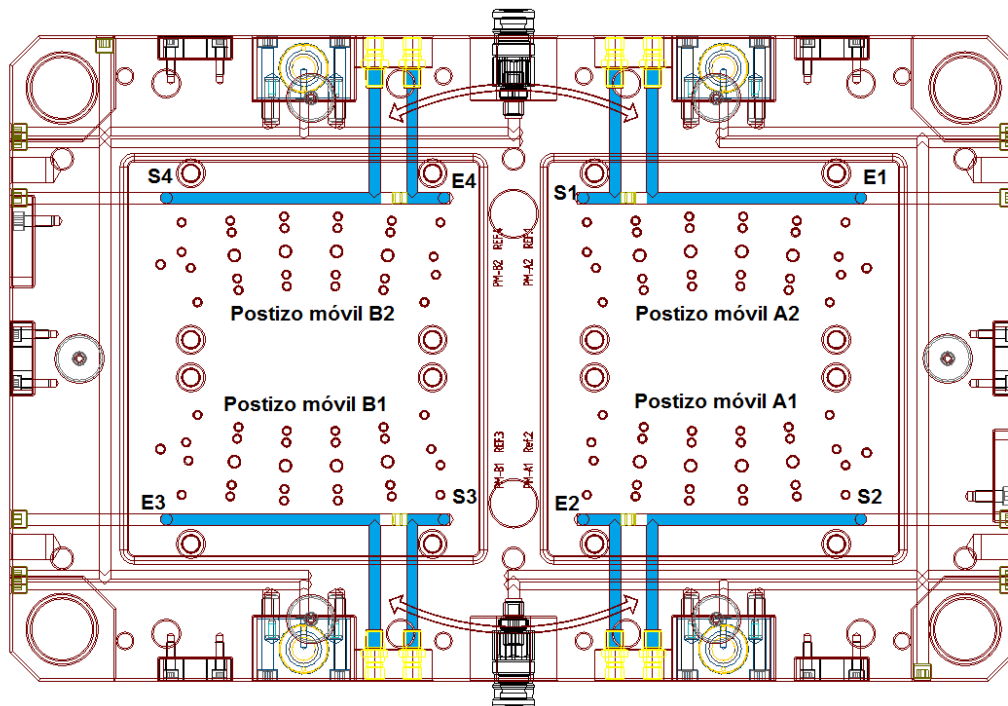


Figura 6-57. Ubicación de los circuitos de refrigeración en la Placa Figura Móvil

Debido a que este molde llevará sistemas de expulsión hidráulica, necesitamos componentes especiales. Para ello se ha implementado en la placa todo el sistema. En la zona central tendremos las conexiones hidráulicas por la misma razón que las de refrigeración. Serán dos parejas de racores macho y hembra a cada lado del molde que controlarán los dos grupos por separado. Estos conectores son del tipo **STÄUBLI MPX 06.1101** y **MPX 06.7101** y van roscados en un alojamiento dentro de la placa para que queden lo más protegidos posible.



Figura 6-58. Conectores hidráulicos Stäubli

Desde estas entradas se crean unos circuitos taladrados en placa similares a los de refrigeración a diferentes alturas para evitar que interfieran y hacer llegar el aceite hasta las entradas y salidas de los cilindros. En la imagen podemos ver en color verde el recorrido del circuito del grupo A y en color naranja el del grupo B.

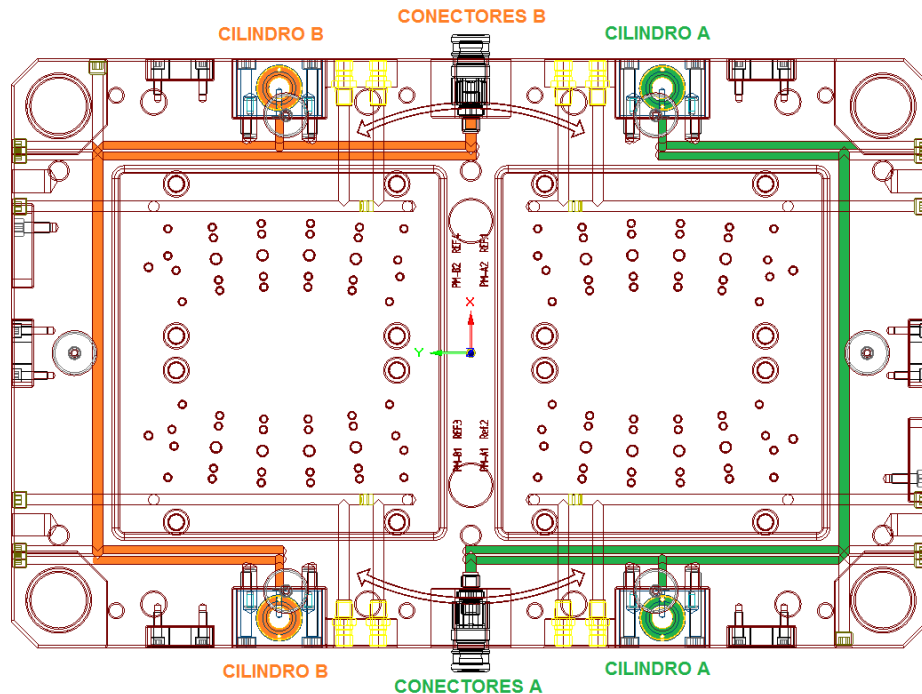


Figura 6-59. Detalle del recorrido de los circuitos de presión de aceite

Los cilindros hidráulicos son del fabricante MEUSBURGER. Son cilindros compactos de doble efecto que moverán los grupos de expulsión para liberar la pieza y devolverlos a su posición inicial. Tienen un tamaño de 64x65x45 mm y un émbolo de  $\varnothing 16$  mm, con referencia E7001/25/20. El recorrido o carrera es de 19 mm, lo que será más que suficiente para realizar la expulsión ya que la pieza es bastante plana, con menos de 4 mm de profundidad. Los cilindros irán sujetos a la placa mediante dos tornillos de M8x50 mm y con dos pasadores DIN7979 de  $\varnothing 10$  mm y longitud 30 mm que los centrarán en su sitio con precisión. Dos juntas tóricas de  $\varnothing 8 \times 1,5$  mm sellarán el paso de aceite desde los circuitos. En la imagen inferior podemos ver con detalle el conjunto de conectores de refrigeración, hidráulicos y cilindros.

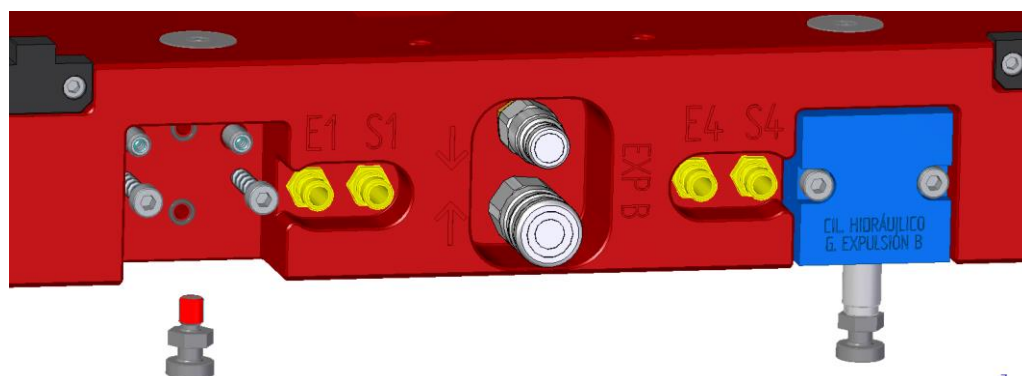


Figura 6-60. Detalle de cilindros hidráulicos y conexionado

Los accesorios que llevará la placa de figura móvil serán los siguientes:

Referencia de accesorio	Cantidad
Conector refrigeración DME N914 A	8
Tapón ¼" GAS	16
Tapón interior con junta tórica Ø8 mm	4
Centrador macho 50 mm + 2xM6x20	6
Arandelas de ajuste Ø32x8 + M5x10	6
STÄUBLI MPX 06.1101	2
STÄUBLI MPX 06.7101	2
CILINDROS HIDRÁULICOS E7001/25/20	4
Tornillo M8x50 mm	8
Pasador DIN7979 Ø10x30 mm	8
Junta tórica Ø8x1,5 mm	8

Tabla 6-18. Accesorios de Placa Figura Móvil E3

### 6.3.3. Regles G1, G2 y G3

Para alojar todo el sistema de expulsión hay que crear un espacio entre placas sin comprometer la resistencia del molde. Para realizar esta función se colocan los regles G1, G2 y G3 entre la placa de figura y la placa de embride.

DENOMINACIÓN	Regles G1,G2 y G3.53405
MEDIDAS (mm)	446x696x96
MATERIAL	1.1730
PESO APROXIMADO G1	13,91 Kg
PESO APROXIMADO G2	14,04 Kg
PESO APROXIMADO G3	15,77 Kg

Tabla 6-19. Características de Regles G1, G2 y G3

Generalmente los moldes suelen llevar una pareja de regles dispuestos en sentido vertical (con el molde puesto en máquina). En este caso, debido a que tenemos dos expulsiones independientes, hay que crear dos zonas donde éstas se alojarán. En la parte superior e inferior del molde tendremos los regles G1 y G2 prácticamente iguales, y en el centro un regle central adicional G3. La altura elegida son 76 mm, lo que permitirá alojar los conjuntos de expulsión así como su recorrido.

Los mecanizados que llevarán son:

1. Alojamiento para el guiado. En G1 y G2 tendremos el guiado estándar ya visto mediante casquillos. El regle central no es necesario guiarlo, pero se han realizado unos alojamientos para centrarlo con unos casquillos y aportar más estabilidad y rigidez al conjunto.
2. Agujeros pasantes para tornillos de amarre.
3. Roscas de M16 y M24 para elevación.

4. Mecanizado de esquinas.
5. Rebajes para facilitar el desmontaje.

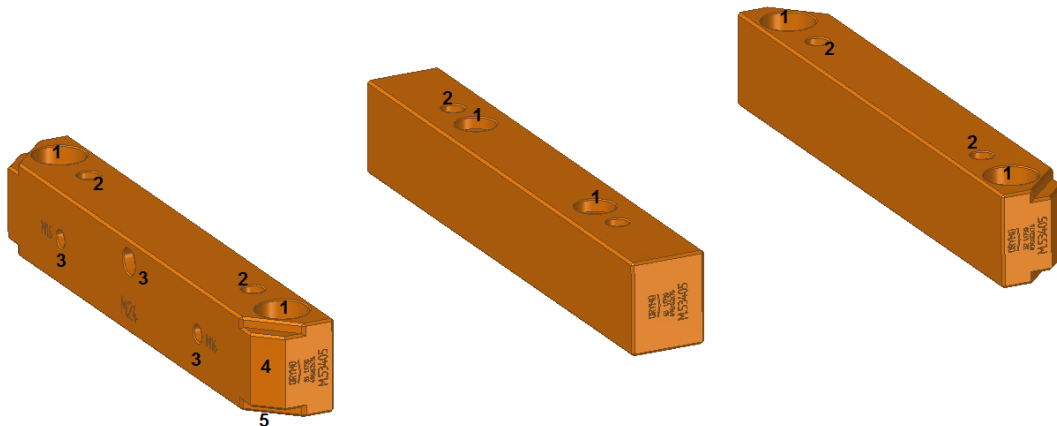


Figura 6-61. Regles G1, G2 y G3

### 6.3.4. Placa embride móvil

La principal función de la placa de embride móvil será la de anclar toda la parte fija al plato móvil giratorio de maquina mediante bridas.

DENOMINACIÓN	Placa Embride Móvil D2.53405
MEDIDAS (mm)	496x696x46
MATERIAL	1.1730
PESO APROXIMADO (con accesorios)	118,6 Kg

Tabla 6-20. Características Placa Embride Móvil D2

También soportará los accesorios de los sistemas de expulsión como las guías y los topes. Los mecanizados serán los siguientes:

1. Alojamiento para disco centrador. Al ser un molde giratorio, se incluye un disco en la parte móvil para centrarla en el plato de máquina.
2. Agujeros pasantes para tornillos de amarre M16. Sujetarán todo el conjunto roscando en la placa de figura.
3. Alojamiento para tornillería de guías de expulsión.
4. Alojamiento para tornillería de soportes.
5. Alojamiento para tornillería de centraje del regle G3.
6. Roscas para empujadores de expulsores de camisa.

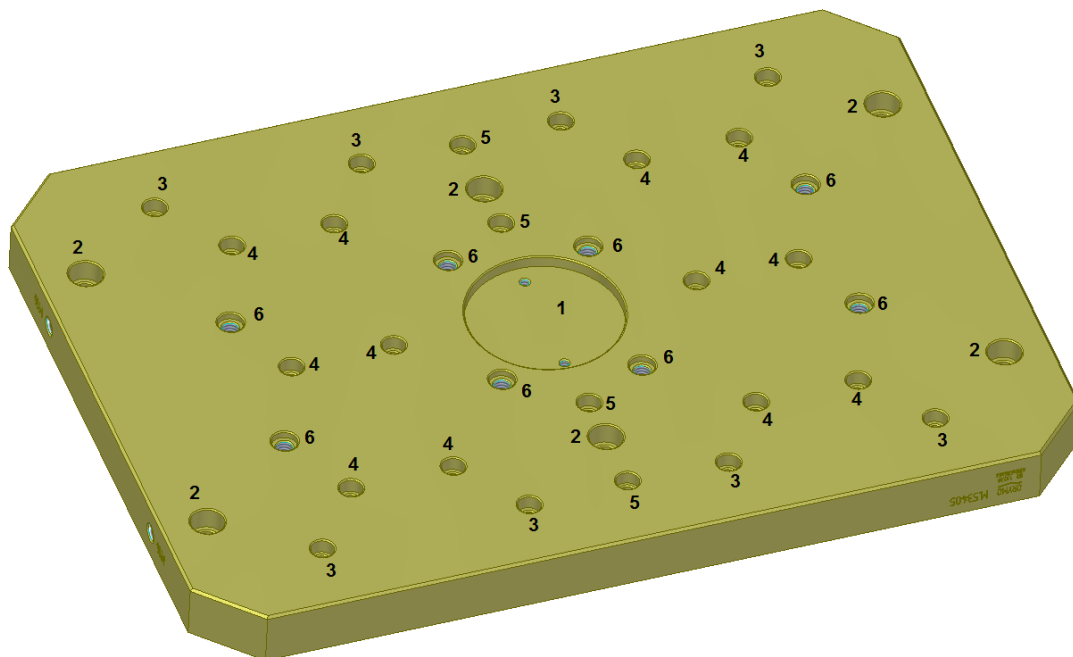


Figura 6-62. Placa Embride Móvil D2 (lado superior)

- 7. Roscas para topes de expulsión.
- 8. Guiado de placas.
- 9. Mecanizado de esquinas.
- 10. Roscas para cáncamos de elevación.

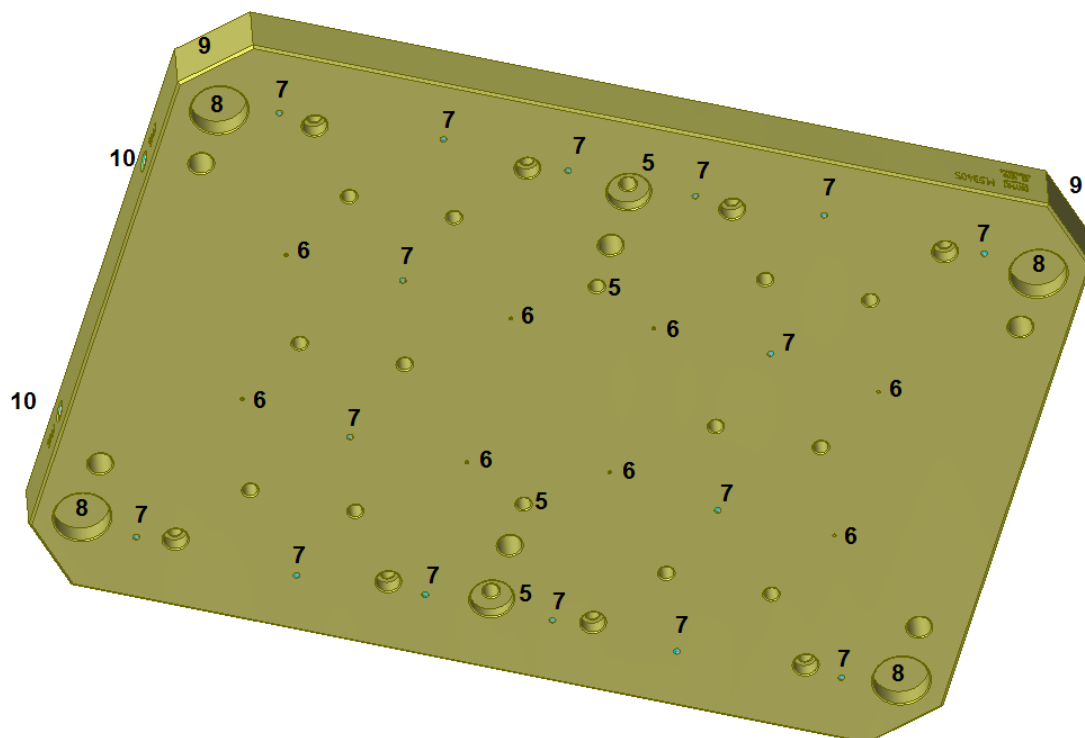


Figura 6-63. Placa Embride Móvil D2 (lado inferior)



### 6.3.5. Grupos de expulsión A y B

Los conjuntos de expulsión están formados principalmente por dos placas de diferente espesor y los expulsores. La placa M servirá de base donde apoyarán los expulsores y la L llevará mecanizados los alojamientos de sus cabezas para mantenerlos fijos en su posición exacta. El conjunto irá unido entre sí mediante 9 tornillos de M10 repartidos uniformemente y reposará sobre la placa de embride móvil. Los espesores de estas placas deberían ser de 36 y 27 mm según la serie escogida de 446x696, pero debido a que es un molde especial y éstas serán más pequeñas, elegimos unos espesores más adecuados al tamaño que tendrán. Para la serie 396x446, estas placas tienen un tamaño de 268x446 mm con espesores de 22 y 17 mm, los cuales serán adecuados ya que son de unas medidas muy similares.

#### 6.3.5.1. Placas M

DENOMINACIÓN	Placa Expulsora M1-A y M1-B
MEDIDAS (mm)	250x420x22
MATERIAL	1.1730
PESO APROXIMADO (con accesorios)	16,06 Kg

Tabla 6-21. Características Placas M

Mecanizados:

1. Alojamientos para tornillos M10.
2. Alojamiento para casquillos de guiado.
3. Roscas de amarre para acoplamiento hidráulicos.
4. Orificios pasantes para expulsores de camisa.
5. Orificios pasantes para soportes.

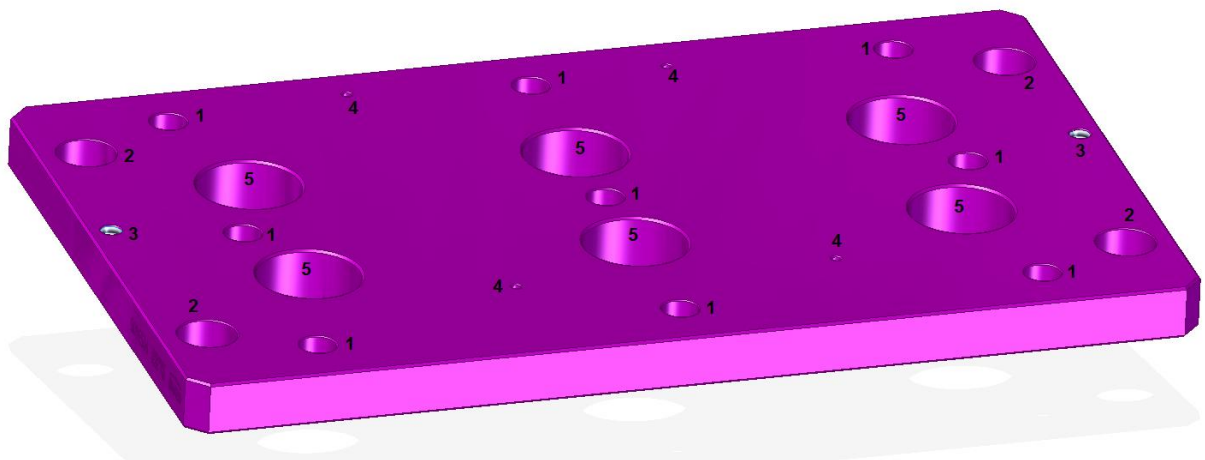


Figura 6-64. Placas M

### 6.3.5.2. Placas L

DENOMINACIÓN	Placa Expulsora L1-A y L1-B
MEDIDAS (mm)	250x420x17
MATERIAL	1.1730
PESO APROXIMADO (con accesorios)	12,04 Kg

Tabla 6-22. Características Placas L

Mecanizados:

1. Roscas para tornillos M10.
2. Alojamiento para casquillos guía.
3. Desahogo para acoplamiento hidráulicos.
4. Alojamiento para cabezas de expulsores.
5. Orificios pasantes para soportes.

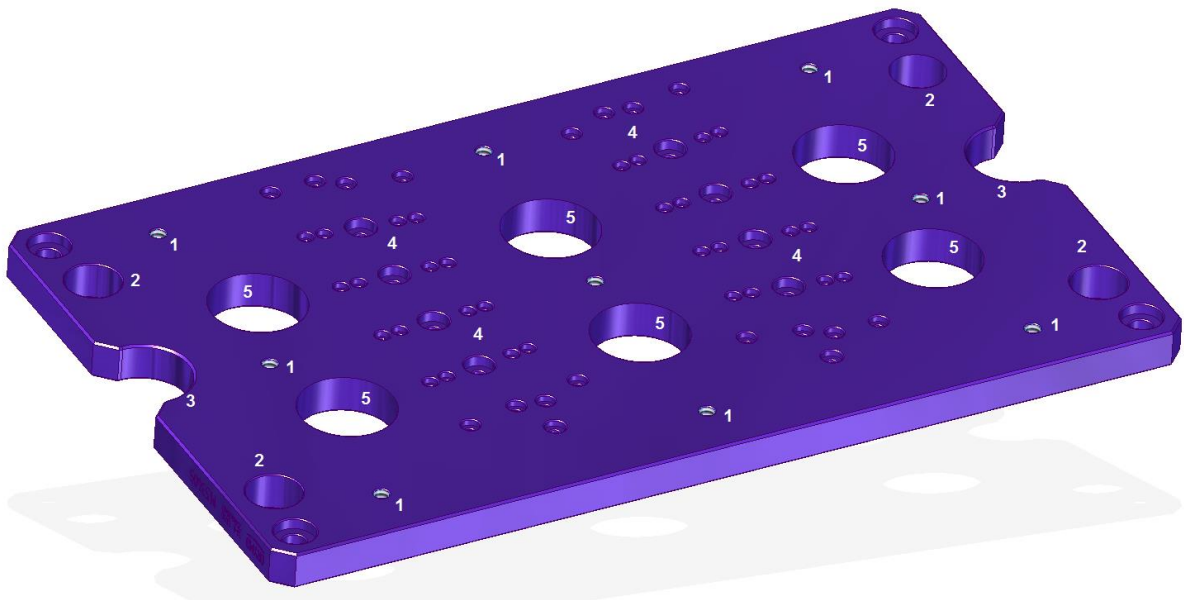


Figura 6-65. Placas L

### 6.3.5.3. Expulsores

Los expulsores son elementos estandarizados según norma **ISO 6751 (DIN 1530 A)**, generalmente de forma cilíndrica y con una zona en el extremo inferior de mayor diámetro llamada cabeza. Irán sujetos mediante el cierre de las dos placas reproduciendo todos así el mismo movimiento. Los expulsores utilizados, de acero **1.2210 templado**, son de varios diámetros según la posición en la que están ubicados. Para la zona central de la pieza tendremos de diámetros 6 y 3,2 mm. Para las traviesas de los extremos unos de  $\varnothing 3,5$  mm simples y de camisa. Los expulsores de camisa están formados por dos elementos, una varilla central y otra con forma de tubo, quedando la primera siempre fija y siendo la segunda la que

realiza el movimiento. Este tipo de elementos se utiliza cuando la zona de la pieza es delicada por tener pequeños espesores y podría sufrir deformaciones en el momento de la expulsión. Estarán formados por un tubular de  $\varnothing 3,5$  y un cilíndrico interior de  $\varnothing 2$  mm. Los bebederos también dispondrán de un expulsor de  $\varnothing 4$  mm con una cara en ángulo negativo, de esta manera siguen fijos en su posición en el momento de la apertura del molde, siendo expulsados sólo cuando el conjunto expulsor actúe facilitando así el corte de las entradas. Éstos últimos junto con los simples de  $\varnothing 3,5$  y  $\varnothing 6$  mm irán mecanizados con la forma necesaria para reproducir parte de la pieza.

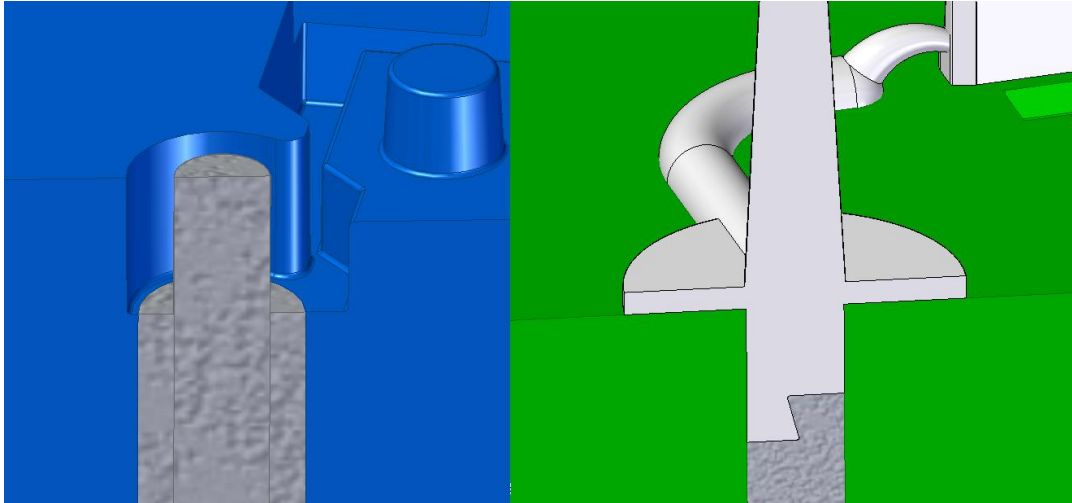


Figura 6-66. Detalle de expulsores de camisa (izquierda) y de bebedero (derecha)

#### 6.3.5.4. Otros accesorios

Para completar el conjunto y que el sistema funcione correctamente serán necesarios los siguientes accesorios:

- Casquillos de expulsión. También estándar de referencia E11202/18-17/22 y acero **1.7131**, guían los paquetes de expulsión perfectamente mediante unas guías y, al igual que los expulsores, irán alojados entre las dos placas de la siguiente manera:

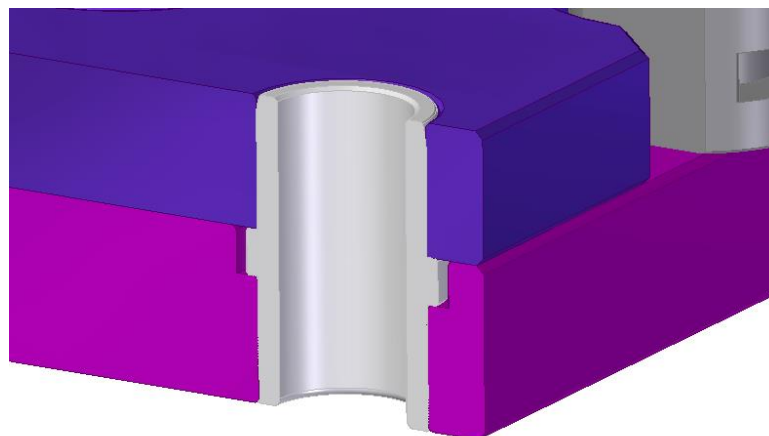


Figura 6-67. Detalle de casquillos de expulsión

- Retornadores de expulsión. Serán expulsores normales de  $\varnothing 10$  mm pero no estarán en contacto con la pieza. Servirán como sistema de seguridad, en caso de que el sistema hidráulico que mueve los conjuntos falle, si se produjese el cierre del molde, los expulsores chocarían contra la cavidad de las placas del lado fijo, produciéndose así unos daños de altos costes. Mediante la colocación de estos elementos conseguimos proteger las expulsiones, ya que en caso de fallo, estos retornadores devolverán los conjuntos de expulsión a su posición de reposo cuando el molde se cierre. Si esto sucede, la prensa de máquina detectará una anomalía en el movimiento de cierre.
- Acoplamiento para actuadores hidráulicos. Están formados por dos piezas, una que irá roscada a la placa mediante M10 y otra que irá en el émbolo del cilindro también con M10. Mediante este sistema se pueden acoplar y desacoplar los conjuntos de manera sencilla en el momento de reparaciones o revisiones.

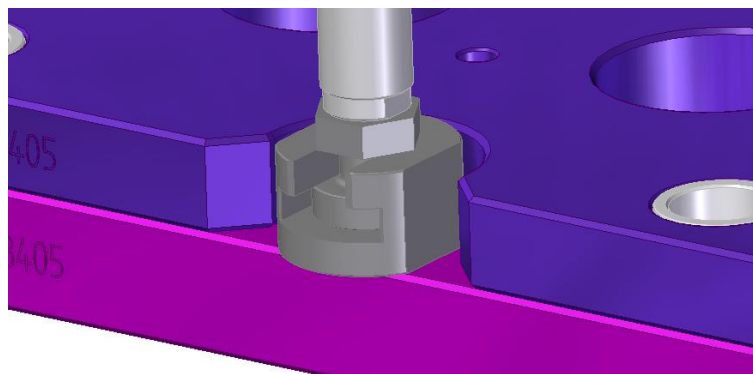


Figura 6-68. Detalle de acoplamiento para cilindros hidráulicos

Finalmente los conjuntos de expulsión quedarán de la siguiente manera:

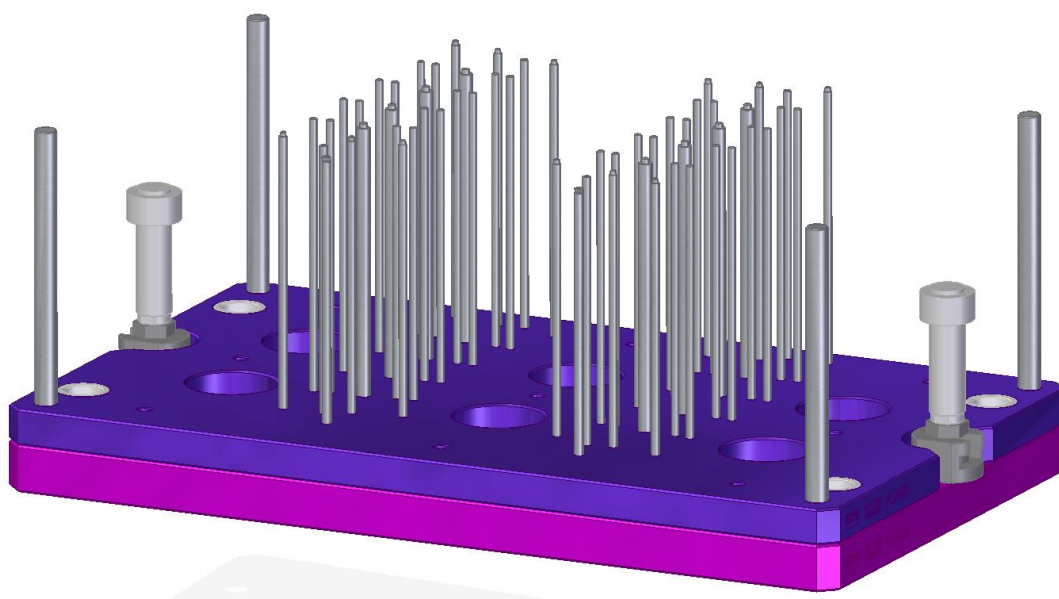


Figura 6-69. Vista conjunto de paquetes de expulsión

Las piezas que formarán cada uno de los dos conjuntos de expulsión serán las siguientes:

Referencia de accesorio	Cantidad
Placa M 250*420*22	1
Placa L 250*420*17	1
Tornillo M10x25 mm	9
Casquillo expulsión E11202 18*17	4
Acoplamiento hidráulico E70841 M10	4
Acoplamiento hidráulico E70842 M10	4
Retornadores Ø10 mm E1710 10*160	4
Expulsor simple Ø3,2 mm E1710 3,2*160	32
Expulsor simple Ø3,5 mm E1710 3,5*160	12
Expulsor simple Ø4 mm E1710 4*160	2
Expulsor simple Ø6 mm E1710 6*160	8
Expulsor tubular Ø3,5 mm E1720 3,5/2*150	4

Tabla 6-23. Lista de piezas de conjuntos de expulsión

### 6.3.6. Accesorios de la parte móvil.

#### 6.3.6.1. Guiado

Para el guiado de la parte móvil se han colocado unos elementos normalizados de la misma serie que en la parte fija. Para alinear la placa figura con los regles se utilizan unos casquillos **CV2S 30x95**. Para guiar los regles con la placa de embride unos casquillos **CCS 42x80**. Todo el conjunto irá sujeto por tornillería de M16x130 mm.

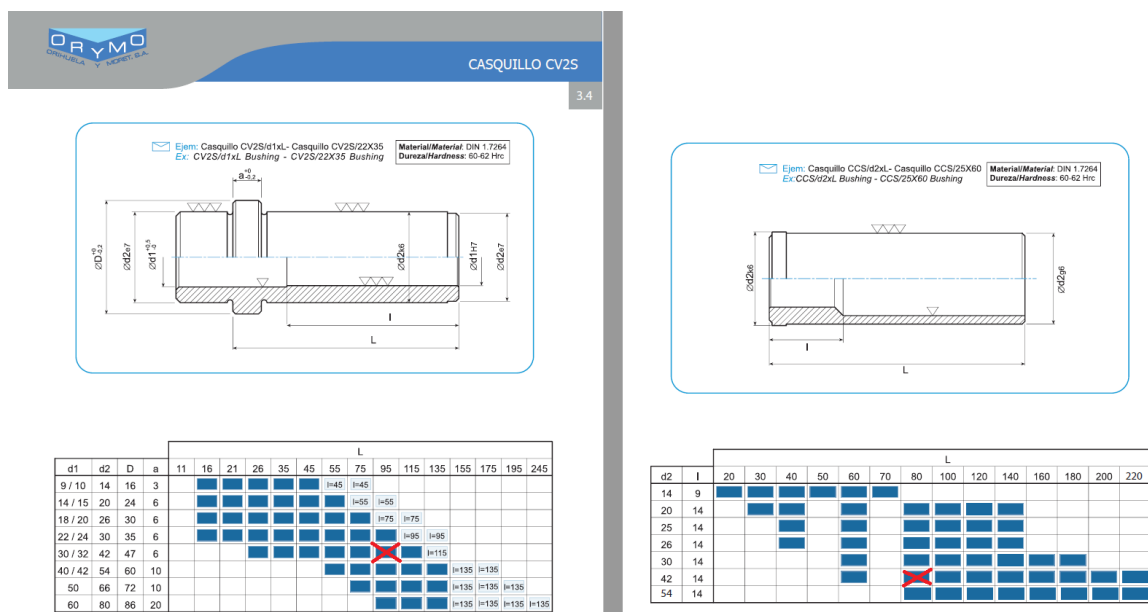


Figura 6-70. Catálogo ORYMO - Casquillos CV2S y CCS

En este caso al ser un molde especial, el regle central no iría guiado. Pero para dar más rigidez al conjunto se han colocado unos pequeños casquillos. Por temas de espacio se han ubicado en distintas posiciones, por lo que un par de ellos guiarán el regle con la placa figura y otro par con la de embride. Son unos casquillos sencillos de  $\text{Ø}32 \times 19$  mm e irán sujetos por tornillos de M10 de longitudes 40 y 110 mm.

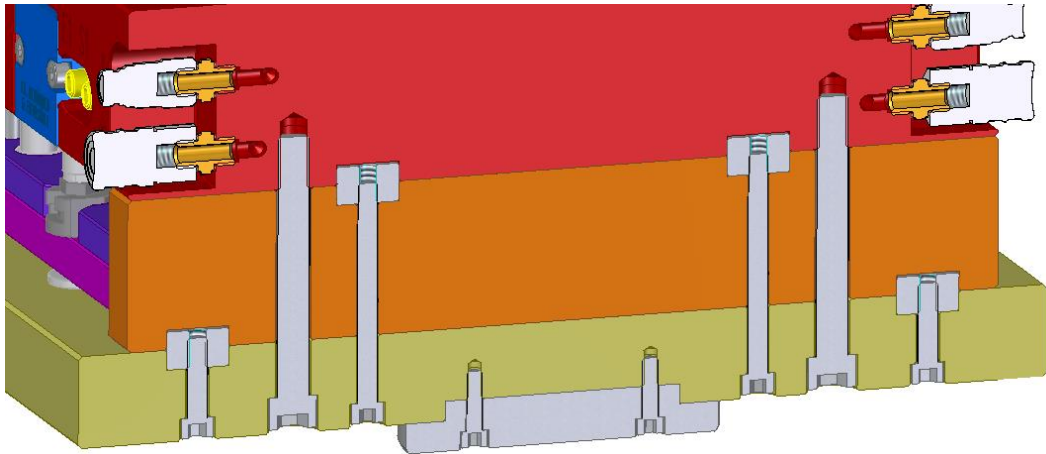


Figura 6-71. Detalle de guiado del Regle central

El guiado de los conjuntos de expulsión se realizará mediante guías de referencia **E1040 18x100** en acero **1.7131** sin cabezas ni valonas. Irán empaquetadas en los alojamientos realizados en la placa figura y en la de embride y sujetas con tornillería de M10x40 mm. Los casquillos de los conjuntos de expulsión deslizarán a lo largo de estas piezas permitiendo el movimiento de todo el bloque.

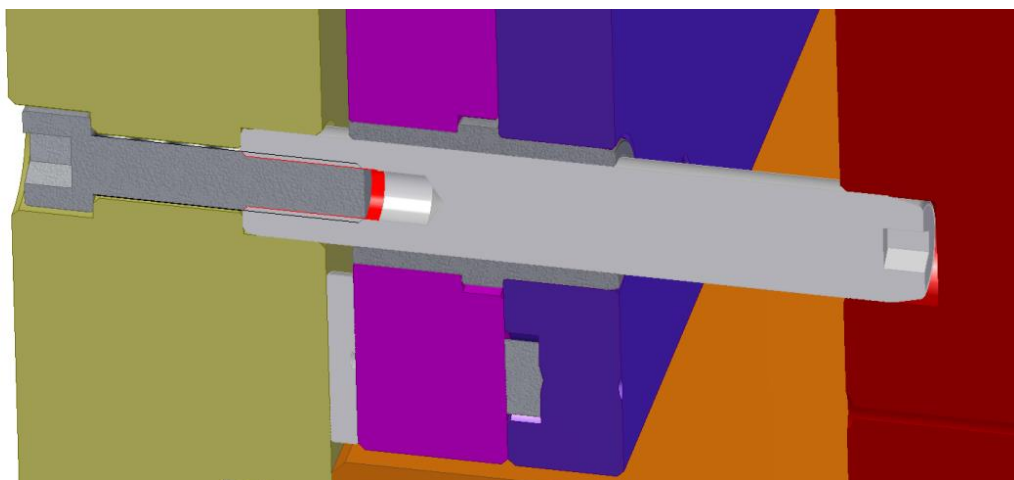


Figura 6-72. Detalle de guías de expulsión



### 6.3.6.2. Soportes

Debido a las grandes presiones que se producen en los procesos de inyección, las placas de figura móviles pueden sufrir deformaciones por flexión. Si el molde no está bien diseñado y esta placa flexa demasiado, se podrían producir fugas de material debido a la separación de los postizos de cavidad. Según la siguiente tabla, el espesor máximo para evitar fugas que podemos tener para el material utilizado en este caso, que es el ABS, serán entre 0,25 y 0,038 mm. Es decir, cualquier zona entre elementos (postizo-postizo, postizo-expulsores, postizo-boquillas de inyección, etc.) que tenga una separación mayor a esta, producirá fugas.

MATERIAL	$\chi(\text{mm})$	MATERIAL	$\chi(\text{mm})$
ABS	0.025-0.038	PP	0.013-0.025
ACETAL	0.025-0.038	PS	0.013-0.025
HIPS	0.1	PMMA	0.013-0.038
P. C	0.05	PE	0.013-0.025

Tabla 6-24. Espesores de filtrado según material

Para dar rigidez a la placa de figura y evitar este problema, se puede colocar una placa intermedia llamada también placa sufridera. Esta placa se colocará entre los regles y la figura para dar rigidez al conjunto. En este caso, al tener 3 regles en el molde y unas cavidades con un área proyectada no demasiado grande, se ha decidido prescindir de este tipo de placa debido al menor riesgo de flexión. Lo que sí se ha optado es por poner unos soportes. Esta solución es más económica y elimina el riesgo de flexión de la placa. Son de  $\varnothing 38 \times 76$  mm, fabricados mediante torno (de ahí su bajo coste), en acero **1730** y se colocan 6 unidades en cada zona de expulsión entre regles sujetos por tornillos de M10x50 mm a la placa de embride.

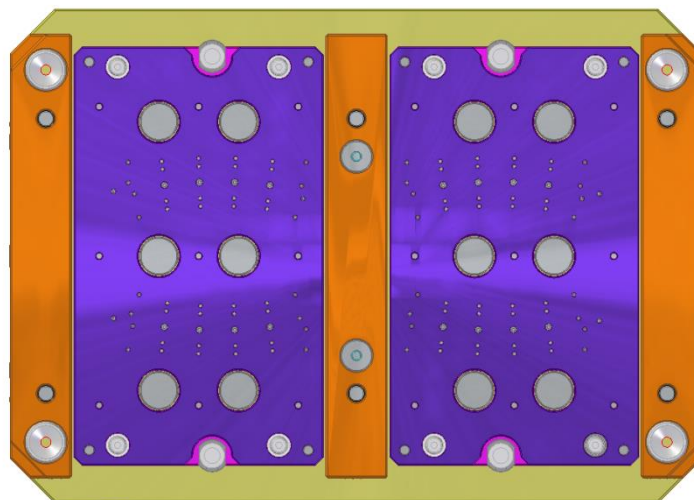


Figura 6-73. Ubicación de los soportes de placa

### 6.3.6.3. Expulsores de camisa

Como hemos comentado en el punto 6.3.5.3, los expulsores de camisa llevan una varilla interior que no tiene movimiento. Esta varilla va fijada a la placa de embride mediante un alojamiento para la cabeza y para un espárrago que la apretará contra la placa. De esta manera el expulsor tubular se mueve libremente con el conjunto de expulsión quedando la varilla fija en su interior.

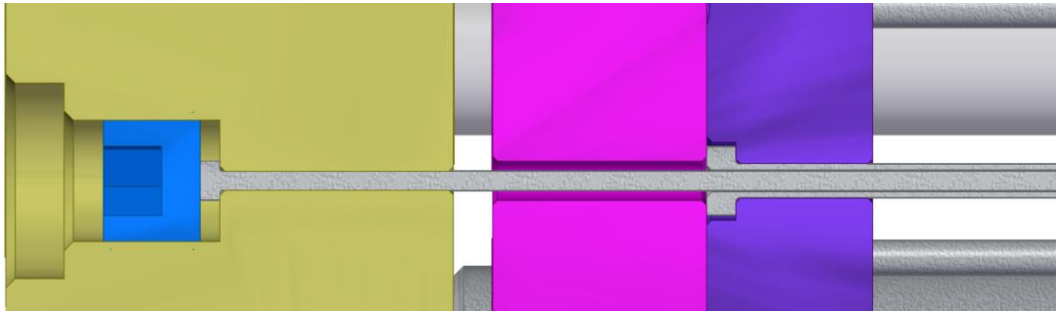


Figura 6-74. Detalle de montaje de expulsores de camisa

### 6.3.6.4. Topes de expulsión

Sobre ellos descansarán los conjuntos de expulsión en estado de reposo. Son unos discos de  $\varnothing 30 \times 4$  mm sujetos por tornillos cónicos de M5x12 mm. Se colocan uno debajo de cada retornador de la expulsión, de cada émbolo de los cilindros y dos más en la parte central de las placas. Con esto aseguramos que las placas apoyen de manera homogénea.

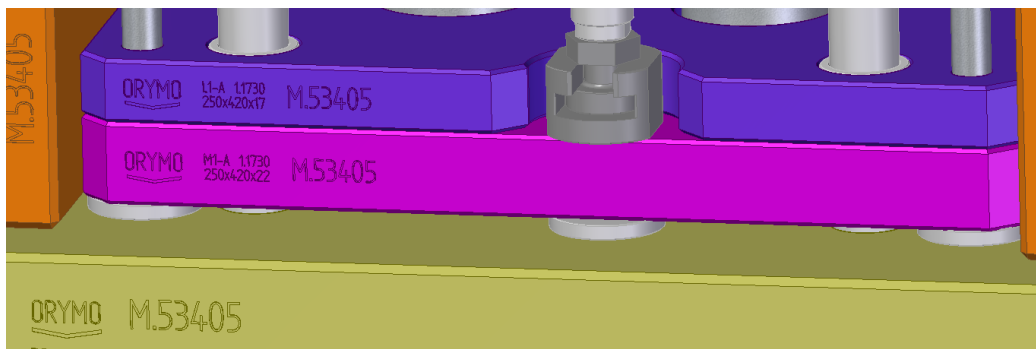


Figura 6-75. Detalle de topes de expulsión

### 6.3.6.5. Disco centrador

Al igual que en el lado fijo, en el lado móvil se coloca un disco centrador para que éste quede perfectamente centrado en el plato giratorio de la máquina y que el molde cierre perfectamente en las dos posiciones. En este caso es un disco de  $\varnothing 160$  mm ciego, sin mecanizado interior.

### 6.3.7. Conjunto del lado móvil

Una vez vistos todos los componentes, el conjunto móvil queda de la siguiente manera:

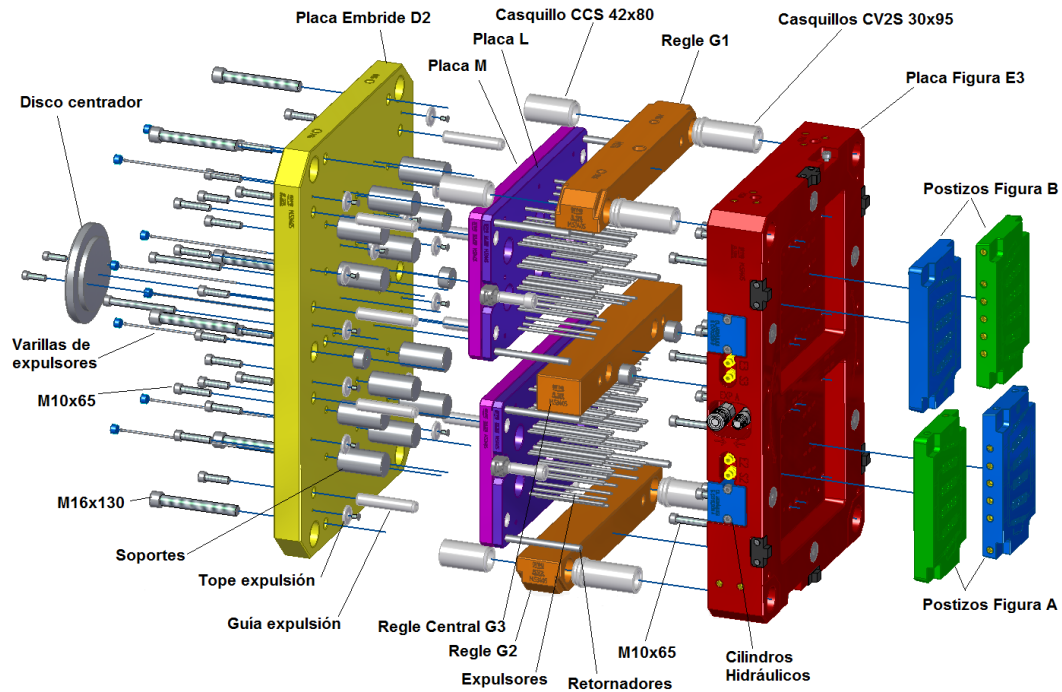


Figura 6-76. Vista explosionada del conjunto móvil

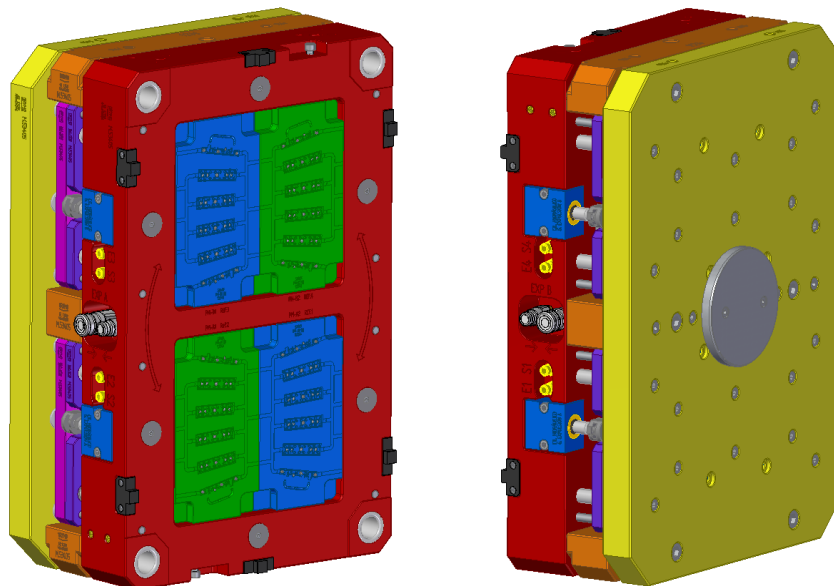


Figura 6-77. Vistas del conjunto móvil montado

Teniendo ya el conjunto móvil completado, se muestra un detalle de la comparativa entre el conjunto expulsor en posición de reposo y con un recorrido de 15 mm, más que suficiente para expulsar las piezas completamente. Vemos como el expulsor de camisa actúa solamente moviendo el elemento tubular, y como el expulsor del bebedero sobresale completamente del postizo, dejando el ángulo negativo fuera.

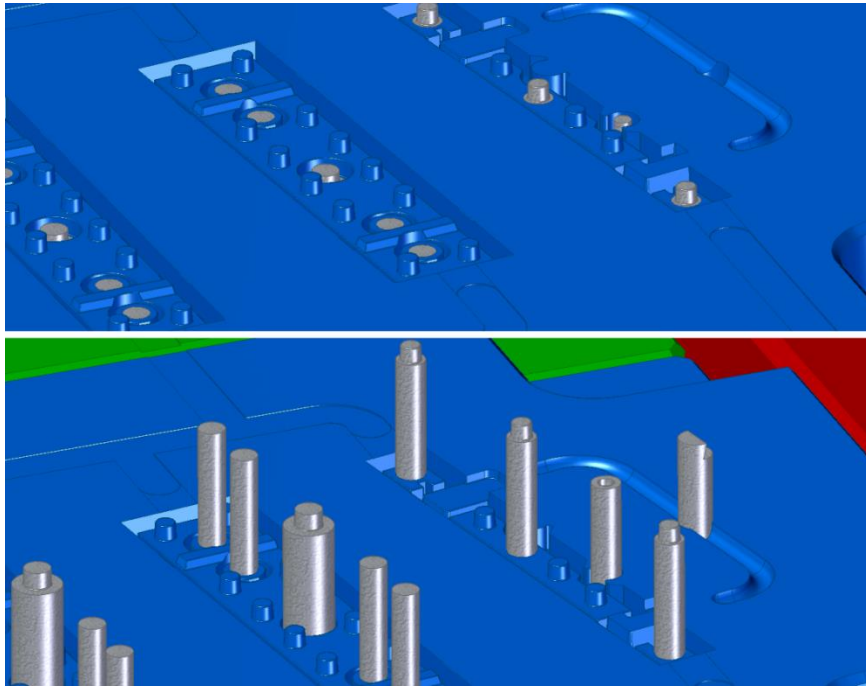


Figura 6-78. Detalle de recorrido de los expulsores

La lista de componentes del conjunto móvil será la siguiente:

Referencia de accesorio	Cantidad
Placa Embride D2	1
Placa Figura E3	1
Regle 1	1
Regle 2	1
Regle Central 3	1
Postizo móvil A	2
Postizo móvil B	2
Conjunto de expulsión	2
Casquillo CV2S 30*95	4
Casquillo CCS 42*80	4
Tornillo M16*130	6
Casquillo Guía Ø32*19	4
Disco centrador Ø160*25mm	1
Tornillo M8*30mm	2
Tope expulsión E1500 Ø30	16
Tornillo cónico M5*12mm	16
Guía expulsión E1040 18*100	8
Soporte Ø38*76mm	12
Tornillo M10*50mm	12
Tornillo M10*40mm	10
Tornillo M10*65mm	16
Tornillo M10*110mm	2
Expulsor E1710 2*200	8
Espárrago M14*10mm	8

Tabla 6-25. Lista de componentes del conjunto móvil

## 6.4. Conjunto del molde

Finalmente uniendo las dos partes del molde obtenemos el conjunto final con todas las placas, elementos y accesorios. En el apartado **10.3 del “ANEXO I: PLANOS”** podemos encontrar los planos de conjunto con toda la información del molde.

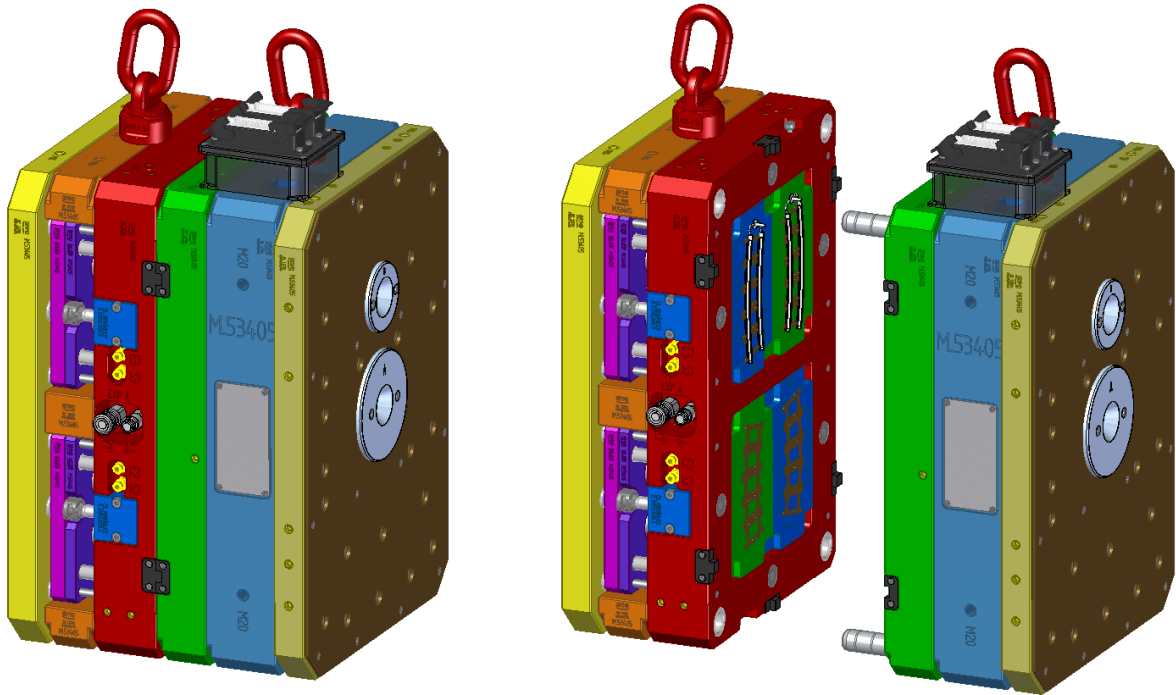


Figura 6-79. Conjunto final del molde

Las guías GC2S y los casquillos CV2S junto con los centradores alinearán las dos mitades con precisión. Para la elevación y transporte del molde se utilizarán cáncamos de M24 después de haber asegurado el molde con los cierres superior e inferior que evitarán que éste se abra reduciendo el riesgo de accidentes. Es importante que una vez colocado en máquina se retiren estos cierres antes de iniciar los trabajos de inyección.



Figura 6-80. Detalle de cierre de seguridad

## 7. FUNCIONAMIENTO DEL MOLDE

Una vez se tenga el molde completamente terminado, se coloca en la máquina y se sujeta a los platos de mediante bridas. Para ello se utilizarán las alas de las placas de amarre que sobresalen del conjunto. Se retirarán los cierres y ya estará listo para iniciar el proceso. Como ya se vio en el punto de diseño preliminar del molde, las fases del ciclo de inyección de las piezas será el siguiente:

1. Partiendo de la posición de molde cerrado, y teniendo las traviesas ya formadas en la parte superior del molde, se realizarán la sobreinyección de los raíles sobre éstas y la inyección de unas nuevas traviesas en la parte inferior simultáneamente.
2. Una vez enfriadas todas las cavidades el molde se abre y el plato de máquina móvil gira todo el conjunto macho 180°, posicionando las piezas terminadas en el lado inferior y unas nuevas traviesas en el lado superior.
3. En este momento, el grupo de expulsión que se encuentra en la parte inferior actúa liberando las piezas y los bebederos separándolos entre sí por efecto de las entradas submarinas.
4. Las piezas terminadas caen a una cinta transportadora que las almacena en cajas, el molde vuelve a cerrar y se inicia de nuevo el ciclo volviendo al punto n°1.

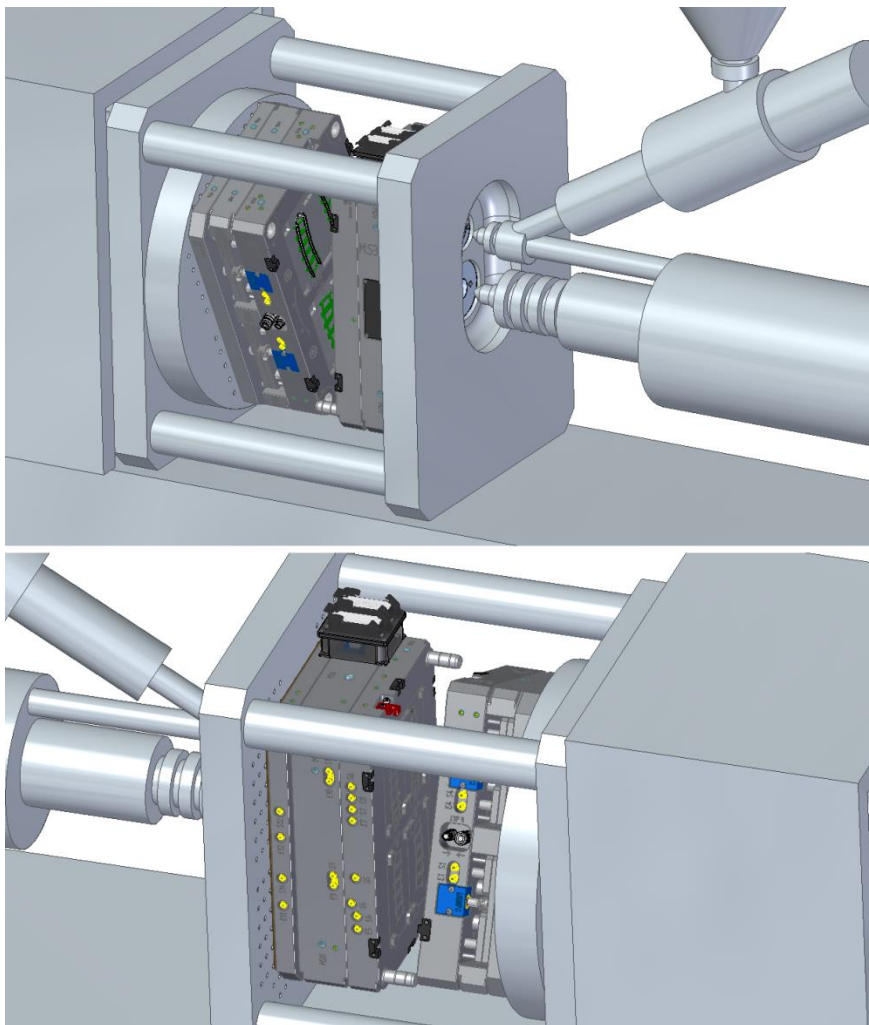


Figura 7-1. Simulación de máquina de inyección con el molde instalado



## 8. PRESUPUESTO

A continuación, se detalla el presupuesto realizado del molde y sus componentes. Está dividido en tres partes que serán: **placas, cámara caliente y accesorios**.

### 8.1. Placas

La primera parte de este presupuesto contempla todas las placas del molde así como sus mecanizados completos.

Coste de materiales:

Medidas acabado							Medidas bruto			KG	€/KG	COSTE
Placa	Material	Cant.	Ancho	Largo	Esp.	Peso Neto Kg.	Ancho	Largo	Esp.	peso	kilo	total
D	1730	2	496	696	46	254	504	704	50	284	1,15	326,43
E	1730	1	446	696	116	288	454	704	120	307	1,15	352,86
E	1730	1	446	696	76	189	454	704	80	205	1,15	235,24
E	1730	1	446	696	96	238	454	704	100	256	1,15	294,05
J	1730	0	0	0	0	0	8	8	4	0	1,15	0,00
L	1730	2	250	420	17	29	258	428	21	37	1,15	42,67
M	1730	2	250	420	22	37	258	428	26	46	1,15	52,83
H	1730	0	0	0	0	0	8	8	4	0	1,15	0,00
Post	2344	8	140	250	46	103	148	258	50	122	4	488,76
	1730	0	0	0	0	0	8	8	4	0	1,15	0,00
G	1730	1	62	446	76	17	70	454	80	20	1,15	23,39
G	1730	2	62	446	76	34	70	454	80	41	1,15	46,78
<b>Cantidad piezas:</b>	20				<b>Peso NETO:</b>	<b>1188</b>				<b>1317</b>	<b>Kilos</b>	<b>1862,99 €</b>

Tabla 8-1. Cantidades de material

Coste de trabajos:

Descripción	Fase	Tiempo (H)	Coste Horario (€/H)	Total
Planear	1	10,0	55	550,00
Rectificar	2	8,0	55	440,00
Escuadrar	3	16,0	55	880,00
Mecanizado de laterales	4	26,0	55	1430,00
Desbastar Cajeras	5	10,0	55	550,00
Acabar Cajeras y Taladrar	6	49,0	55	2695,00
Postizos	7	226,0	65	14690,00
Montar / Embalar	8	8,0	55	440,00
<b>TOTAL HORAS</b>		<b>353,0</b>	<b>TOTAL</b>	<b>21675,00 €</b>

Tabla 8-2. Coste de trabajos

Artículos de tarifa, accesorios, moldes estándar				
Referencia		cant,	p.v.p.	Sub total €
SIN ACCESORIOS				
PALLET		1	6	6
PORTES		1	50	50
Temple postizos		1	300	300
placa aislante 486x686x6		1	122	122
				0
				0
sub totales				478
	Coste	%Margen sobre coste	Margen absoluto	
Trabajos a realizar	21675,00 €	0	0	21675,00
Materiales	1862,99 €	10	186,30	2049,29
Articulos	478,00 €	0	0	478
Descuento	0%	Cargo por descuento	0,000%	0
				24202,29
Total neto				24202,29 €

Tabla 8-3. Resumen de coste de placas

El total para el mecanizado de las placas será de **24202,29 €**

## 8.2. Sistema de cámara caliente

La cámara bicomponente se presupuesta como un conjunto terminado donde se incluyen todos los componentes, el montaje y su prueba. Como hemos visto es un sistema roscado que no necesita ningún elemento adicional para amarrarlo al molde. Lo que sí se incluye en este apartado son los soportes que harán de contacto entre los topes y las placas, por tener unas características específicas.

Tendremos por un lado la cámara sin IVA, cuyo coste será **8950 €**.

Y por otro lado los soportes para topes, cuyo coste se detalla a continuación:

Soporte	Precio Uni.	Cantidad	Subtotal
Soporte tope 40x15	28 €	16	448 €
Soporte tope campana 62x40	75 €	2	150 €
Soporte tope antigiro 40x45	43 €	2	86 €
<b>Total</b>			<b>684 €</b>

Tabla 8-4. Coste de soportes

El coste total de los soportes será **684 €**.

En la hoja de oferta tenemos el precio total de todo incluido el IVA, de momento no los aplicaremos para aplicarlo al total final.



CLIENTE
107
LEGO

Portamoldes para inyección de plástico  
Sistemas de inyección por canal caliente  
Elementos normalizados para moldes  
Equipos de regulación de temperatura

DOCUMENTO	NÚMERO	FECHA	PORTES	TRANSPORTISTA	PÁG.
PROPUESTA PEDIDO	20 - 747	07/05/2020	PAGADOS	TRANSPORTES RUNNER S.L	1

ARTÍCULO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	DTO.	TOTAL
3	CAMARA CALIENTECSI 4P+20	1,00	8.950,00		8.950,00

DATOS REOLÓGICOS Y DE LA PIEZA

SISTEMA 2K

CSI.MAN 4PH /200,22-193,60-86,40-79,78/98,72-42,83-42,83-98,7  
CSI.MAN 2PT /84 /62,5-65/

Referencia: 53405

Cliente final: LEGO

Material a inyectar: 1º ABS 2º ABS

Peso pieza: 12,6 + (3+3) g

Número de puntos: 4 + 2

Número de cavidades: 2 + (2+2)

Canales y recorridos de flujo equilibrados

COMPONENTES DEL SISTEMA DE CAMARA CALIENTE

4-Boquillas CSI.ZN08M- 134 mm

2-Boquillas CSI.ZN08V- 136 mm

2-Boquillas de acceso con cono 70º

4-Metros CCC400 de cable resistente a la temperatura 400ºC.

2-Bases BAHART24P66

1-Conector macho COHART24PM

1-Conector hembra COHART24PH

1- Sistema carenado

Plazo de entrega:3 semanas a partir de la aprobacion de plano

Este presupuesto es orientativo, y puede tener variaciones en función del proyecto final

TOPE-40X15	TOPE MBK 40X15	16,00	28,00	448,00
TOPE-40X45X15	TOPE MBK 40X45X15	2,00	75,00	150,00
3	TOPE ANTIGIRO	2,00	43,00	86,00

TOTAL BRUTO	TOTAL DTO.	BASE IMPONIBLE	%IVA	TOTAL IVA	TOTAL
9.634,00	0,00	9.634,00	21,00	2.023,14	11.657,14 Eur

Avda. Cid, 4 Pol. Ind. Torrubero 46136 Museros (València) SPAIN  
Tel.: 96.145.20.16 - Fax: (34) 96.145.20.17  
info@orymo.com www.orymo.com

**En caso de aceptación de la propuesta de pedido devuelvan el presente documento sellado y firmado.**

En virtud de lo dispuesto en la Ley Orgánica 3/2018 de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y Garantía de los Derechos Digitales y el Reglamento General de Protección de Datos Personales 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo le informamos que sus datos formarán parte de los ficheros y tratamientos de ORIHUELA Y MORET S.L, sita en AVENIDA DEL CID 4 POL.IND. TORRUBERO CP 46136 DE MUSEROS - VALENCIA, con la finalidad de gestionar nuestra relación comercial y remitirle información sobre nuestra actividad empresarial. La base jurídica que legitima este tratamiento será su consentimiento, el interés legítimo o la necesidad de gestionar nuestra relación profesional o contractual. Sus datos serán conservados en nuestros ficheros durante todo el tiempo que sea necesario para cumplir con nuestras obligaciones legales. Podrá ejercer los derechos de acceso, rectificación, supresión, limitación y oposición del tratamiento y portabilidad de los datos que le conciernen dirigiéndose mediante comunicación fehaciente por escrito, acreditando su identidad, en el domicilio indicado. Y en el caso de que lo considere oportuno, podrá presentar una reclamación ante la Agencia Española de Protección de Datos para ejercer la tutela de sus derechos.

Figura 8-1. Hoja de oferta para sistema de cámara caliente

### 8.3. Accesorios

En este apartado se listan todos los accesorios necesarios divididos en cuatro grupos. Los proveedores serán ORYMO y MEUSBURGER.

En la primera tabla tenemos la tornillería, que será de calidad 12.9 según norma ISO4762 (DIN 912), los pasadores y los espárragos:

Elemento	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
Tornillo cabeza cil. M4x10	4	0,12 €	0,48 €
Tornillo cabeza cil. M5x10	6	0,12 €	0,72 €
Tornillo cabeza cónica M5x12	16	0,22 €	3,52 €
Tornillo cabeza cónica M6x12	16	0,25 €	4,00 €
Tornillo cabeza cil. M6x20	44	0,15 €	6,60 €
Tornillo cabeza cil. M8x20	6	0,16 €	0,96 €
Tornillo cabeza cil. M8x25	18	0,16 €	2,88 €
Tornillo cabeza cil. M8x30	6	0,16 €	0,96 €
Tornillo cabeza cil. M8x50	8	0,16 €	1,28 €
Tornillo cabeza cil. M10x40	10	0,20 €	2,00 €
Tornillo cabeza cil. M10x45	16	0,20 €	3,20 €
Tornillo cabeza cil. M10x50	12	0,20 €	2,40 €
Tornillo cabeza cil. M10x65	16	0,24 €	3,84 €
Tornillo cabeza cil. M10x110	2	1,80 €	3,60 €
Tornillo cabeza cil. M16x55	16	0,80 €	12,80 €
Tornillo cabeza cil. M16x130	6	3,20 €	19,20 €
Tornillo cabeza cil. M16x180	8	6,80 €	54,40 €
Pasador DIN7979 Ø10x30	8	0,50 €	4,00 €
Espárrago M14x10 mm	8	0,22 €	1,76 €
		<b>TOTAL=</b>	<b>128,60 €</b>

Tabla 8-5. Costes de tornillería

A continuación, los elementos hidráulicos para refrigeración y circuitos de aceite para la expulsión:

Elemento	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
Tapón roscado 1/4" GAS	113	0,36 €	40,68 €
Tapón interior con junta tórica Ø8 mm	38	1,70 €	64,60 €
Conector rápido DME 914A	24	1,90 €	45,60 €
Conector hidráulico STÄUBLI MPX 06.7101 JV	2	10,80 €	21,60 €
Conector hidráulico STÄUBLI MPX 06.1101 JV	2	9,70 €	19,40 €
Junta tórica 8x1,5 mm	8	0,35 €	2,80 €
Junta tórica 12,5x2 mm	16	0,48 €	7,68 €
		<b>TOTAL=</b>	<b>202,36 €</b>

Tabla 8-6. Costes de elementos hidráulicos

En esta tabla tenemos todos los elementos normalizados de guiado, expulsión y centraje:

Elemento	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
Guía GC2S 30x75x76	4	19,75 €	79,00 €
Casquillo CV2S 30x95	4	16,30 €	65,20 €
Casquillo CCS 42x120	4	10,40 €	41,60 €
Casquillo CCS 42x80	4	8,40 €	33,60 €
Casquillo guía Ø32x19	4	7,80 €	31,20 €
Guía de expulsión E1040 18x100	8	14,90 €	119,20 €
Casquillo expulsión E11202/18-17/22	8	12,00 €	96,00 €
Centrador recto 50 mm	6	147,70 €	886,20 €
Cierre de molde 52 mm	2	5,20 €	10,40 €
Cilindro hidráulico E7001/25/20	4	155,90 €	623,60 €
Conjunto acoplamiento para cilindro hidráulico E7084/10	4	52,10 €	208,40 €
Arandela de ajuste E2682/32-8	6	10,50 €	63,00 €
Tope distanciador Ø30x4 mm	16	1,90 €	30,40 €
Retornadores Ø10 E1710/ 10x160	8	7,80 €	62,40 €
Expulsor simple Ø4 E1710/ 4x160	4	3,80 €	15,20 €
Expulsor simple Ø3,5 E1710/ 3,5x160	24	3,90 €	93,60 €
Expulsor simple Ø3,2 E1710/ 3,2x160	64	3,90 €	249,60 €
Expulsor tubular Ø3,2 E1720/ 3,5/2x150	8	77,90 €	623,20 €
Expulsor simple Ø2 E1710/ 2x200	8	4,40 €	35,20 €
		<b>TOTAL=</b>	<b>3.367,00 €</b>

Tabla 8-7. Costes de elementos normalizados

Para finalizar, se detallan los discos centradores y los soportes de placa para expulsión, que se fabricarán mediante torno:

Elemento	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
Disco centrador A Ø160H25	1	56,00 €	56,00 €
Disco centrador B Ø100H25	1	48,00 €	48,00 €
Disco centrador móvil Ø160H25	1	46,00 €	46,00 €
Soportes de placa Ø38x76 mm	12	11,50 €	138,00 €
		<b>TOTAL=</b>	<b>288,00 €</b>

Tabla 8-8. Coste de elementos especiales

Finalmente, el precio total de los accesorios será de:

Conjunto	SUBTOTAL
Tornillería	128,60 €
Elementos hidráulicos	202,36 €
Elementos normalizados	3.367,00 €
Elementos de torno	288,00 €
<b>TOTAL=</b>	<b>3.985,96 €</b>

Tabla 8-9. Costes totales de accesorios

## 8.4. Precio final

Una vez visto el coste de todos los componentes, pasamos a calcular el coste final del conjunto. Se contempla un suplemento de un 10% del valor total por costes indirectos e imprevistos.

Placas mecanizadas	24.202,29 €
Sistema de cámara caliente	8.950,00 €
Soportes de cámara	684,00 €
Accesorios	3.985,96 €
<b>Total conjunto</b>	<b>37.822,25 €</b>
<b>10% Adicional costes indirectos e imprevistos</b>	<b>3.782,23 €</b>
<b>Total sin IVA</b>	<b>41.604,48 €</b>
<b>IVA</b>	<b>8.736,94 €</b>
<b>PRECIO TOTAL INCLUIDO EL IVA</b>	<b>50.341,41 €</b>

Tabla 8-10. Precio total del molde

A este precio habría que sumar el coste de ajuste del molde. Aunque esté bien mecanizado, siempre será necesario que un técnico matricero o ajustador termine de ajustar los cierres de postizos y molde para que acoplen perfectamente, no haya fugas o rebabas de material y las piezas obtenidas tengan un acabado perfecto.

## 8.5. Precio por pieza

Estimando una vida media del molde de unas 200.000 piezas realizamos el siguiente cálculo sin tener en cuenta otros costes de amortización como de la máquina de inyección o costes de energía eléctrica.

Coste estimado para 200.000 piezas	Coste	Coste/pieza
<b>Molde</b>	50.341,41 €	0,252 €
<b>Material (€/kg)</b>	1,20 €	0,023 €
<b>Peso de pieza = 19 g</b>	<b>Precio pieza=</b>	<b>0,275 €</b>

Tabla 8-11. Coste del molde por pieza fabricada

El precio por pieza obtenido es de **0,275 €** para una vida útil del molde de **200.000 unidades**.



## 9. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía utilizada:

- “Fundamentos de diseño de moldes”, Santiago Ferrándiz Bou, Máster en diseño de piezas y moldes para inyección de plásticos, DISMOLD UPV.
- “Tecnología de Polímeros”. M. Beltrán y A. Marcilla, Universidad de Alicante.
- Herbert Rees, “Understanding Injection Molding Technology”, Hanser Publishers, New York, 1994.
- ORYMO S.L., Orihuela y Moret., Página web corporativa con catálogos de productos. “orymo.com”
- MEUSBURGER, Página web con catálogos online de archivos CAD descargables, “meusburger.com”
- Página web “L-gauge.org”
- Página web “Brickdimensions.com”
- “plastics.ulprospector.com” Base de datos de materiales plásticos.
- “campusplastics.com” Web de información sobre materiales para la industria del plástico.
- MOLDEX 3D, Asistente de ayuda online.

Aplicaciones informáticas utilizadas:

- Solidworks 2015, Dassault Systemes
- SolidEdge ST6, Siemens
- Moldflow 2016, Autodesk
- Moldex 3D R17 Studio
- Microsoft Word y Excel

## **10. ANEXO I: PLANOS**

A continuación se incluyen los planos de piezas, conjuntos y de fabricación del proyecto. Se incluirán como archivos adjuntos los planos 3D de la pieza y el molde en formatos tanto "STEP" e "IGES" como en parasólido "X\_T".

### **10.1. Planos de pieza referencia 53405**

Planos detalle de las partes que forman el conjunto de pieza final con su tamaño real, sin escalado.

- Plano detalle de Traviesas 53405.
- Plano detalle de Raíles 53405.

### **10.2. Planos Sistema de cámara caliente**

Planos de conjunto y potencias con información del mecanizado necesario y sus tolerancias, potencias de resistencias, esquema de conexionado, conectores, etc.

- Plano de conjunto de cámara caliente.
- Plano de potencias y conexionado.

### **10.3. Planos de molde 53405**

Planos del molde completo visto desde todas las posiciones, conexiones a utilizar, distribución de las placas para el montaje, vistas en corte, etc.

- Plano de conjunto y conexiones molde.
- Plano general de elementos y montaje.

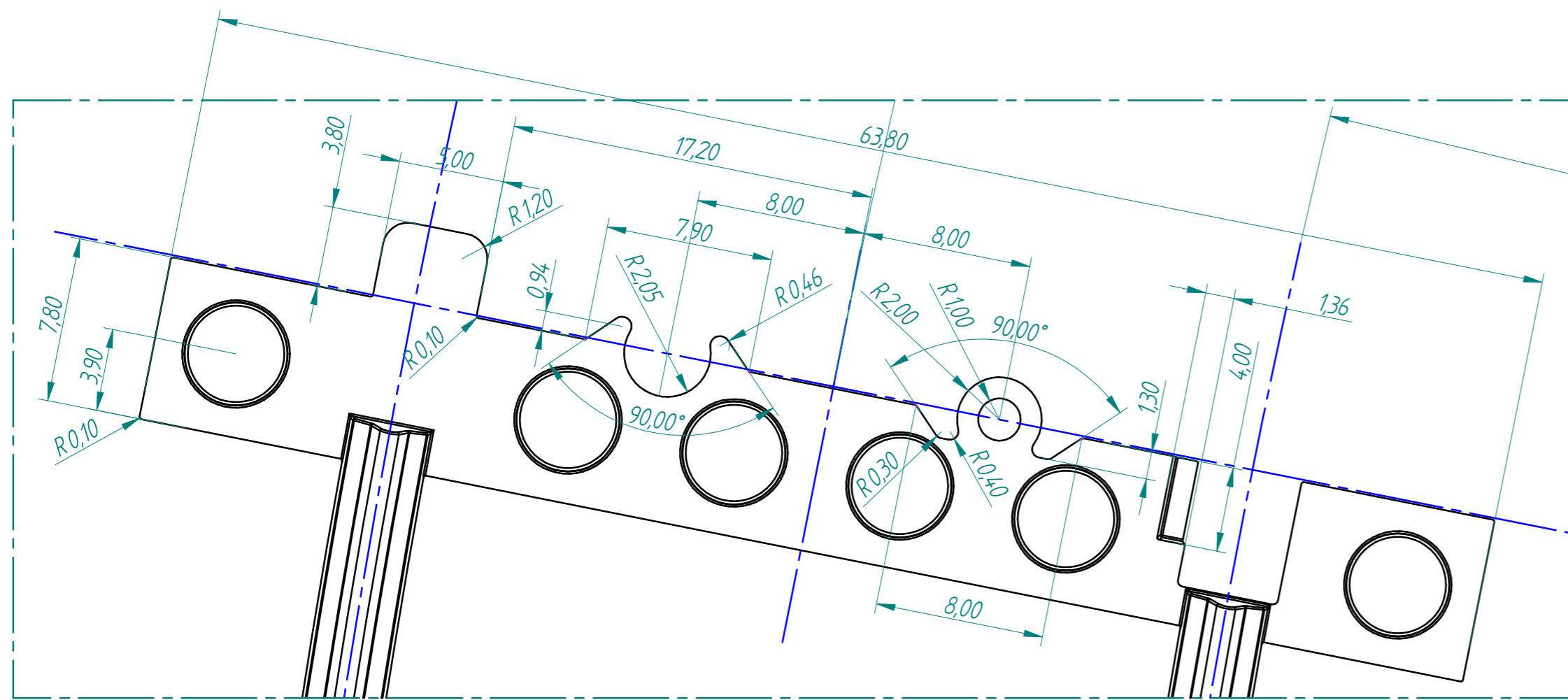
### **10.4. Planos de fabricación de placas**

Planos de fabricación completos con todos los detalles de mecanizados y taladros de todas las placas que forman el molde.

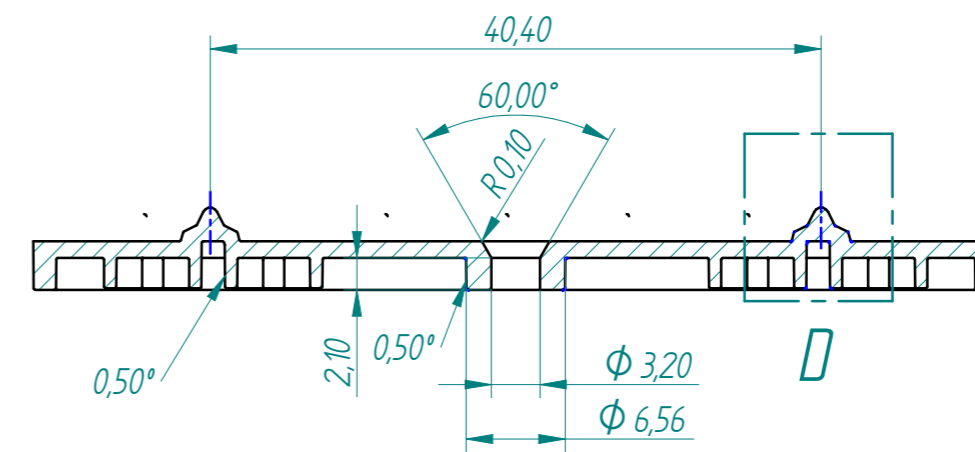
- Placa aislante.
- Placa de embride fija D1.
- Placa portacámara E1.
- Placa figura fija E2.
- Placa figura móvil E3 1/2.
- Placa figura móvil E3 2/2.
- Regle G1.
- Regle G3.
- Regle central G3.
- Placa de embride móvil D2.

Diseño de un molde y sistema de canal caliente 2K para inyección de plástico

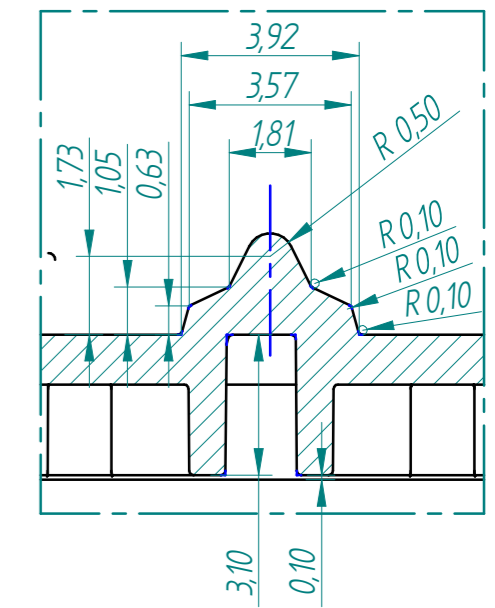
- Postizos fijos PF-A1 y 2.
- Postizos fijos PF-B1 y 2.
- Postizos móviles PM-A1-2 y B1 -2.



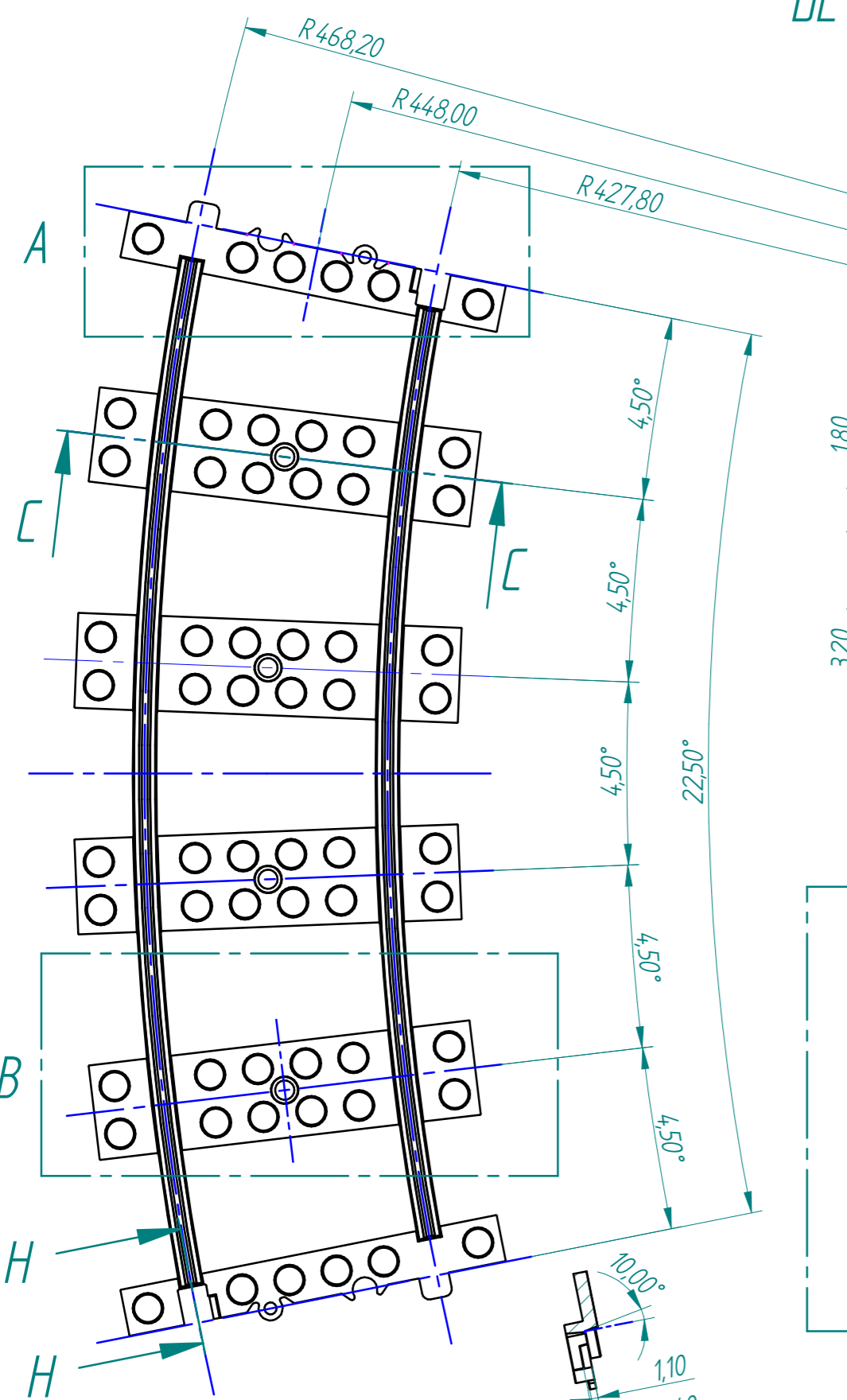
DETALLE A



CORTE C-C

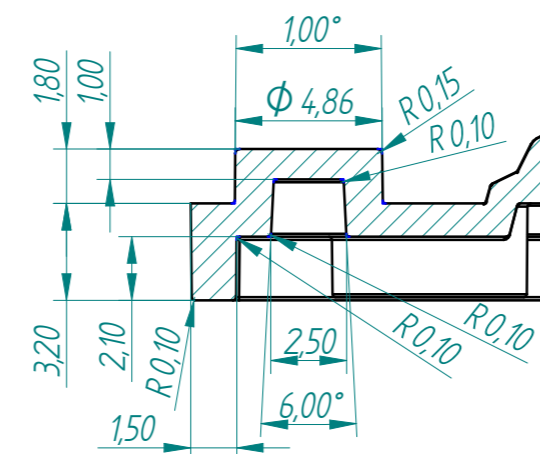


DETALLE D

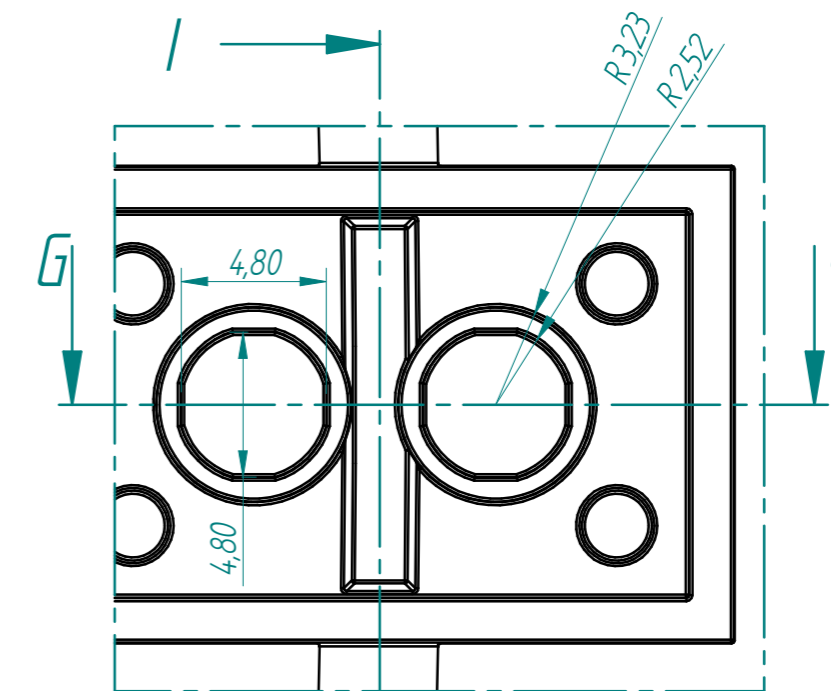
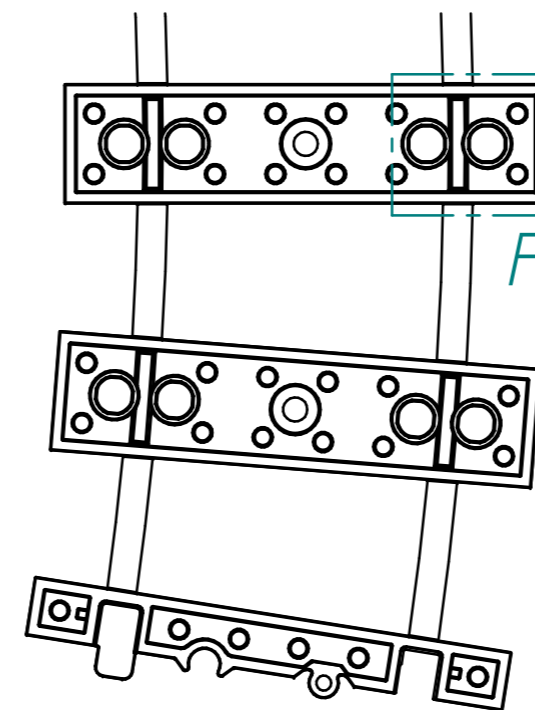


CORTE H-H

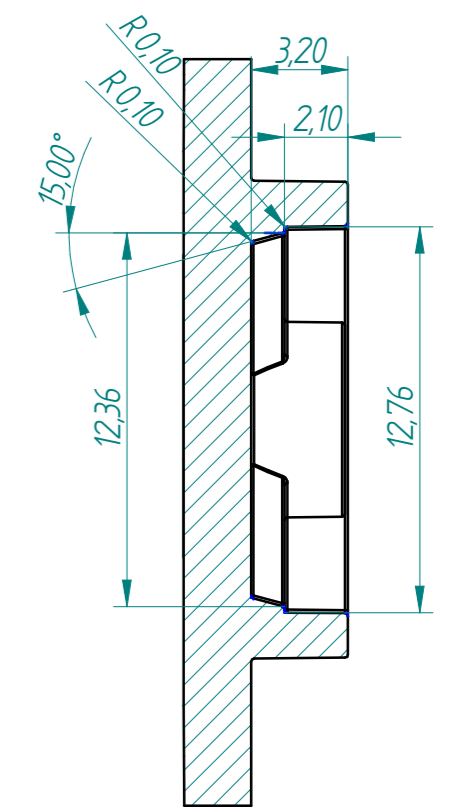
Redondeo general: 0,10 mm  
 Ángulo de desmoldeo general: 0,50°



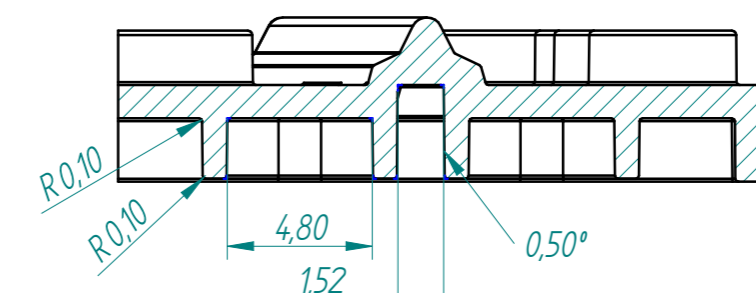
CORTE E-E



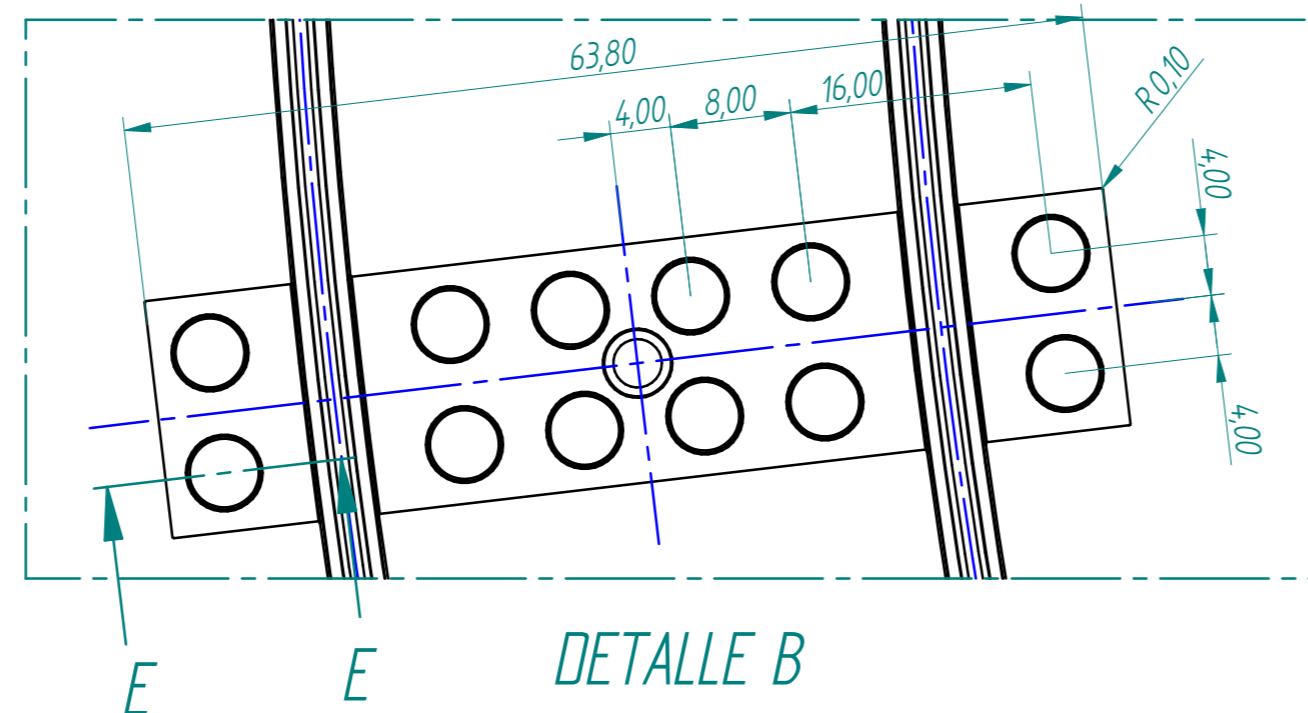
DETALLE F



CORTE I-I

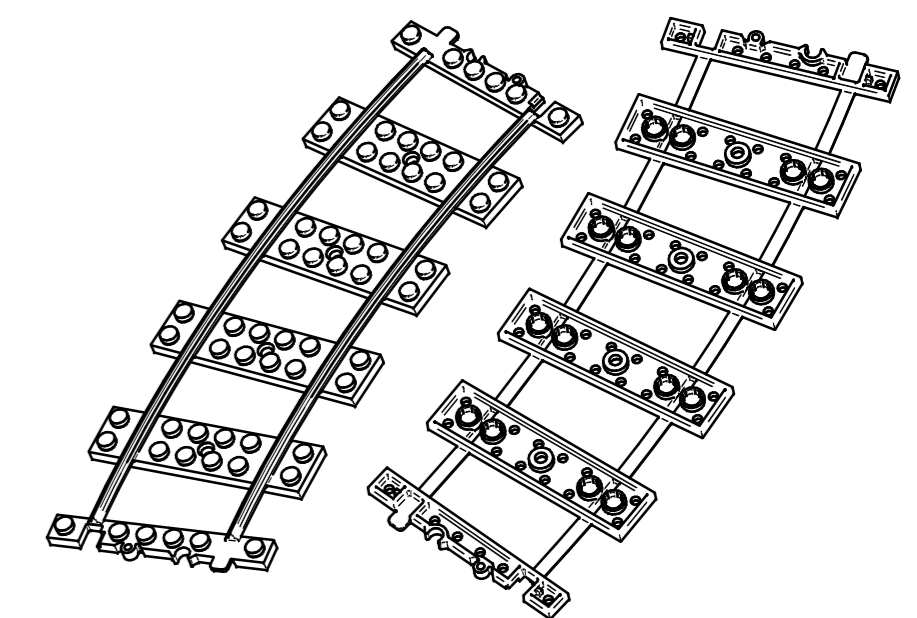



CORTE G-G



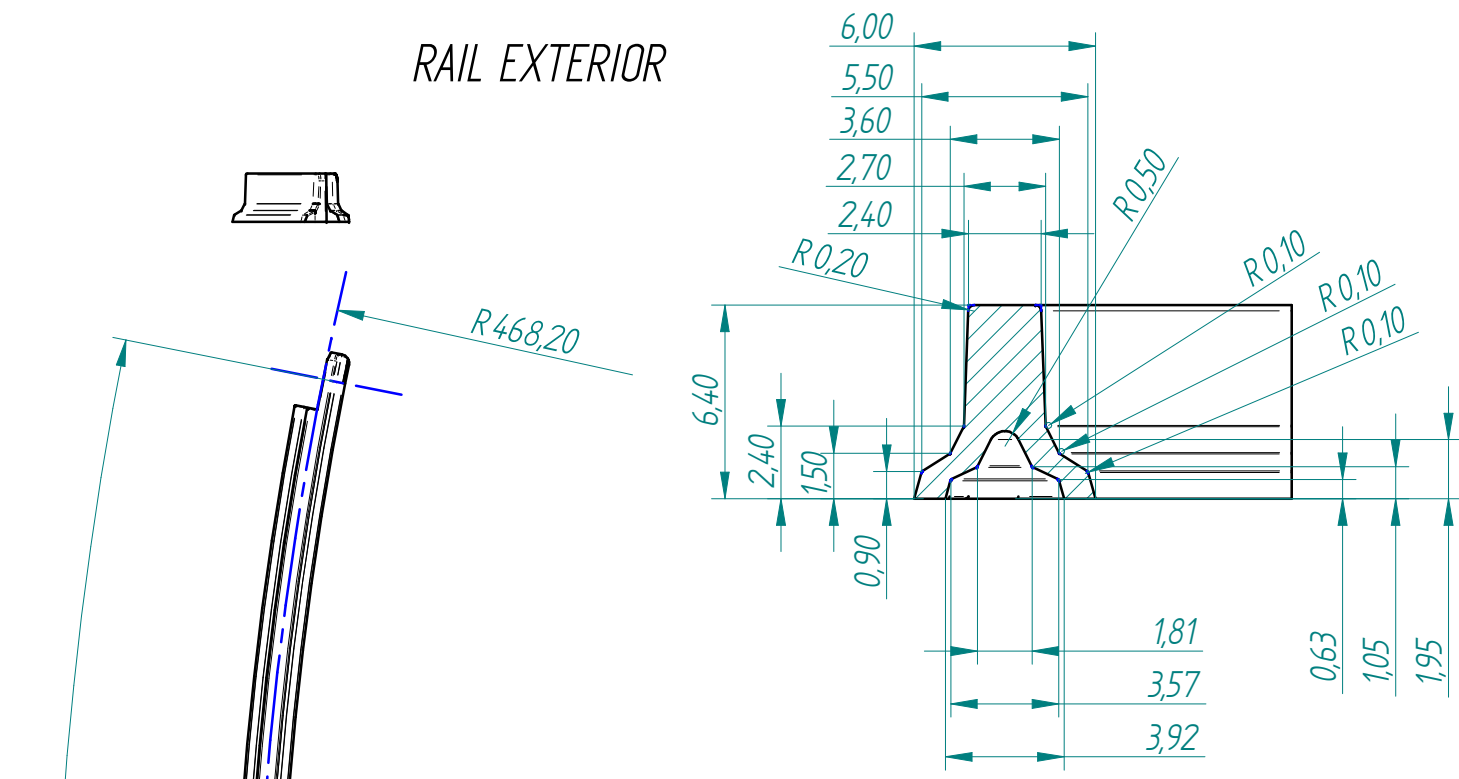
DETALLE B

Pieza: Traviesas 53405  
 Material: ABS (Gris, Negro, Marron, Verde)  
 Acabado: Pulido espejo  
 Volumen: 11834,992 mm<sup>3</sup>  
 Peso: 12g  
 Medidas: 188,7 x 71,7 x 5,43  
 Pieza sin contracción. Contracción a aplicar del 0,5%



Revisión	Fecha	Anula	Motivo	CÓDIGO:	CANTIDAD:	AUTOR:	Revisado por:	FECHA:	N°PLANO	ESCALA:
V01				53405	---	R. Monteagudo	----	07-05-2019		1:1
								DENOMINACION: Traviesas 53405		
<small>Av. del Cid, 6 - Pol. Ind. Torrubero            46136 - Museros            Valencia (España)            Tel: 96.1452016 - Fax: 96.1452017            e-mail: info@orymo.com</small>								CLIENTE: LEGO		

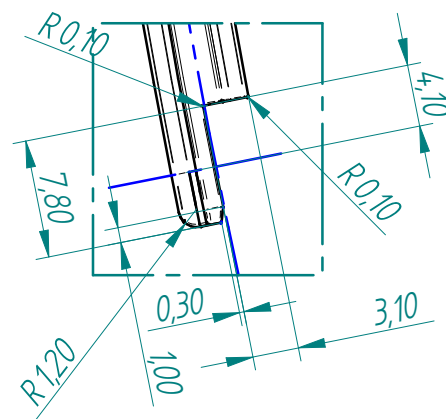
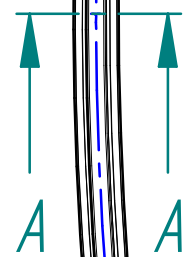
RAIL EXTERIOR



DETALLE A

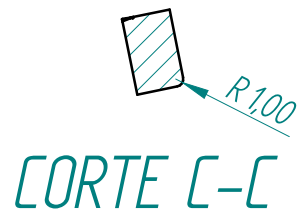


CORTE A-A



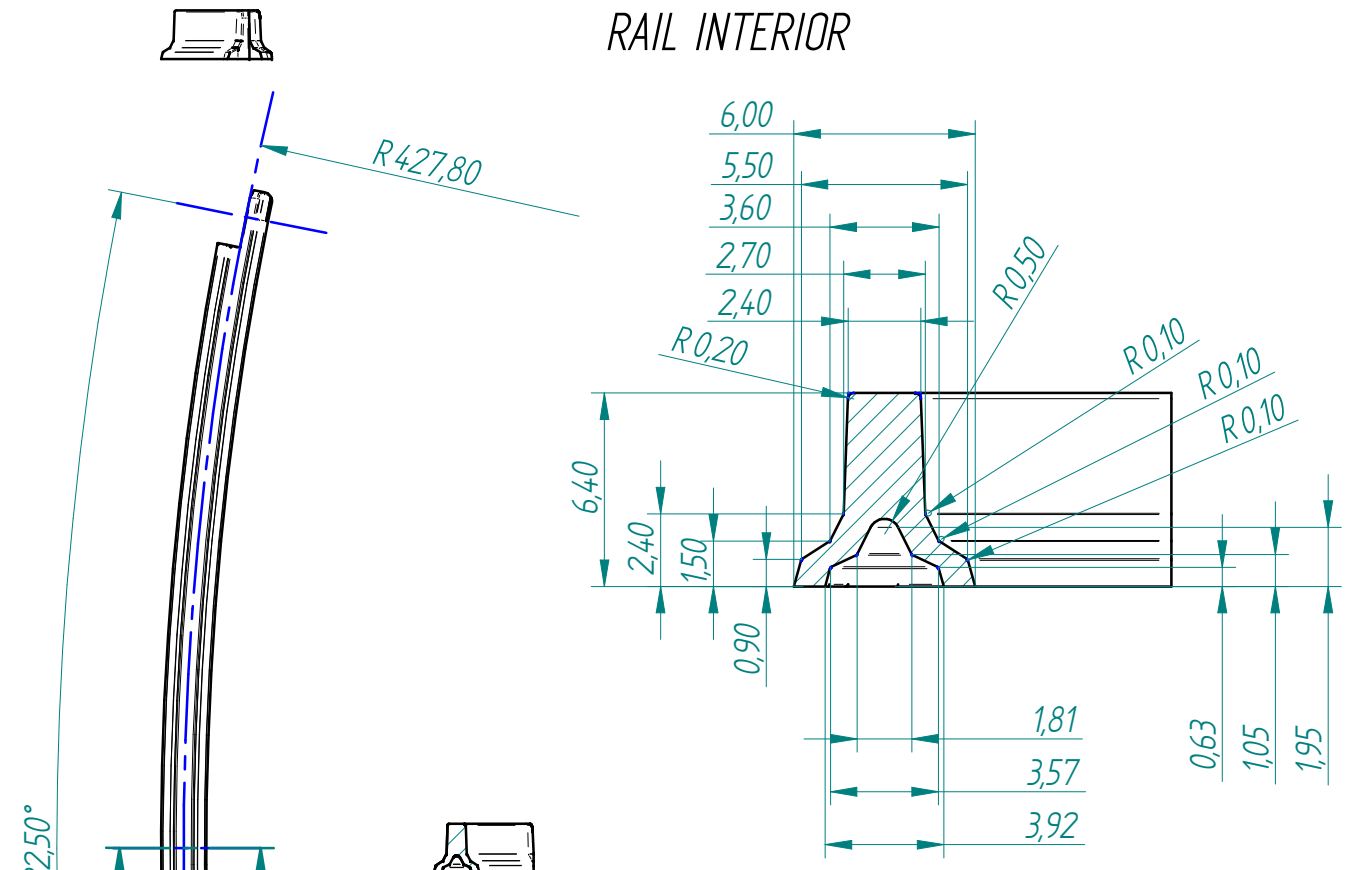
DETALLE B

Pieza: Rail Interior 53405  
 Material: ABS (Gris)  
 Acabado: Pulido espejo  
 Volumen: 2984,557 mm<sup>3</sup>  
 Peso: 3 g  
 Medidas: 190,25 x 15,45 x 6,40  
 Pieza sin contracción.  
 Contracción a aplicar del 0,5%



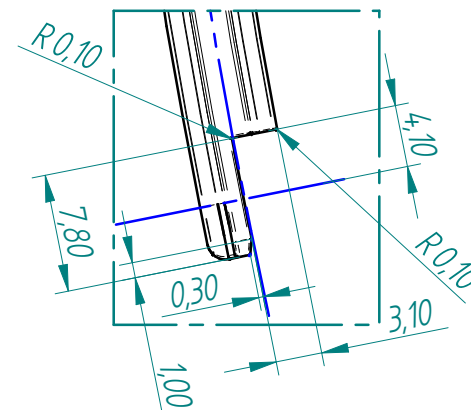
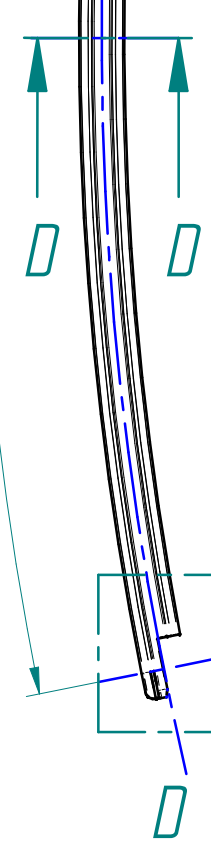
CORTE C-C

RAIL INTERIOR



CORTE D-D

DETALLE D



DETALLE D

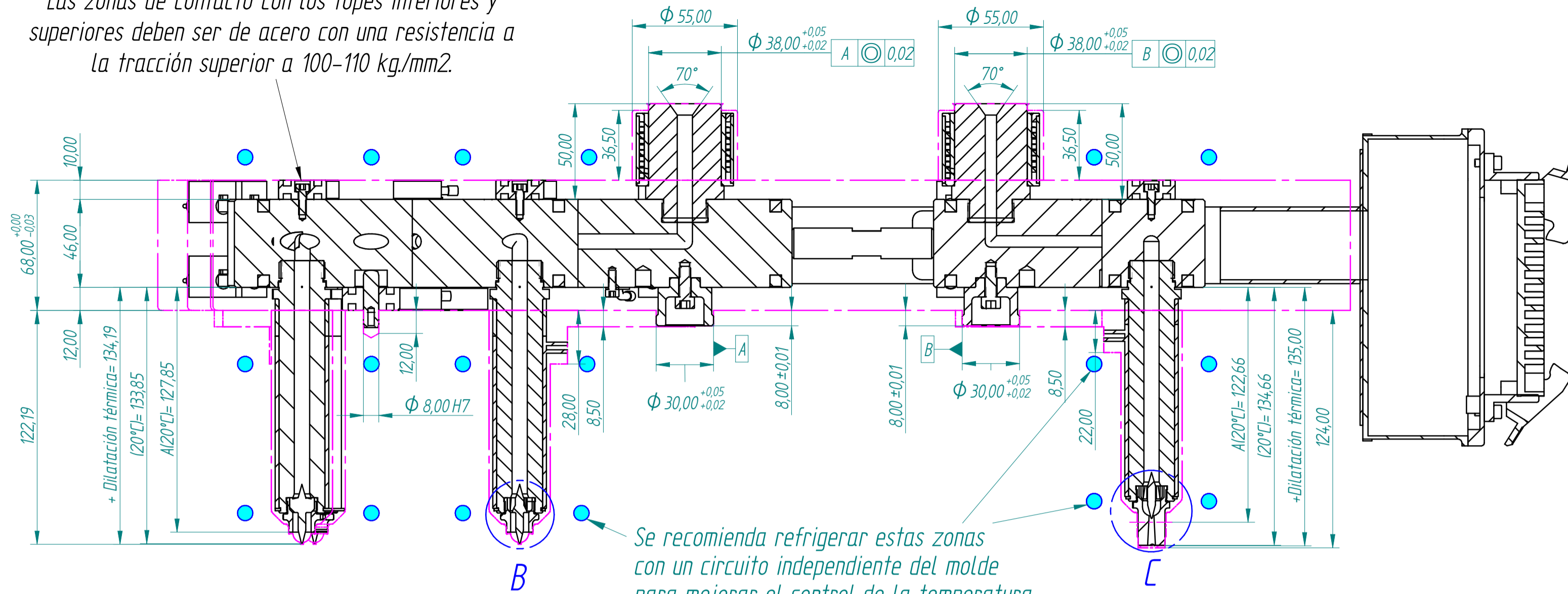
Pieza: Rail Interior 53405  
 Material: ABS (Gris)  
 Acabado: Pulido espejo  
 Volumen: 2732,462 mm<sup>3</sup>  
 Peso: 3 g  
 Medidas: 174,46 x 14,67 x 6,40  
 Pieza sin contracción.  
 Contracción a aplicar del 0,5%

V01						
Revisión	Fecha	Anula	Motivo			
CÓDIGO: 53405	CANTIDAD: ---	AUTOR: R. Monteagudo	Revisado por: ----	FECHA: 07-05-2019	N° PLANO	ESCALA: 1:1
			DENOMINACION: Rail Interior + Exterior 53405			
Av. del Cid, 6 - Pol. Ind. Torrubero 46136 - Museros Valencia (España) Tel: 96.1452016 - Fax: 96.1452017 e-mail: info@orymo.com			CLIENTE: LEGO			



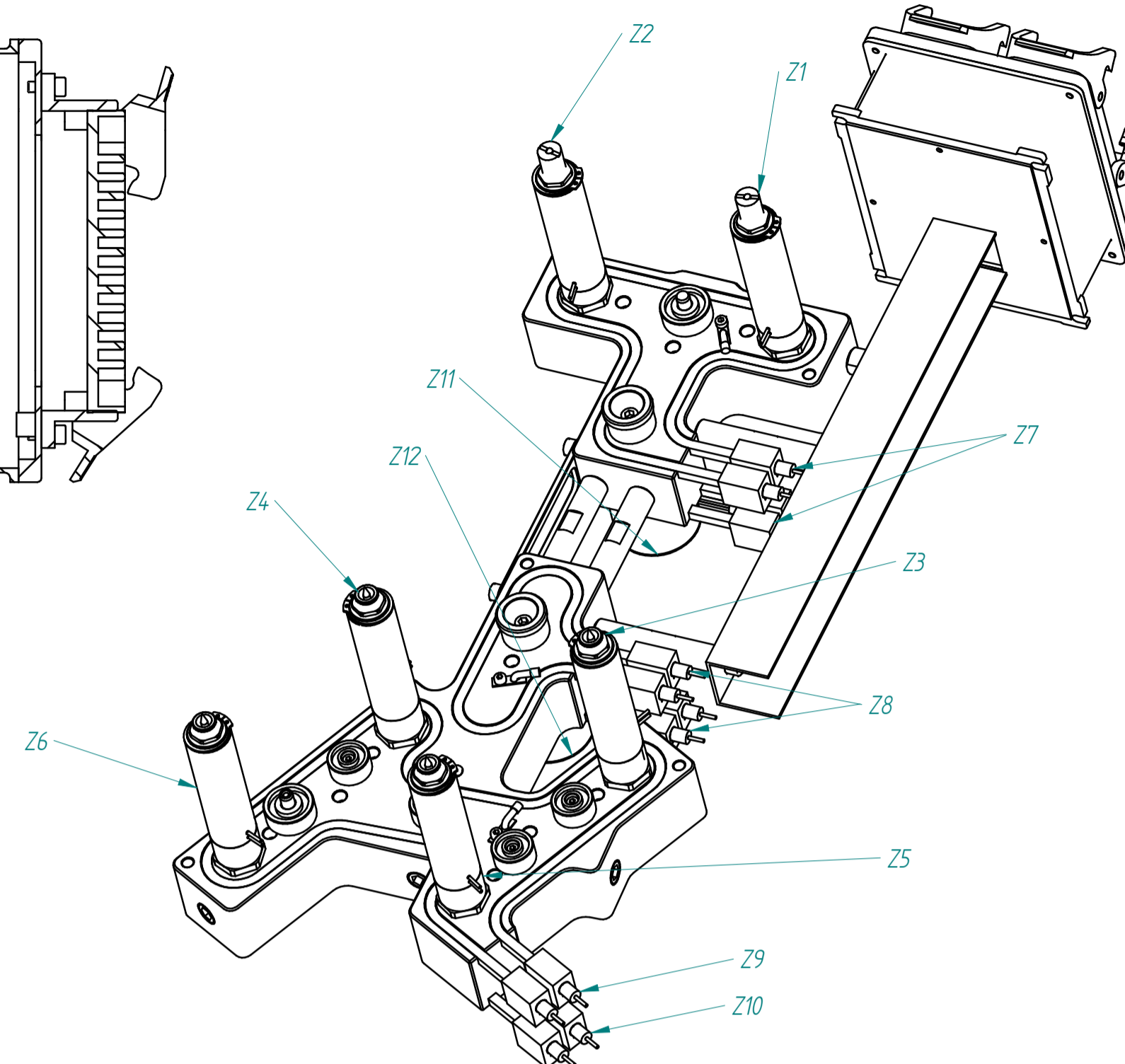


Las zonas de contacto con los topes inferiores y superiores deben ser de acero con una resistencia a la tracción superior a 100-110 kg/mm2.



Se recomienda refrigerar estas zonas con un circuito independiente del molde para mejorar el control de la temperatura.

ZONAS DE CONEXIONADO

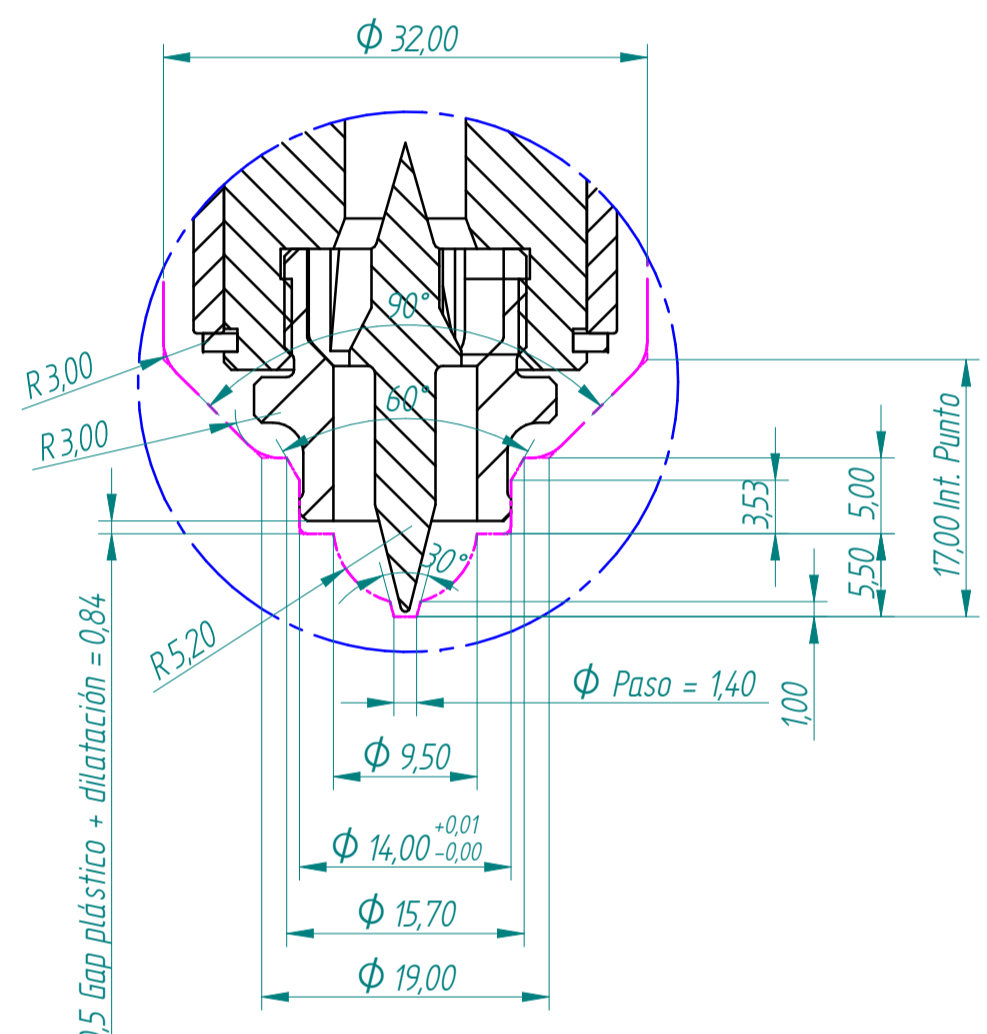


PESO APROXIMADO DEL SISTEMA 27,4 kg  
 PAR DE APRIETE  
 PUNTERAS ZN --- 60 Nm  
 CUERPOS ROSCADOS ZN --- 160 Nm

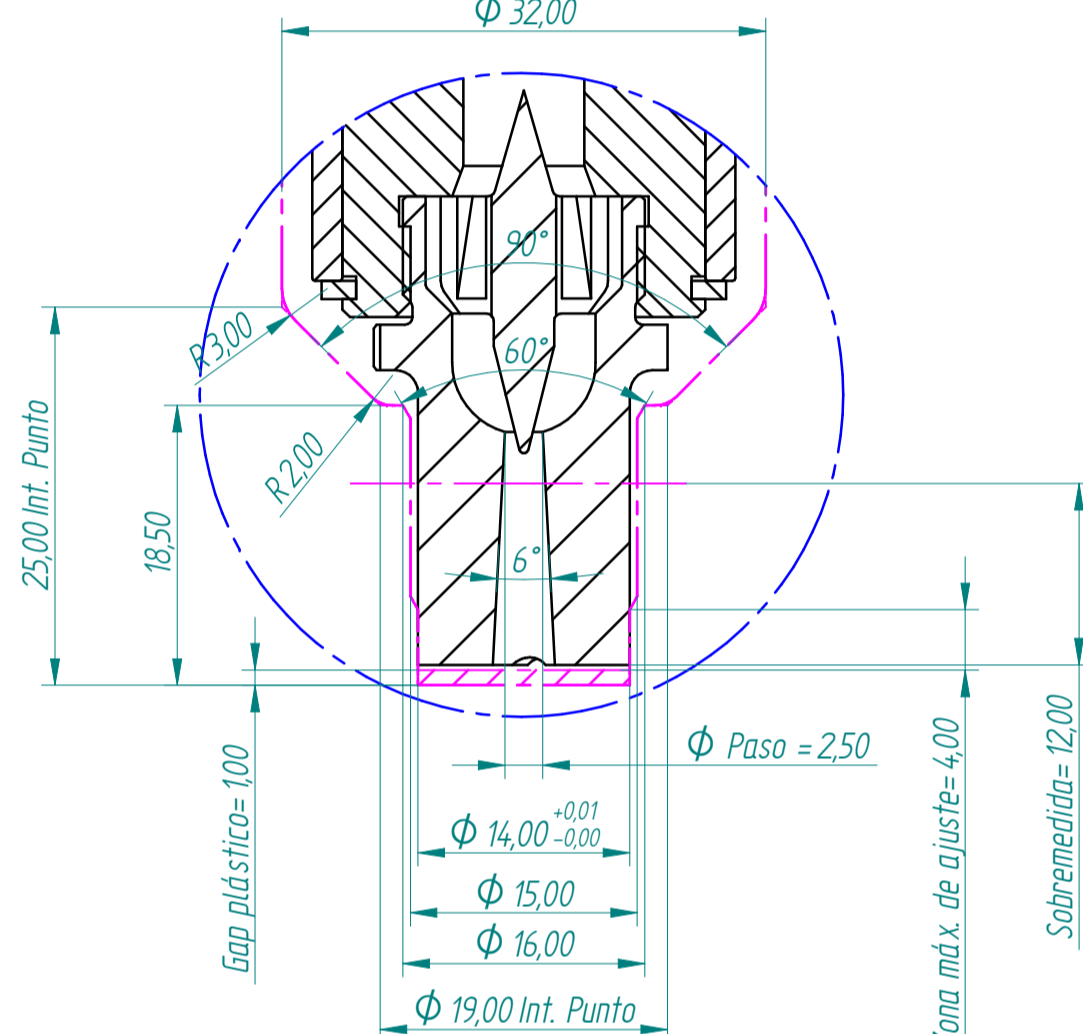
NOTA: PARA CUALQUIER CONSULTA DE LA GEOMETRIA DEL SISTEMA DE CANAL CALIENTE DIBUJADO PERO QUE NO ESTÁ ACOTADO EN EL PLANO, PORFAVOR VERIFICAR EN EL 3D SUMINISTRADO POR DRYMO.

Ref. 53405  
 Material a inyectar sistema A: ABS  
 Material a inyectar sistema B: ABS  
 Densidad del material: 1.05 g/cm3  
 Temperatura del plástico: 200°-260°C (230 °C)  
 Temperatura del molde: 40°-80° C (60 °C)  
 Pesos pieza:  
 Traviesas= 12,61 g  
 Raltes + bebedero= 7,29 g  
 Vol. de material en el sistema canal caliente A: 58,82 cc---61,7 g  
 Vol. de material en el sistema canal caliente B: 27,5 cc---28,9 g  
 2+4 Cavidades  
 12 Zonas conexionado

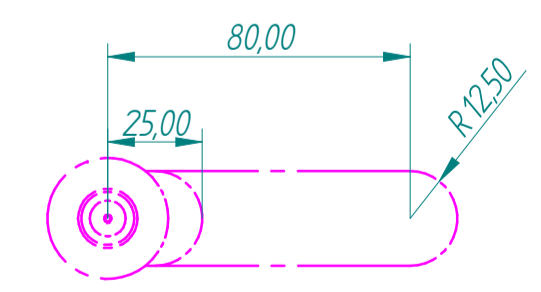
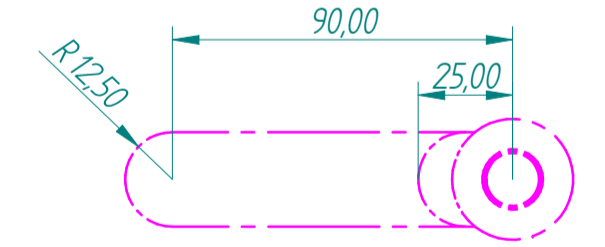
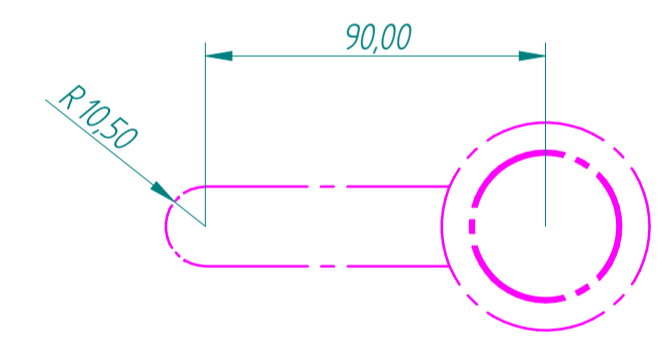
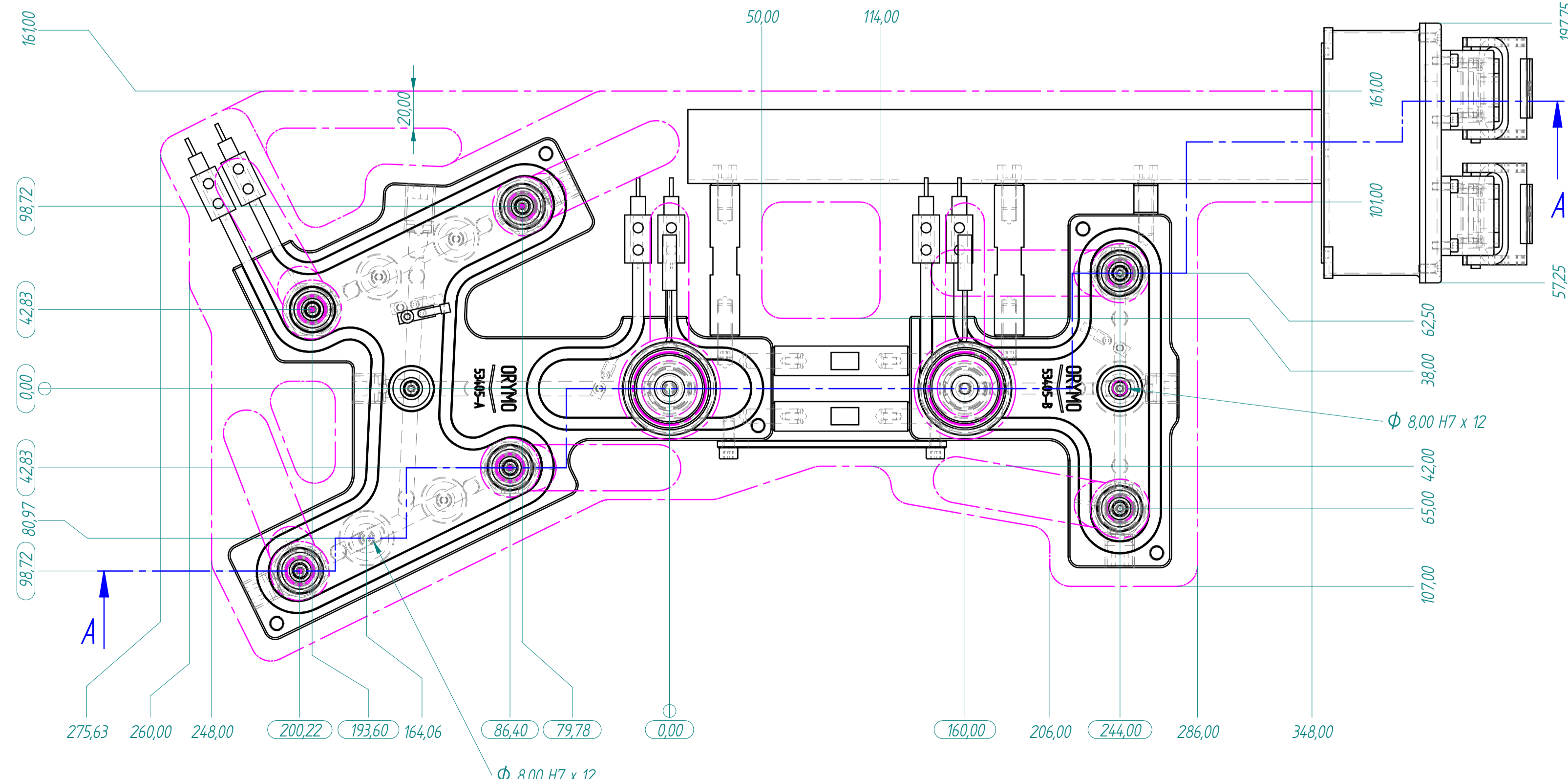
CORTE A-A



DETALLE B

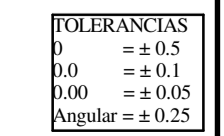


DETALLE C



Número de elemento	Título	Comentarios	Cantidad
3	LARGUERO_φ16x073	LARGUERO_φ16x073	2
4	Pletina de unión	Pletina 124x32	1
5	M6_L015	CALIDAD 12.9	4
6	LARGUERO_φ16x083	LARGUERO_φ16x083	2
7	LARGUERO_φ16x016,5	LARGUERO_φ16x016,5	1
8	PSC_40x40_U_01	PSC_40x40 en U	1
9	CAJA_CONEX_2de24	Caja conexionado	1
10	Bloque distribuidor 53405 A	Conjunto Bloque distribuidor A + Tapones	1
11	Tope_sup_25x10+M4_L012	Tope superior / Support pad 25x10	8
12	1311CBKIN	Termopar de martillo / Manifold thermocouple	4
13	Baq Acces B38 L50 C70 B8	Baq acces B38 L50 C70 B8	1
14	Tope_inf_25x12+M4_L014	Tope inferior / Support pad 25x12	4
15	Tope_inf_30x12+PAS-DIN7979-D 08-L030	Tope inferior / Support pad 30x12	2
16	Tope centrador campana 30	Tope inferior campana	2
17	CSLZN08M_53405	Boquilla roscada / Nozzle	4
18	LR01_350_53405-A	Resistencia 6,1x350mmx550w	2
19	LR02_900_53405-A	Resistencia 6,1x900mmx1650w	2
20	TER-U	Conector unipolar / Ceramic connector	12
21	Boque distribuidor 53405 B	Conjunto bloque distribuidor B + Tapones	1
22	Baq Acces B38 L50 C70 D6	Baq acces B38 L50 C70 D6	1
23	LR01_600_53405-B	Resistencia 6,1x600mmx1000w	2
24	CSLZN08V_53405	Boquilla roscada / Nozzle	1
25	CSLZN08V-B_53405	Boquilla roscada / Nozzle	1

V01	17-10-2019		
Revisión	Fecha	Ampla	Motivo
CÓDIGO: 53405	CANTIDAD: 1	AUTOR: Ricardo Monteagudo	FECHA: 17-10-2019
		MATERIAL:	ESCALA: 1:2
TOLERANCIAS: D = ± 0.5 D/D = ± 0.1 R/D = ± 0.08 Angular = ± 0.25		DENOMINACION: CSIMAN 4PH /200.22-193.60-86.40-79.78 /98.72-42.83-42.83-98.71 + CSIMAN 2PT / 84.162.5-65/ CLIENTE: LEGO	

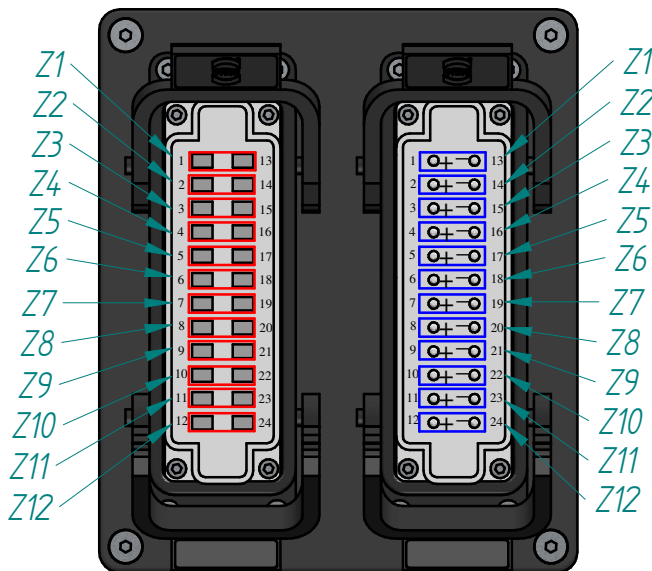
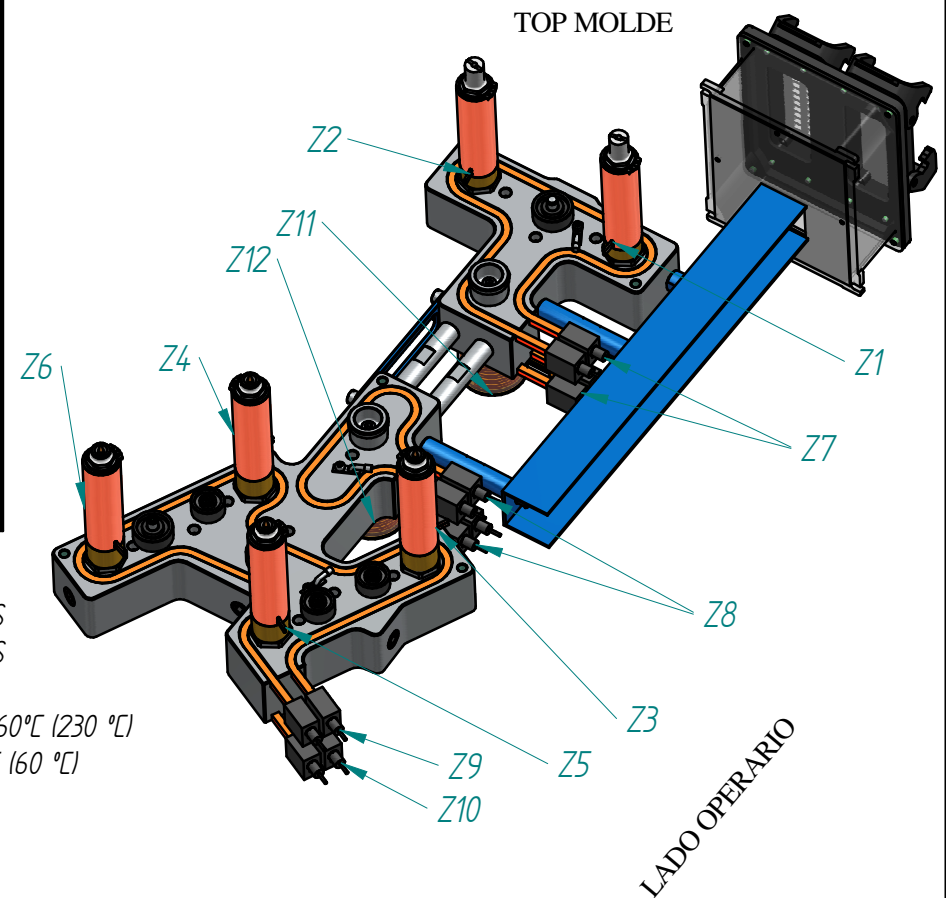


Av. del Cid, 6 - Pol. Ind. Tiemboro  
 46136 - Muro de Alcoy  
 Valencia (España)  
 Tel: 96.1452016 - Fax: 96.1452017  
 e-mail: info@drymo.com





SISTEMA 53405 / LEGO			
ZONA/Zone	POTENCIA/Power	ELEMENTO/Element	CÓDIGO/Code
Z1	350	Boquilla/Nozzle	HOT2490350
Z2	350	Boquilla/Nozzle	HOT2490350
Z3	350	Boquilla/Nozzle	HOT2490350
Z4	350	Boquilla/Nozzle	HOT2490350
Z5	350	Boquilla/Nozzle	HOT2490350
Z6	350	Boquilla/Nozzle	HOT2490350
Z7	2 x 1000	Resistencia bloque/Manifold heater LR01_600_53405_B	TC6,1x600mmx1000w
Z8	2 x 550	Resistencia bloque/Manifold heater LR01_350_53405_A	TC6,1x350mmx550w
Z9	1650	Resistencia bloque/Manifold heater LR02_900_53405_A	TC6,1x900mmx1650w
Z10	1650	Resistencia bloque/Manifold heater LR02_900_53405_A	TC6,1x900mmx1650w
Z11	600	Boquilla de acceso / Access nozzle	RC ACCESO 600W
Z12	600	Boquilla de acceso / Access nozzle	RC ACCESO 600W
Potencia boquillas - Nozzles power		2100 W	
Potencia bloques - Manifolds power		6400 W	
Potencia accesos - Access power		1200 W	
<b>POTENCIA TOTAL / TOTAL POWER</b>		<b>9700 W</b>	



CONECTOR  
HEMBA  
TERMOPARES

CONECTOR  
MACHO  
RESISTENCIAS

Ref. 53405

Material a inyectar sistema A: ABS

Material a inyectar sistema B: ABS

Densidad del material: 1.05 g/cm<sup>3</sup>

Temperatura del plástico: 200°-260°C (230 °C)

Temperatura del molde: 40°-80° C (60 °C)

Pesos pieza:

Traviesas= 12,61 g

Ralles + bebedero= 7,29 g

Vol. de material en el sistema canal caliente A: 58,82 cc---61,7 g

Vol. de material en el sistema canal caliente B: 27,5 cc---28,9 g

2+4 Cavidades

12 Zonas conexionado

V01			
Revisión	Fecha	Anula	Motivo

CÓDIGO: 53405	Nº PRESUP: ---	AUTOR: Ricardo Monteagudo	FECHA: 09-05-2019	ESCALA: ---
------------------	-------------------	------------------------------	----------------------	----------------

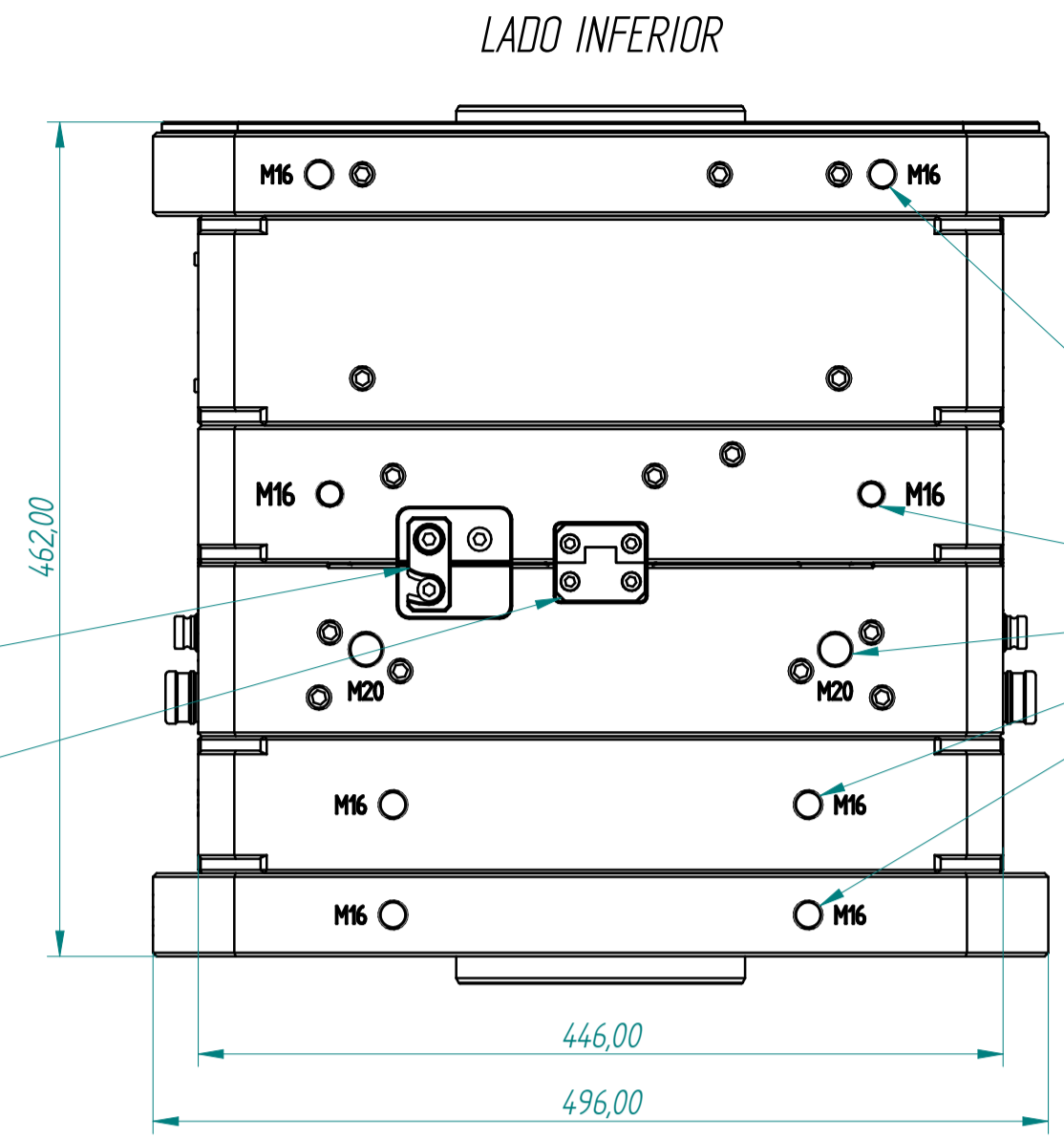
**ORYMO**  
Av.del Cid, 6- Pol. Ind. Torrubero  
46136 - Museros  
Valencia (España)  
Tel: 96.1452016 - Fax:96-1452017  
e-mail: info@orymo.com

DENOMINACION: CONEXIONADO ELÉCTRICO Y POTENCIAS

CLIENTE: LEGO



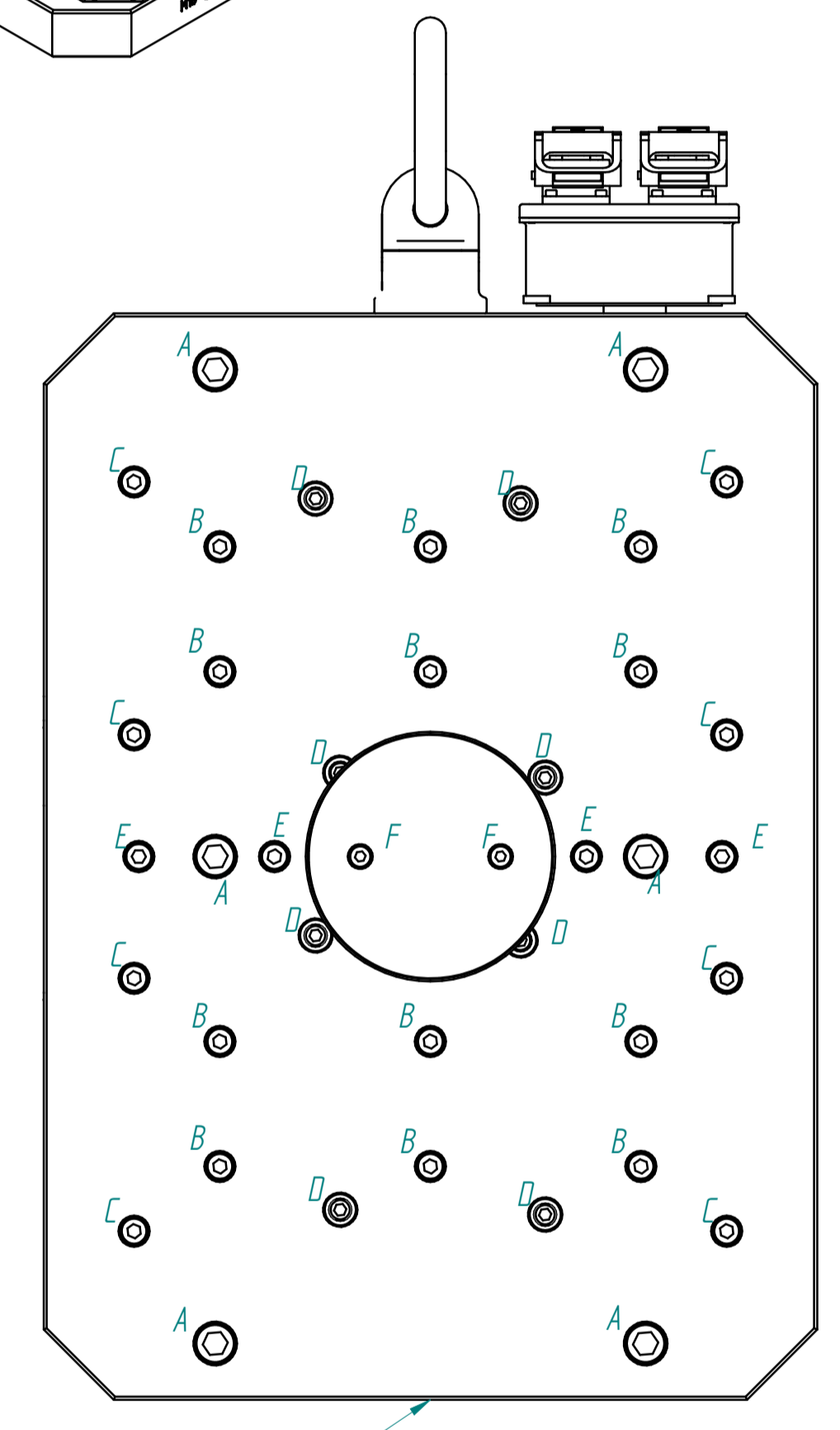
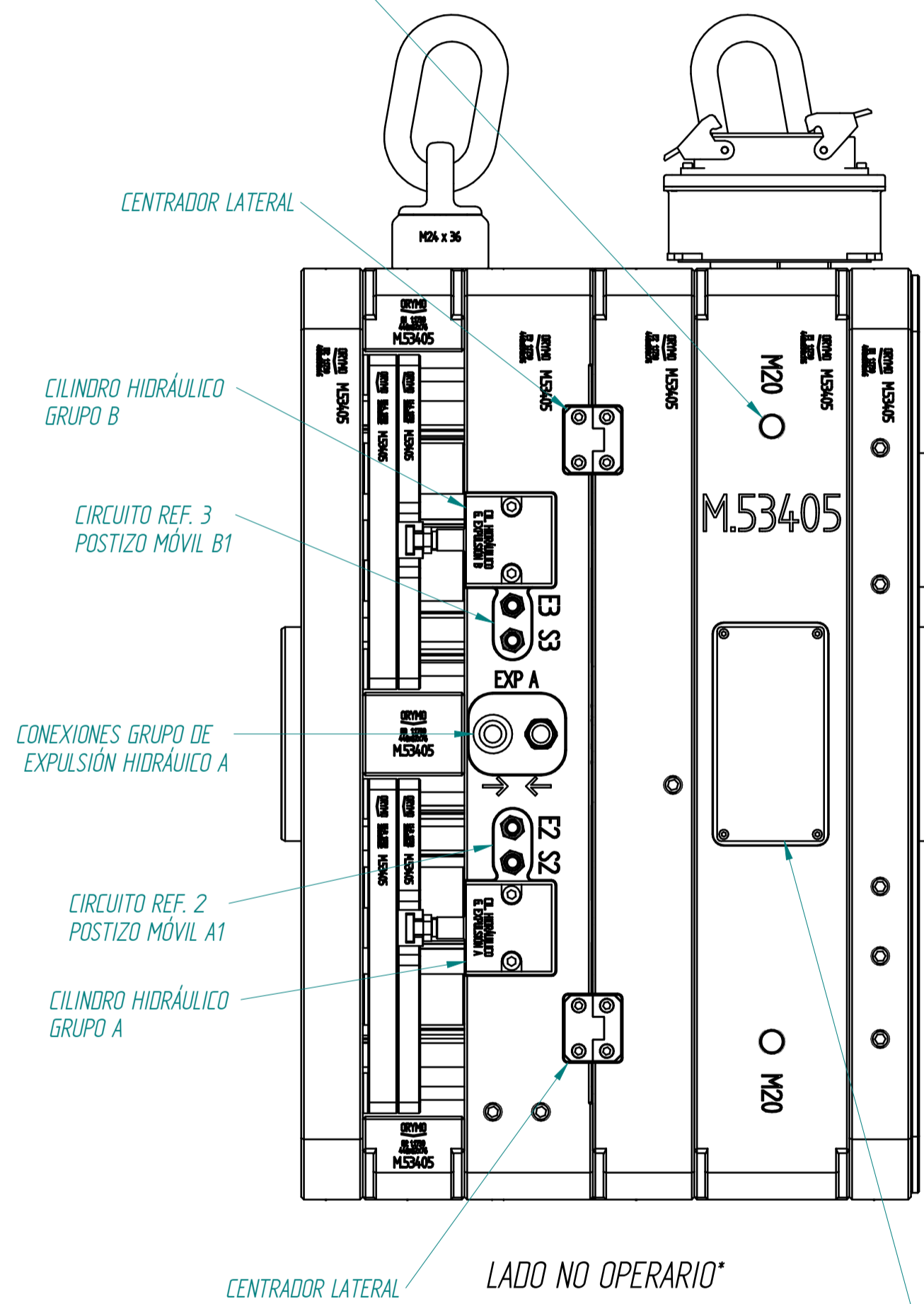
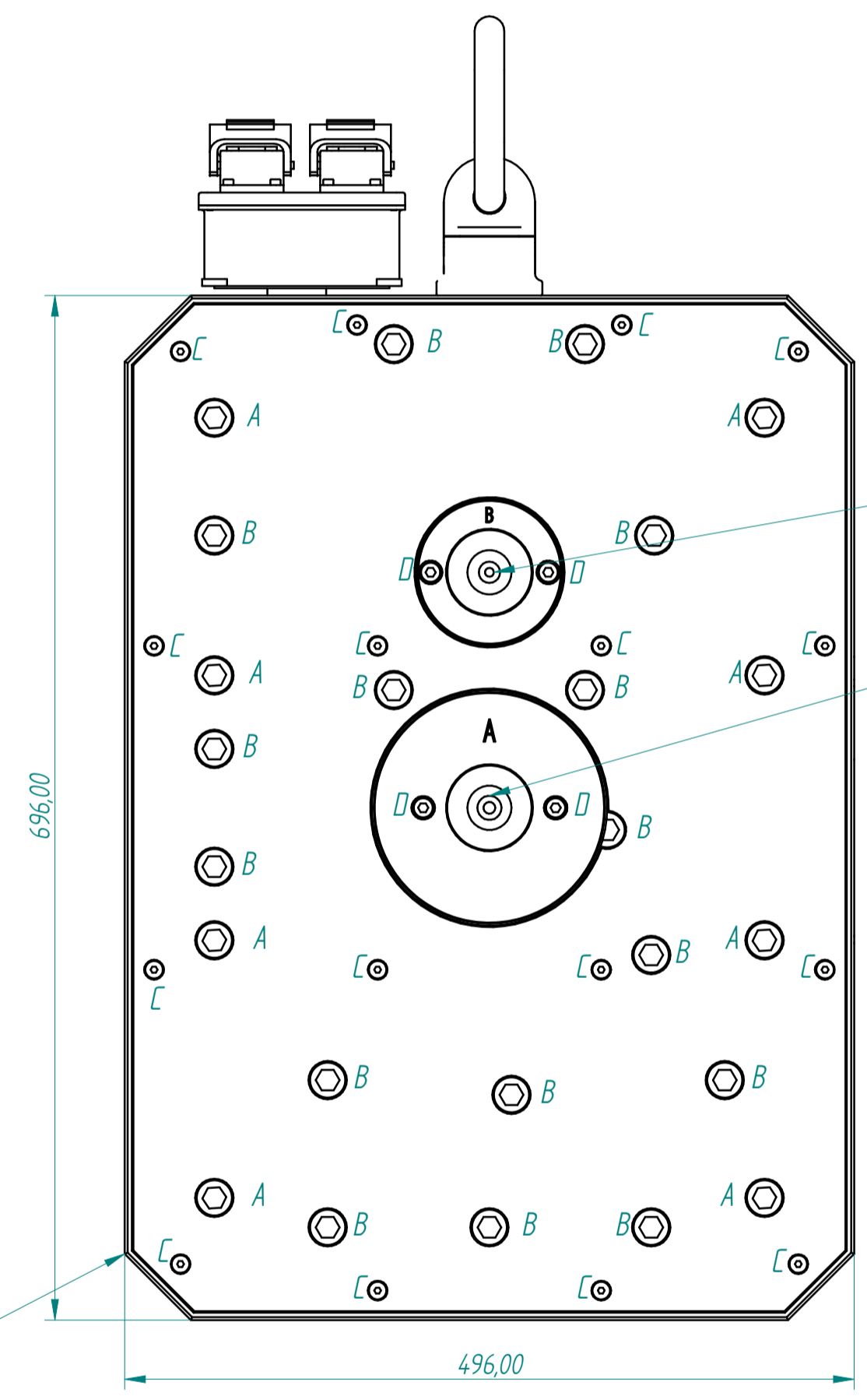
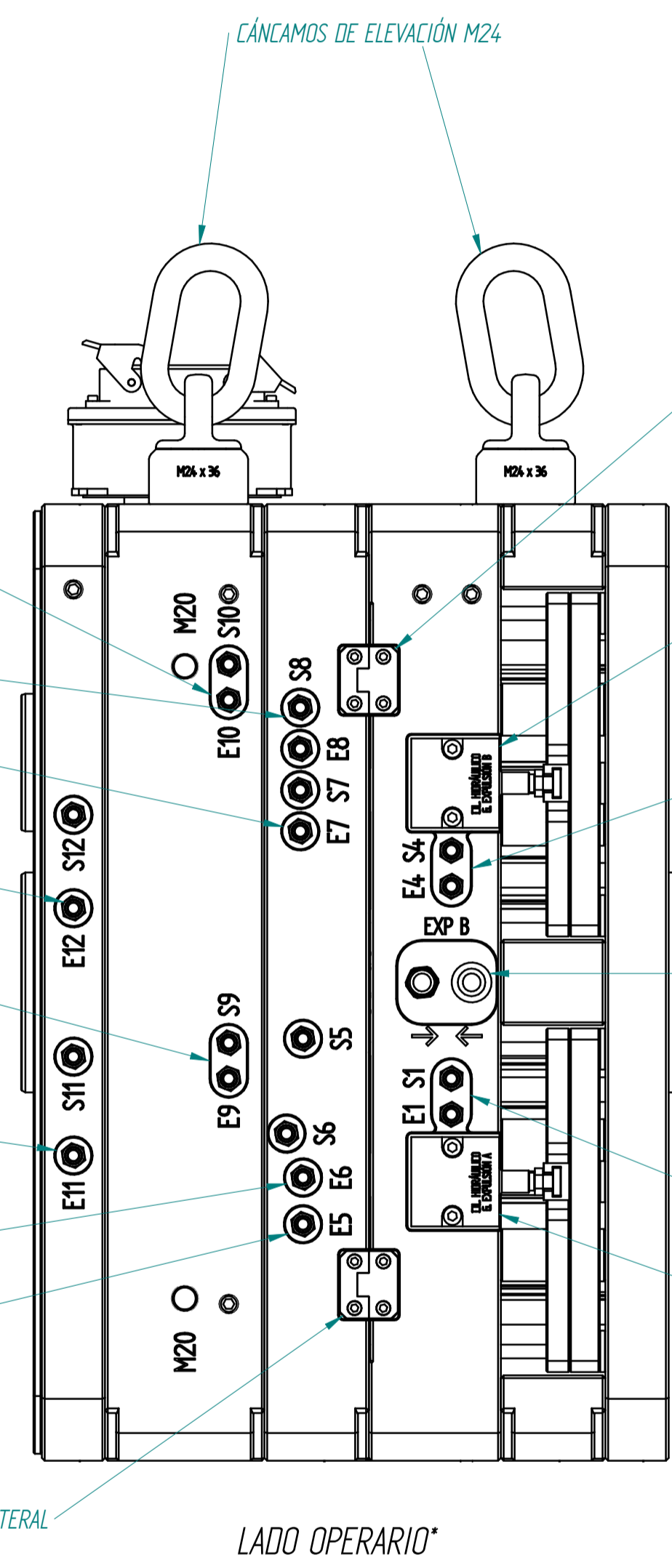
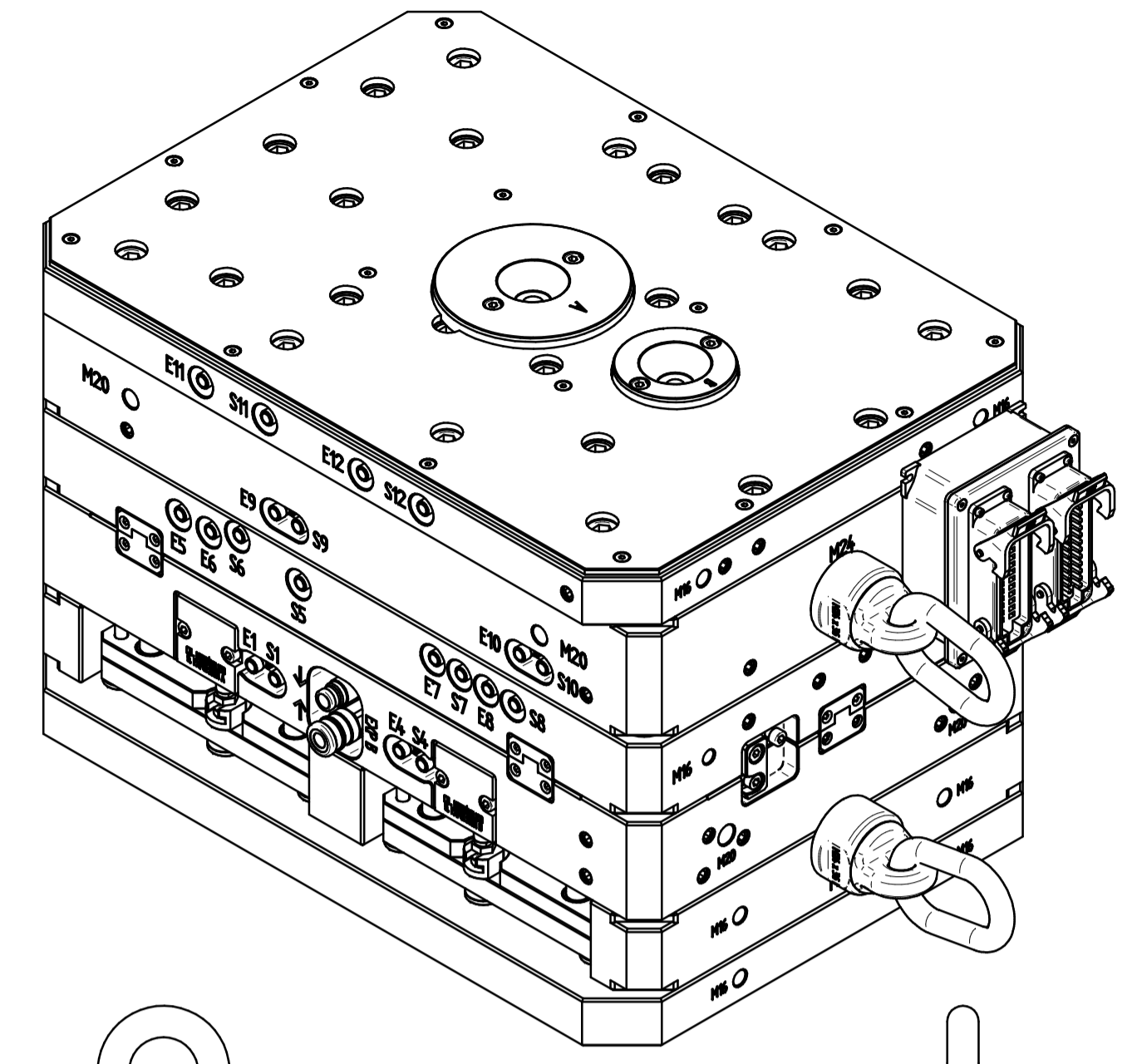
**MOLDE 53405**  
 -VISTAS GENERALES  
 -CONEXIONADOS  
 -ELEMENTOS



CIERRE DE SEGURIDAD

CENTRADOR LATERAL

MÉTRICAS PARA ELEVACIÓN DE PLACAS CON CÁNCAMOS EN TODAS LAS PLACAS



A -M16 AMARRE PLACAS  
 B -M10 SOPORTES PLACA  
 C -M10 GUÍAS EXPULSIÓN  
 D -M14 ESPÁRRAGOS SUJECCIÓN EXPULSORES  
 E -M10 AMARRE REGLE CENTRAL  
 F -M8 AMARRE CENTRADOR

A -M16 AMARRE PLACAS  
 B -M16 AMARRE PORTACAMARA  
 C -M6 PLACA AISLANTE  
 D -M8 AMARRE DISCOS CENTRADORES

CONEXIONES CANAL CALIENTE  
 HARTING 24 POLOS  
 MACHO-RESISTENCIAS  
 HEMBRA-TERMOPARES

CENTRADOR LATERAL

CIERRE DE SEGURIDAD

CONEX HIDRÁULICAS:  
 MACHO: STAUBLI MPX06.7101 JV 1/4" G  
 HEMBRA: STAUBLI MPX06.1101 JV 1/4" G  
 CONEXIONES REFRIGERACION: DME N914A

\*AL SER UN MOLDE CON LADO MÓVIL GIRATORIO, LOS LATERALES DE ESTA PARTE INTERCAMBIARÁN SUS POSICIONES DEPENDIENDO DEL MOMENTO EN EL CICLO DE INYECCIÓN

Revisión	Fecha	Anula	Motivo
V01			

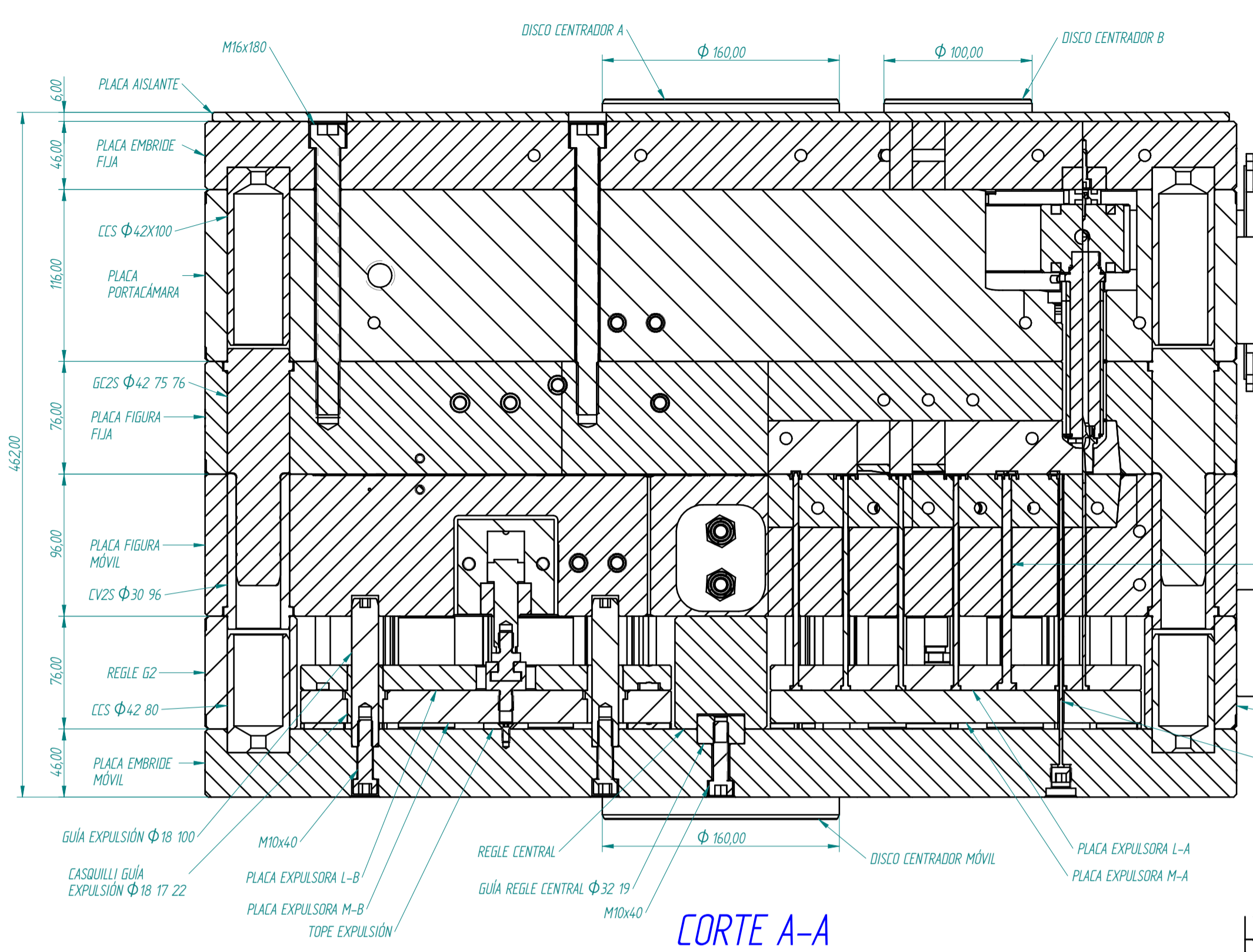
CÓDIGO: 53405	PLANO: 1/2	AUTOR: Ricardo Montegudo	FECHA: 23-02-2020	MATERIAL:	ESCALA: 14
DENOMINACION: CONJUNTO MOLDE 53405			446 x 696 x 462		
CLIENTE: LEGO					

TOLERANCIAS
D = ± 0.5
D/0 = ± 0.1
R/0 = ± 0.08
Angular = ± 0.25

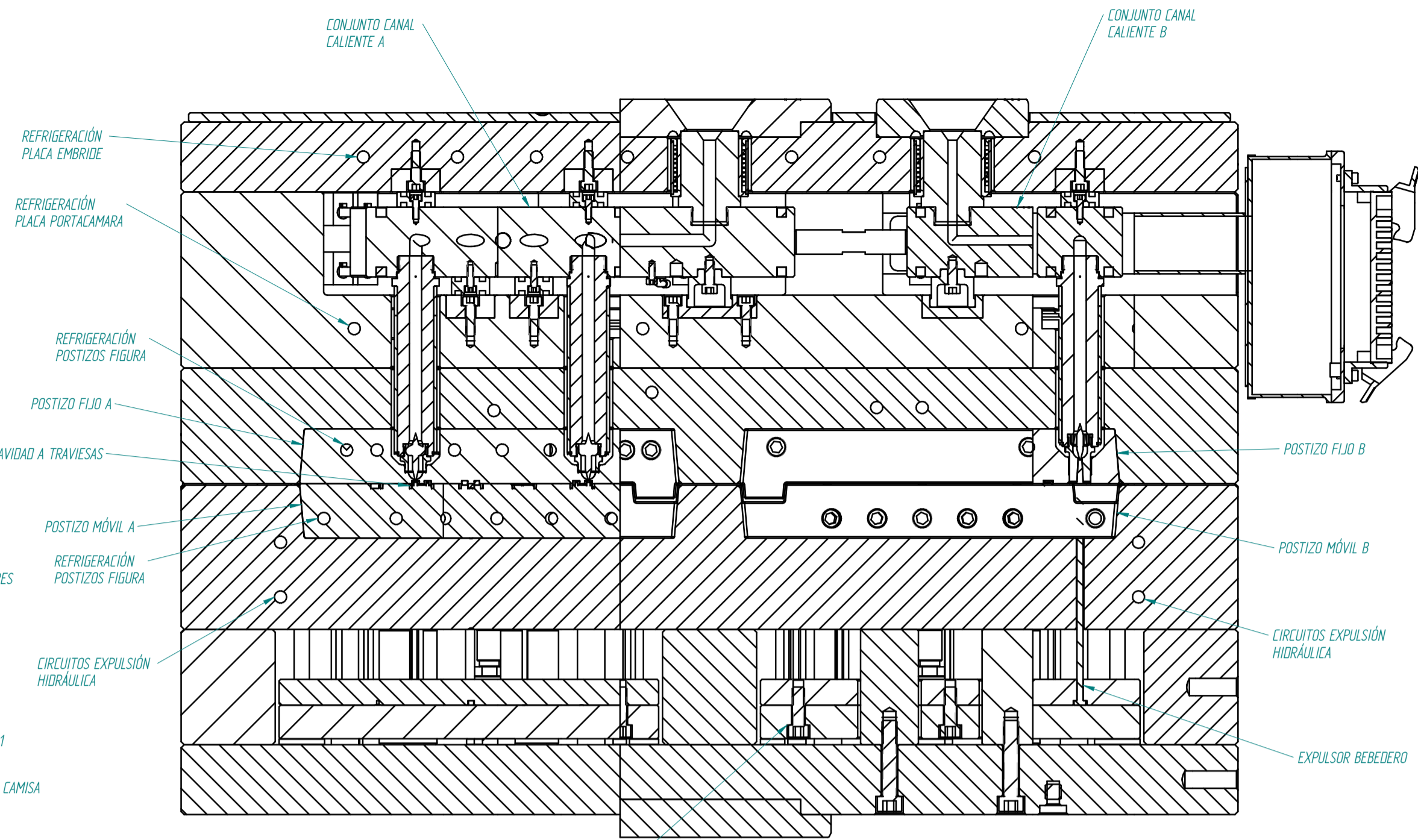
**ORYMO**  
 Avda del Cid, 6 - Pol. Ind. Tiembroso  
 46136 - Muro de Alcoy  
 Valencia (España)  
 Tel: 96.1452016 - Fax: 96.1452017  
 e-mail: info@orymo.com



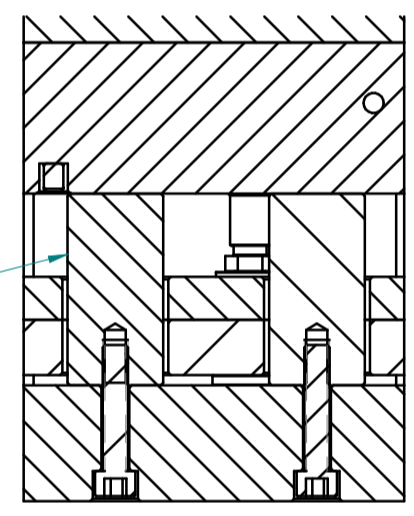




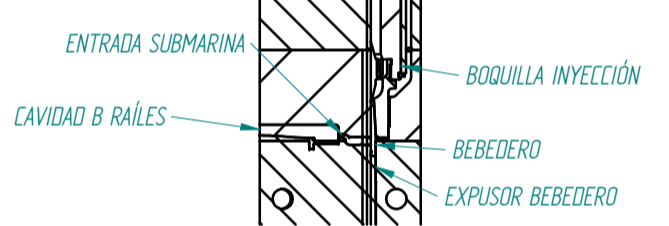
CORTE A-A



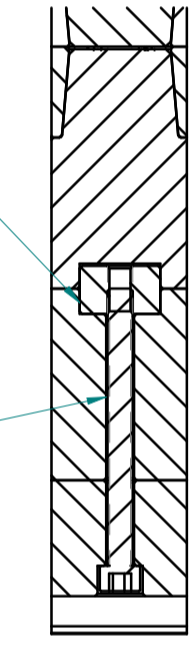
CORTE B-B



CORTE C-C

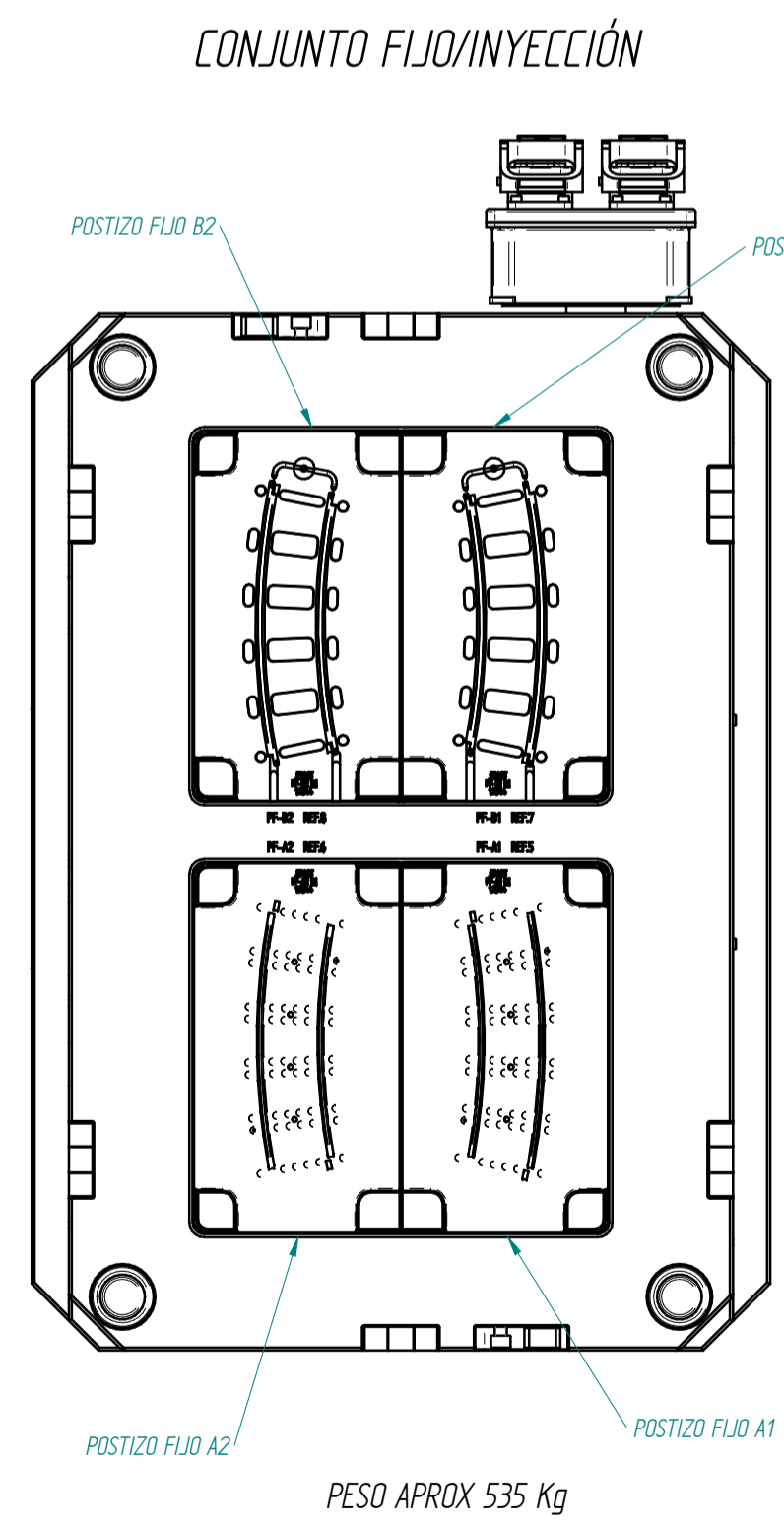
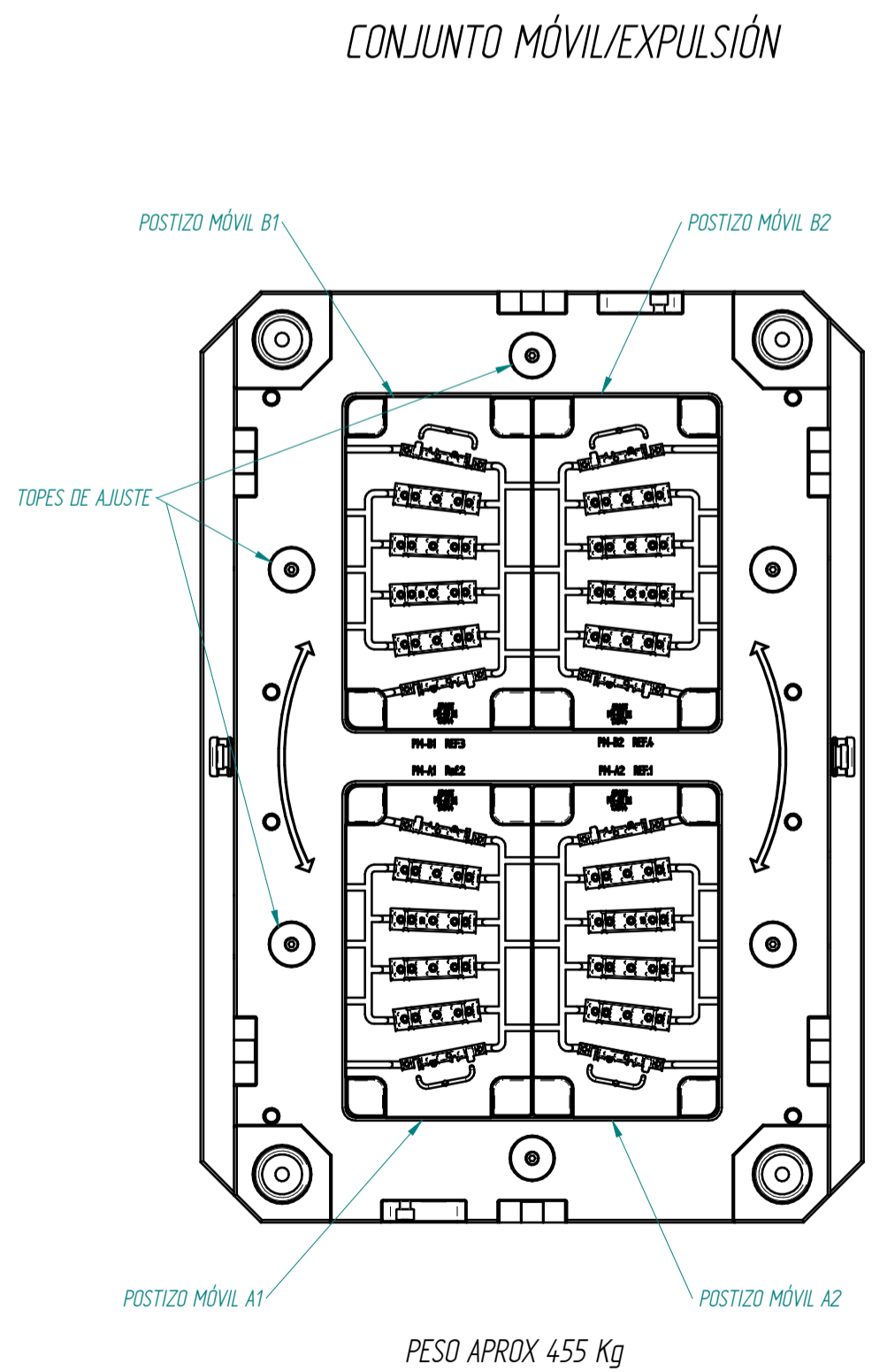
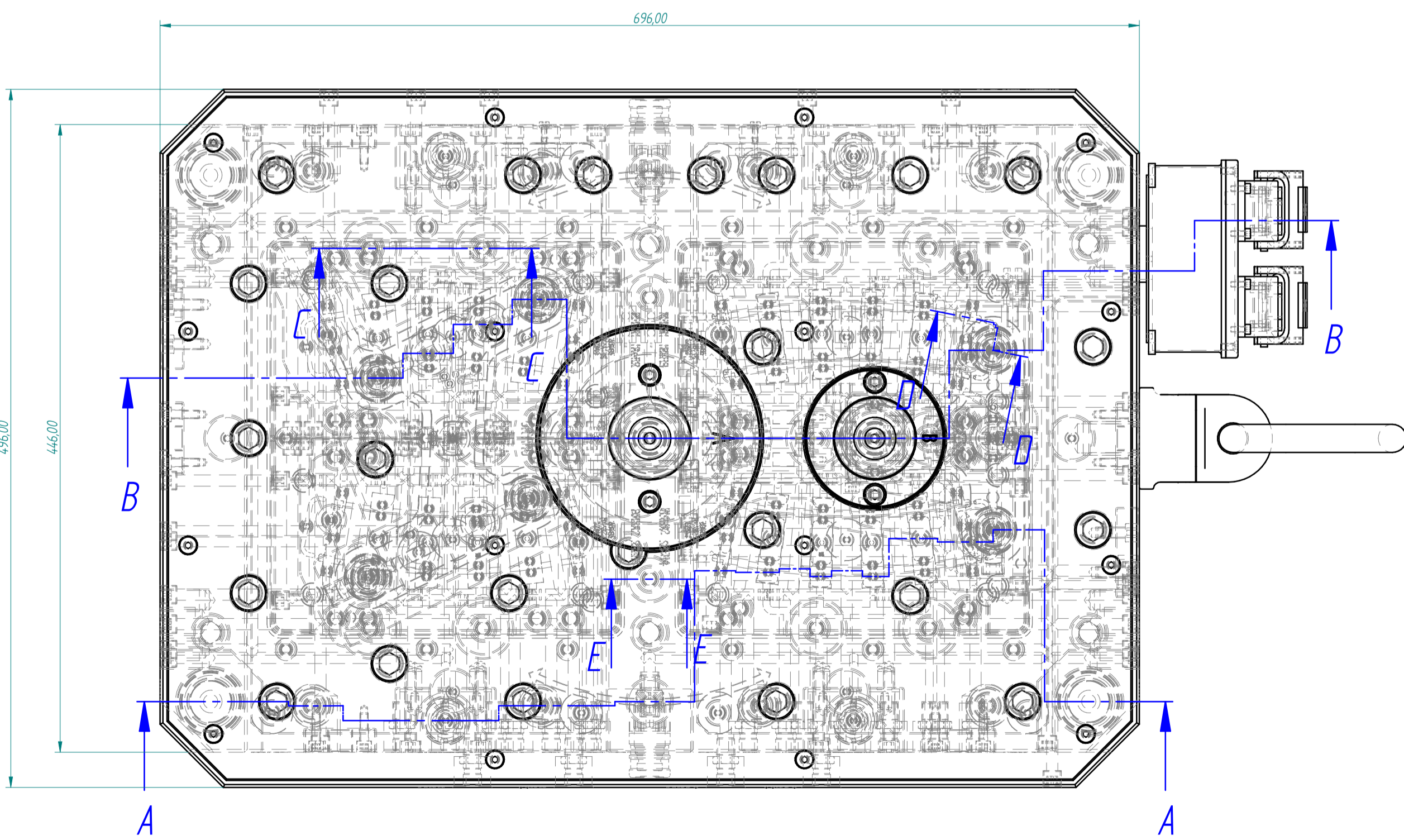


CORTE D-D



CORTE E-E

PLANO GENERAL DE ELEMENTOS Y MONTAJE



Nº Art.	Título	Comentarios	Cantidad
3*	Cáncamo M24	Cáncamo M24x36	2
4*	PLACA FIGURA FIJA E2.53405	Placa 446x696x76 - 11730 +	1
5*	PLACA PORTACÁMARA E1.53405	Placa 446x696x116 - 11730 +	1
6*	PLACA DE EMBRIDE FIJA D1.53405	Placa 496x696x46 - 11730 +	1
10*	PF-B1 53405	Postizo figura B1 Hembra + tapones	1
18*	Disco centrador B Ø100H25 53405	Disco centrador B Ø100x25	1
7*	Guía GC2S Ø42x75x76	Guía Ø42x160	4
17*	Disco centrador A Ø160H25 53405	Disco centrador A Ø160x25	1
8*	Casquillo CCS	Casquillo Ø42x120	4
9*	PF-B2 53405	Postizo figura B2 Hembra + tapones	1
11*	PF-A2 53405	Postizo figura A2 Hembra + tapones	1
12*	PF-A1 53405	Postizo figura A1 Hembra + tapones	1
15*	Sistema Cámara Caliente ORYMO	Sistema Bimaterial HRS 53405	1
16*	PLACA AISLANTE 53405	Placa 486x686x6	1
13*	M16_L180	CALIDAD 12.9	8
14*	M10_L045		16
19*	M16_L55	CALIDAD 12.9	16
20*	M6_L012	TORNILLO DE CABEZA PLANA AVELLANADA	16
21*	M8_L030	Tornillo M8x30	6
22*	PLACA FIGURA MÓVIL E3.53405	Placa 446x696x96 - 11730 +	1
23*	REGLE CENTRAL G3.53405	Regle 446x62x76 - 1-1730	1
24*	REGLE G1.53405	Regle 446x62x76 - 1-1730	1
25*	REGLE G2.53405	Regle 446x62x76 - 1-1730	1
26*	PLACA DE EMBRIDE MÓVIL D2.53405	Placa 496x696x46 - 11730	1
27*	CONJUNTO EXPULSION A	Conjto de placas + espulsores grupo	1
42*	M10_L065		16
31*	PM-B2 53405	Postizo figura B2 Macho + tapones	1
43*	Guía Regle Central 53405	Guía Ø32x19 - 11730	4
47*	M10_L110		2
30*	Casquillo CCS	Casquillo Ø42x80	4
29*	Casquillo CV2S	Casquillo Ø30x96	4
28*	CONJUNTO EXPULSION B	Conjto de placas + espulsores grupo	1
32*	PM-B1 53405	Postizo figura B1 Macho + tapones	1
45*	Espárrago M14	Tapón para sujeción de expulsor	8
44*	Expulsor de camisa Ø2x198	Expusor interior de camisa	8
36*	M10_L040		10
33*	PM-A2 53405	Postizo figura A2 Macho + tapones	1
34*	PM-A1 53405	Postizo figura A1 Macho + tapones	1
35*	Guía expulsión	Guía Ø18x100	8
46*	Disco centrador Ø160H25 Movil	Disco centrador Ø160xH25	1
40*	Soportes placa Ø38x76 mm	Soportes cilindricos antiflexión	12
37*	Tope para expulsion	Tope Ø30x4	16
41*	M10_L050		12
38*	M5_L012	TORNILLO DE CABEZA PLANA AVELLANADA	16
39*	M16_L130	CALIDAD 12.9	6
54*	M4_L010	Tornillo M4	4
53*	Placa Identificativa Sistema 53405	Placa identificativa 160x80 mm	1
55*	53405 Traviesas	Pieza Traviesas	4
56*	53405 Rail Interior	Pieza rail interior	2
57*	53405 Rail Exterior	Pieza rail exterior	2
58*	Bededero railes 1	Bededero entrada pieza	1
59*	Bededero railes 2	Bededero entrada pieza	1

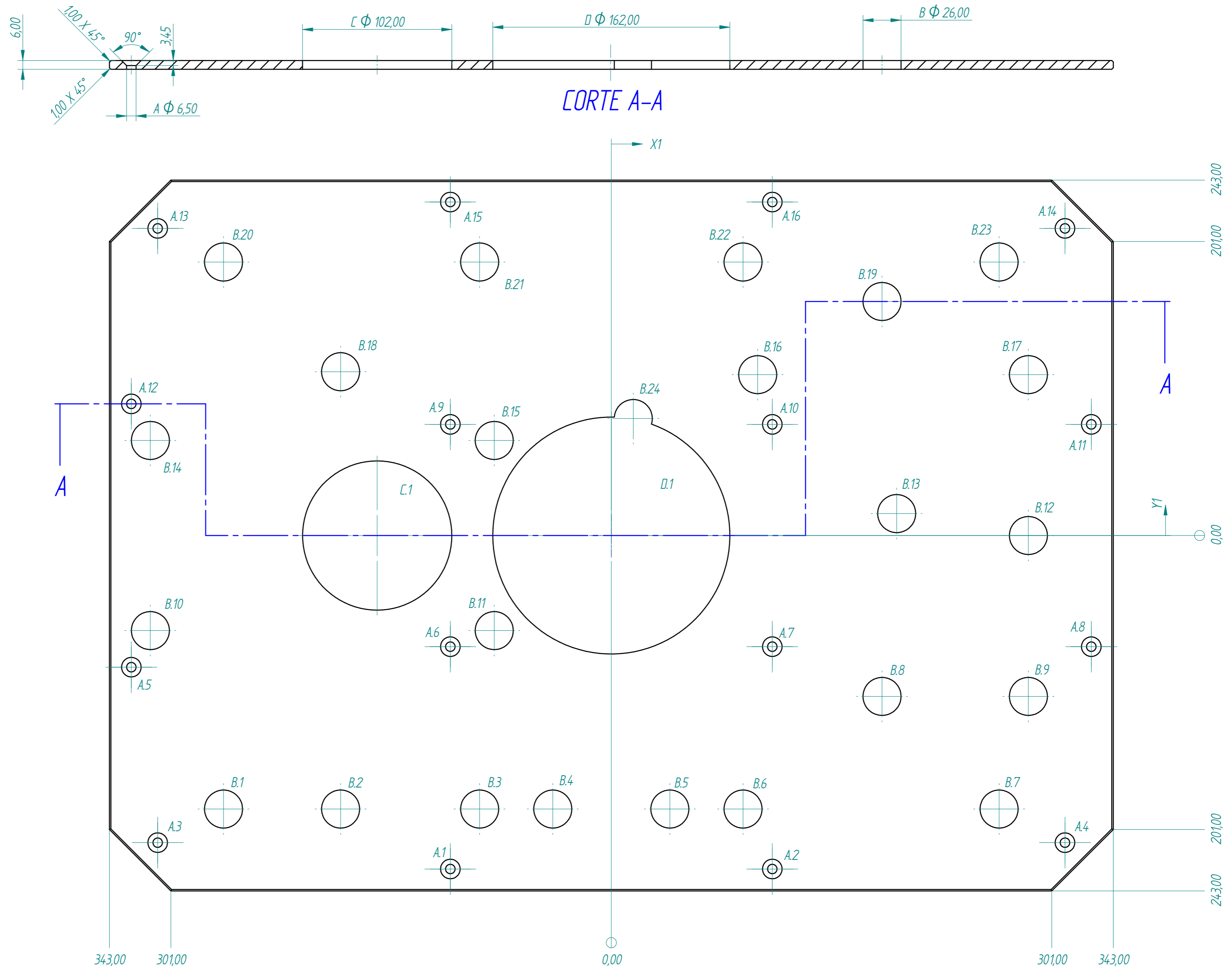
PESO TOTAL APROXIMADO DEL MOLDE: 996 KG

V01	Revisión	Fecha	Añada	Motivo
CÓDIGO: 53405	PLANO: 2/2	AUTOR: Ricardo Monteagudo	FECHA: 23-02-2020	MATERIAL: ESCALA: 13
<b>ORYMO</b> <small>Av. del Cid, 6 - Pol. Ind. Tiemboro          46136 - Múrcia          Valencia (España)          Tel: 96.1452016 - Fax: 96.1452017          e-mail: info@orymo.com</small>		DENOMINACION: CONJUNTO MOLDE 53405 446 x 696 x 462 CLIENTE: LEGO		

TOLERANCIAS
D = ± 0.05
D/0 = ± 0.1
R/00 = ± 0.08
Angular = ± 0.25



Tabla de Agujeros			
Agujero	X	Y	Tamaño
A.1	-110	-228	φ 6,5
A.2	110	-228	φ 6,5
A.3	-310	-210	φ 6,5
A.4	310	-210	φ 6,5
A.5	-328	-90	φ 6,5
A.6	-110	-76	φ 6,5
A.7	110	-76	φ 6,5
A.8	328	-76	φ 6,5
A.9	-110	76	φ 6,5
A.10	110	76	φ 6,5
A.11	328	76	φ 6,5
A.12	-328	90	φ 6,5
A.13	-310	210	φ 6,5
A.14	310	210	φ 6,5
A.15	-110	228	φ 6,5
A.16	110	228	φ 6,5
B.1	-265	-187	φ 26
B.2	-185	-187	φ 26
B.3	-90	-187	φ 26
B.4	-40	-187	φ 26
B.5	40	-187	φ 26
B.6	90	-187	φ 26
B.7	265	-187	φ 26
B.8	185	-110	φ 26
B.9	285	-110	φ 26
B.10	-315	-65	φ 26
B.11	-80	-65	φ 26
B.12	285	0	φ 26
B.13	195	15	φ 26
B.14	-315	65	φ 26
B.15	-80	65	φ 26
B.16	100	110	φ 26
B.17	285	110	φ 26
B.18	-185	112	φ 26
B.19	185	160	φ 26
B.20	-265	187	φ 26
B.21	-90	187	φ 26
B.22	90	187	φ 26
B.23	265	187	φ 26
B.24	15	80	φ 26
C.1	-160	0	φ 102
D.1	0	0	φ 162



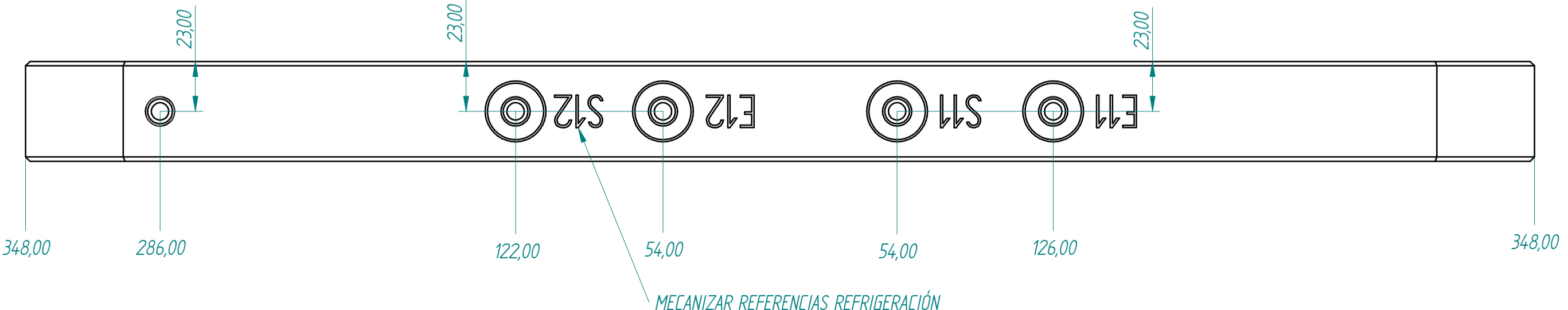
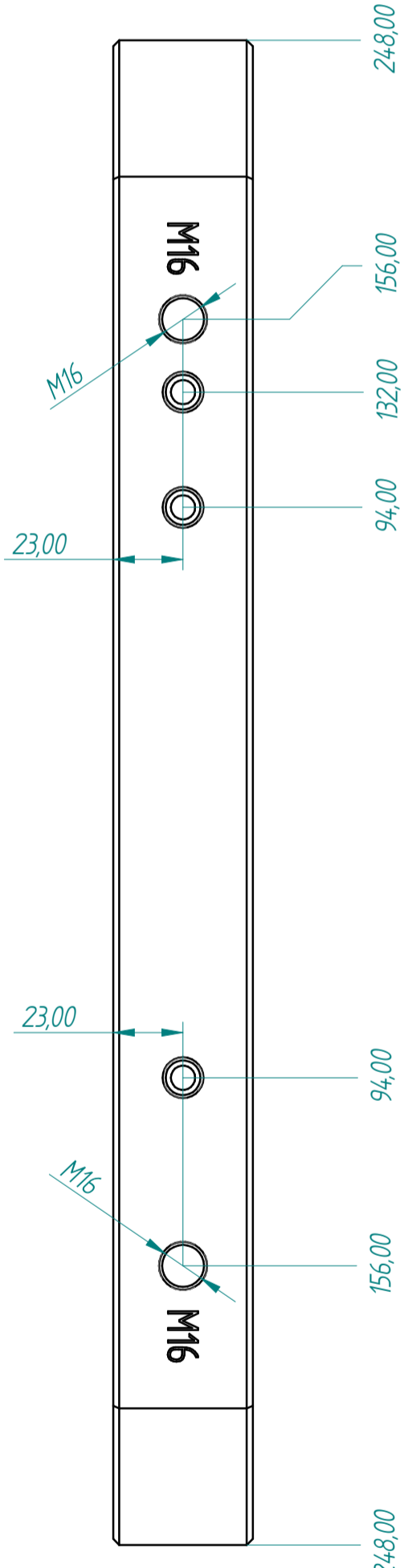
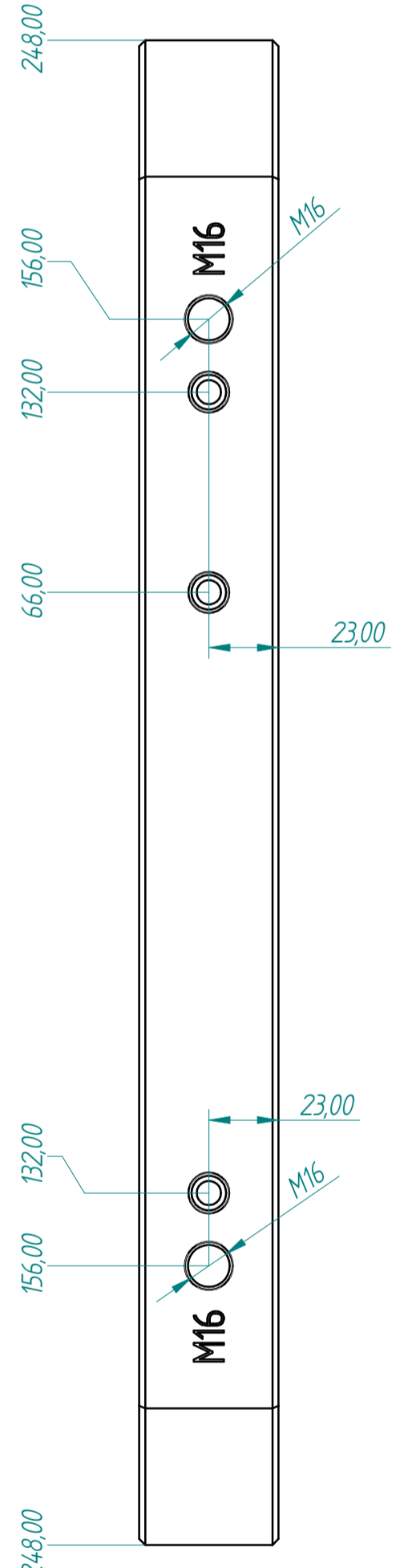
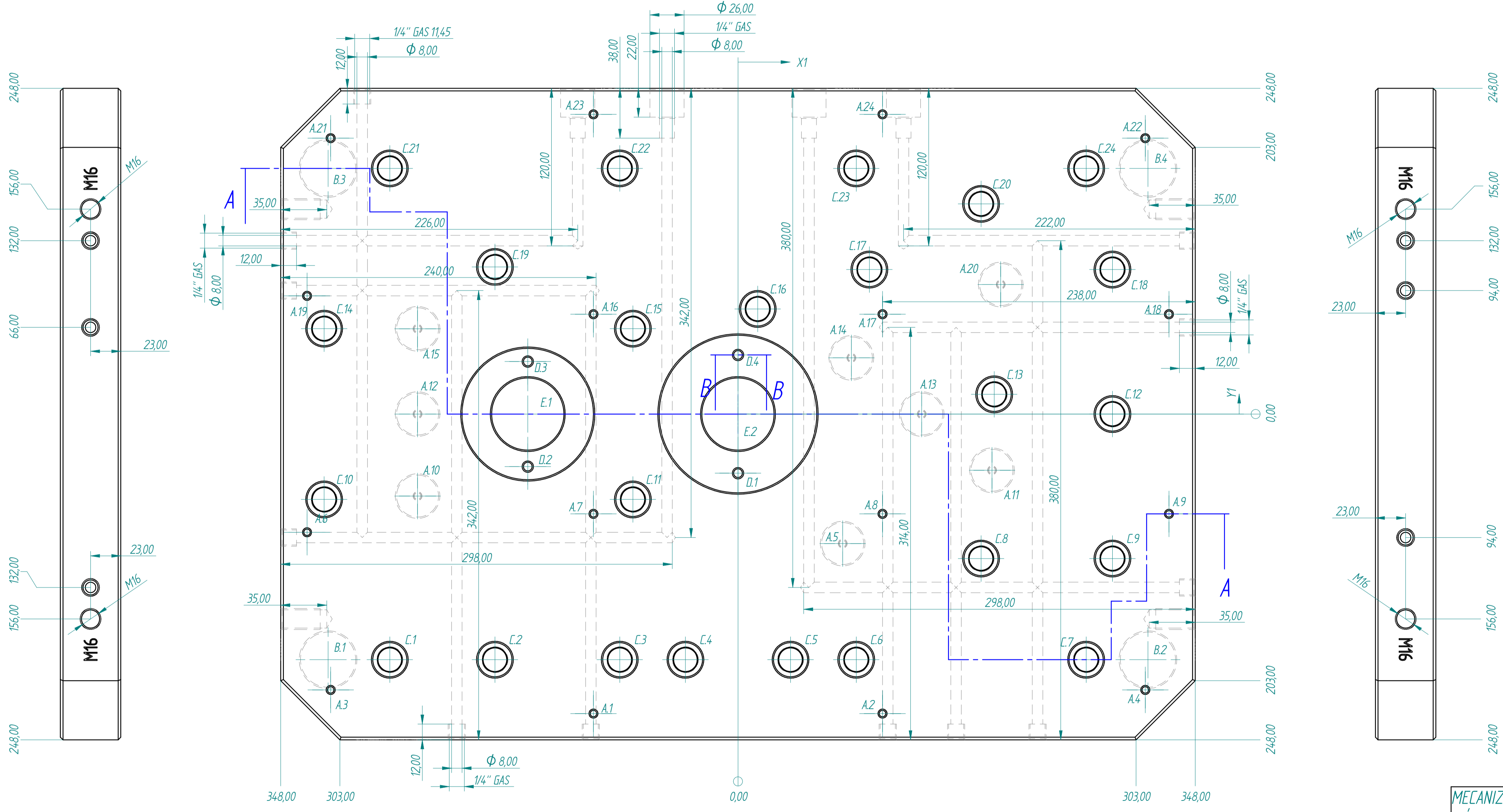
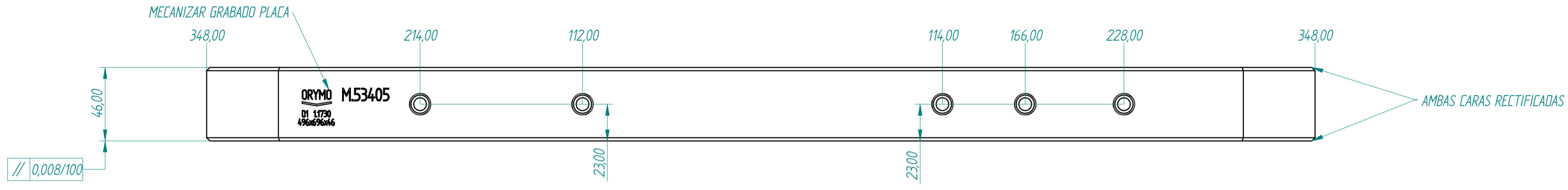
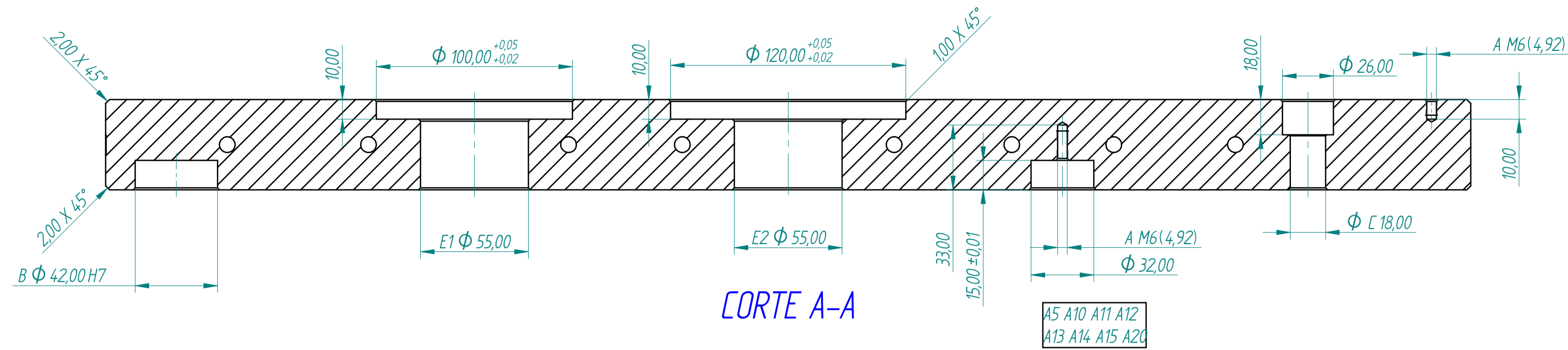
V01		Revisión	Fecha	Anula	Motivo
CÓDIGO:	53405	AUTOR:	R. Monteagudo	Revisado por:	FECHA:
				12-02-2020	N°PLANO
				ESCALA:	12
DENOMINACION: PLACA AISLANTE 53405				CLIENTE: LEGO	

TOLERANCIAS  
D = ± 0.5  
D.0 = ± 0.1  
D.00 = ± 0.05  
Angular = ± 0.25

**ORYMO**  
Av. del Cid, 6 - Pol. Ind. Torrubero  
46136 - Museros  
Valencia (España)  
Tel: 96.1452016 - Fax: 96-1452017  
e-mail: info@orymo.com



Tabla de Agujeros			
Agujero	X	Y	Tamaño
A.1	-110	-228	φ 4,92
A.2	110	-228	φ 4,92
A.3	-310	-210	φ 4,92
A.4	310	-210	φ 4,92
A.5	79,68	-98,6	φ 4,92
A.6	-328	-90	φ 4,92
A.7	-110	-76	φ 4,92
A.8	110	-76	φ 4,92
A.9	328	-76	φ 4,92
A.10	-243,89	-62,42	φ 4,92
A.11	193,36	-42,78	φ 4,92
A.12	-243,89	0	φ 4,92
A.13	139,82	0	φ 4,92
A.14	86,29	42,78	φ 4,92
A.15	-243,89	64,92	φ 4,92
A.16	-110	76	φ 4,92
A.17	110	76	φ 4,92
A.18	328	76	φ 4,92
A.19	-328	90	φ 4,92
A.20	199,97	98,6	φ 4,92
A.21	-310	210	φ 4,92
A.22	310	210	φ 4,92
A.23	-110	228,19	φ 4,92
A.24	110	228,19	φ 4,92
B.1	-312	-187	φ 42
B.2	312	-187	φ 42
B.3	-312	187	φ 42
B.4	312	187	φ 42
C.1	-265	-187	φ 18
C.2	-185	-187	φ 18
C.3	-90	-187	φ 18
C.4	-40	-187	φ 18
C.5	40	-187	φ 18
C.6	90	-187	φ 18
C.7	265	-187	φ 18
C.8	185	-110	φ 18
C.9	285	-110	φ 18
C.10	-315	-65	φ 18
C.11	-80	-65	φ 18
C.12	285	0	φ 18
C.13	195	15	φ 18
C.14	-315	65	φ 18
C.15	-80	65	φ 18
C.16	15	80	φ 18
C.17	100	110	φ 18
C.18	285	110	φ 18
C.19	-185	112	φ 18
C.20	185	160	φ 18
C.21	-265	187	φ 18
C.22	-90	187	φ 18
C.23	90	187	φ 18
C.24	265	187	φ 18
D.1	0	-45	φ 6,65
D.2	-160	-40	φ 6,65
D.3	-160	40	φ 6,65
D.4	0	45	φ 6,65
E.1	-160	0	φ 55
E.2	0	0	φ 55



MECANIZAR REFERENCIAS DE PLACAS  
MÉTRICAS DE ELEVACIÓN Y REFRIGERACIONES  
A UNA PROFUNDIDAD DE 0,15 MM

PESO APROX. ANTES DEL MECANIZADO 124 kg  
PESO DESPUÉS DEL MECANIZADO 113 kg

V01	Revisión	Fecha	Anula	Motivo
CODIGO: D1MS3405	MATERIAL: 1730	AUTOR: R. Monteagudo	Revisado por:	FECHA: 12-02-2020
N° PLANO: 12		ESCALA:		
DENOMINACION: PLACA EMBRIDE FIJA 53405		CLIENTE: LEGO		

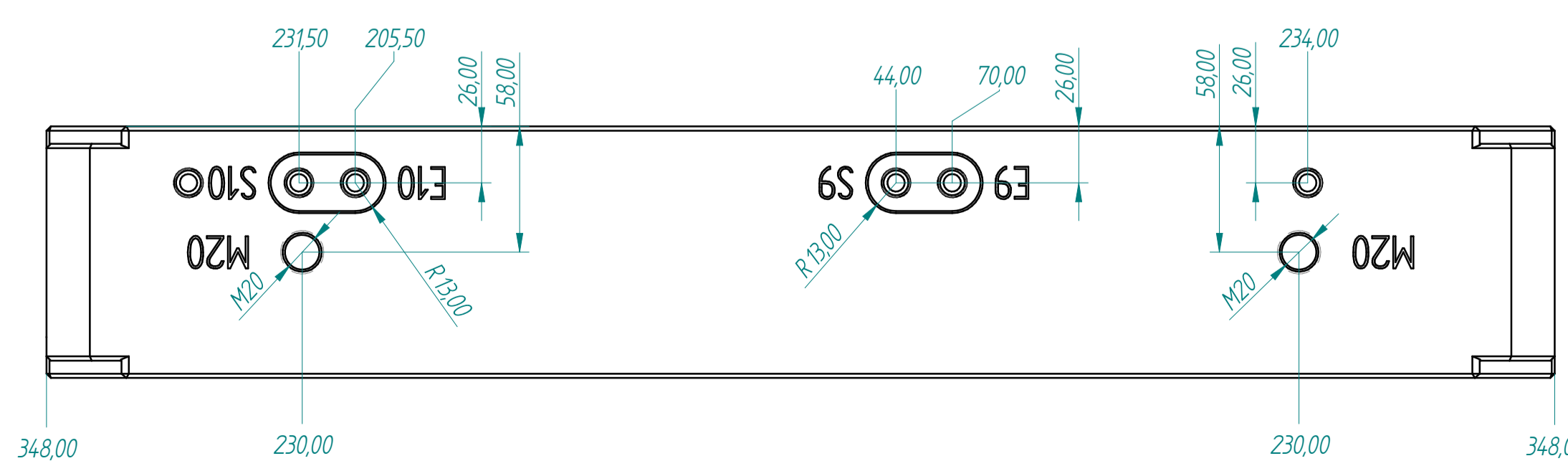
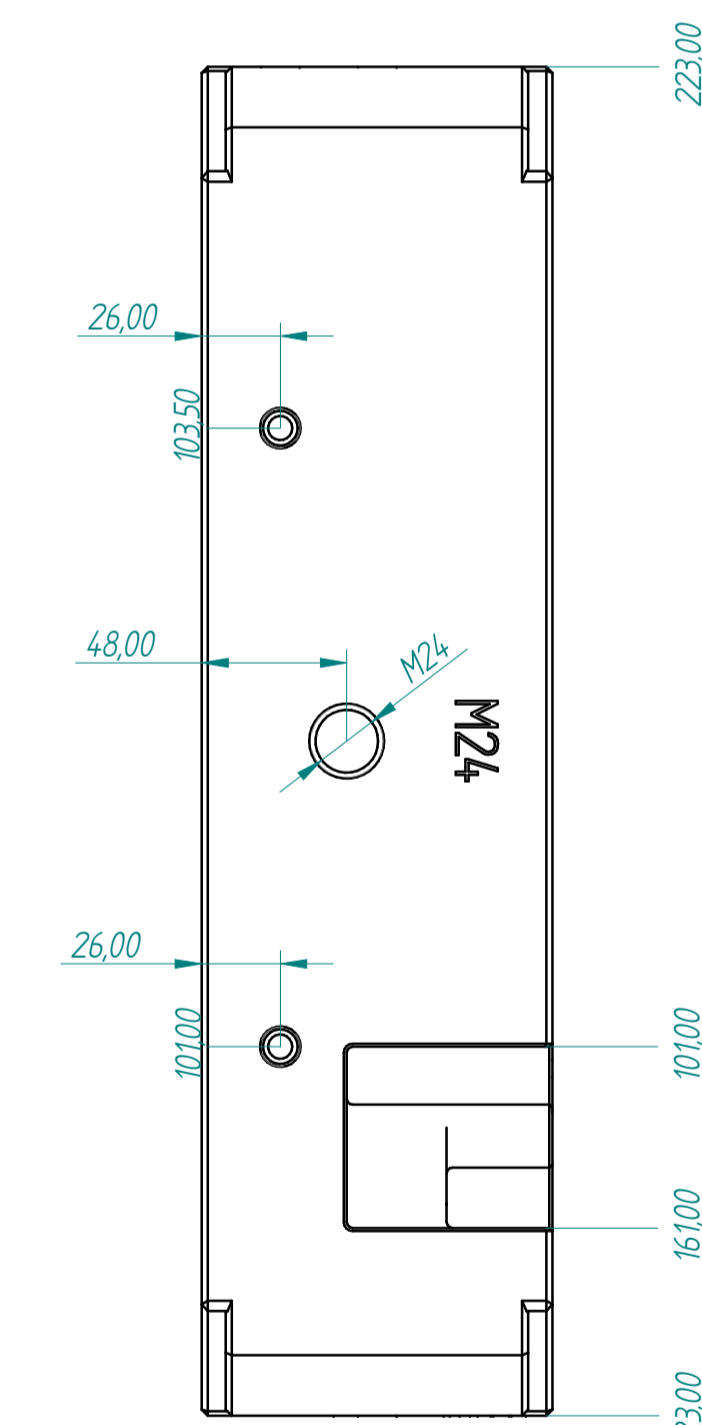
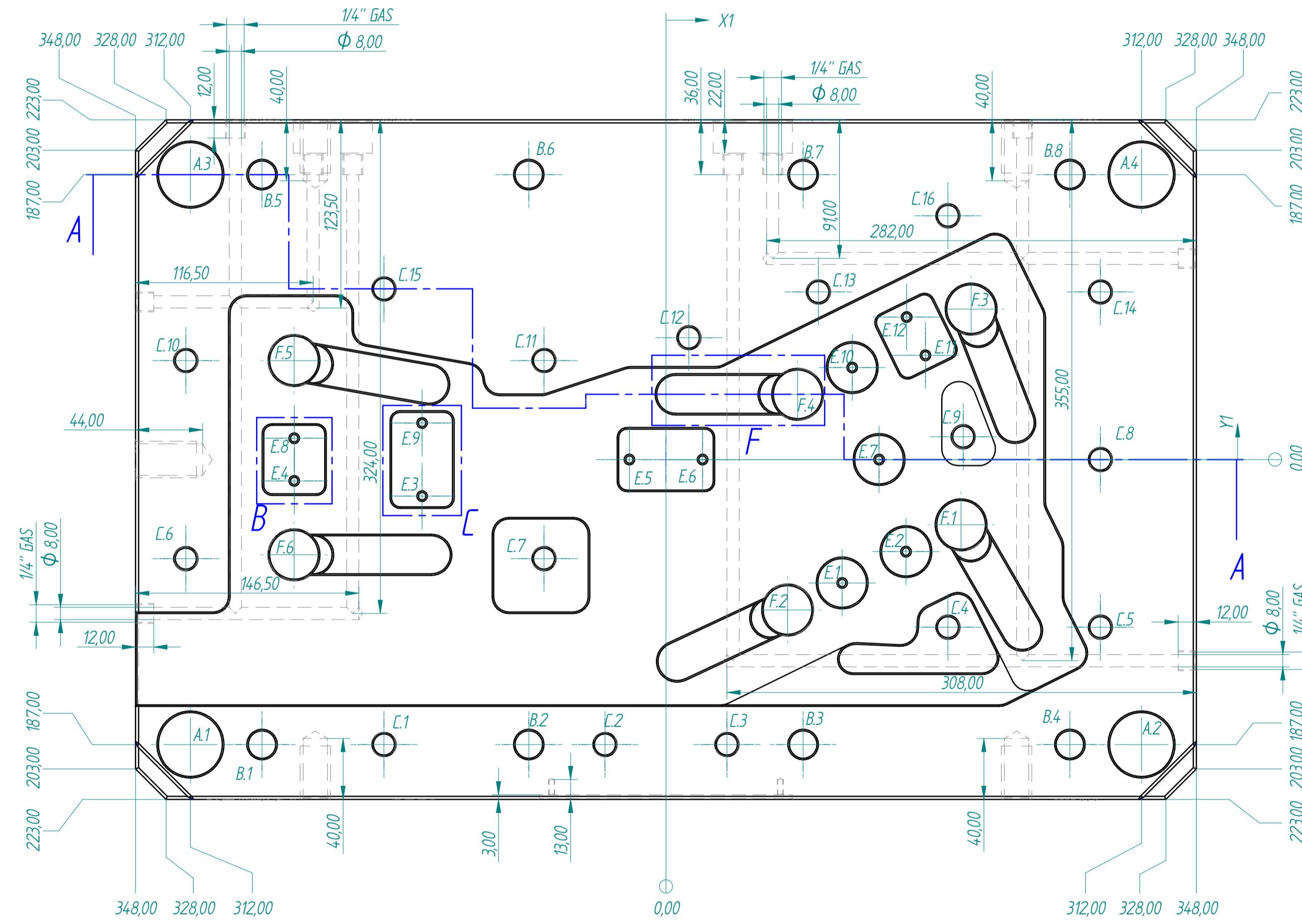
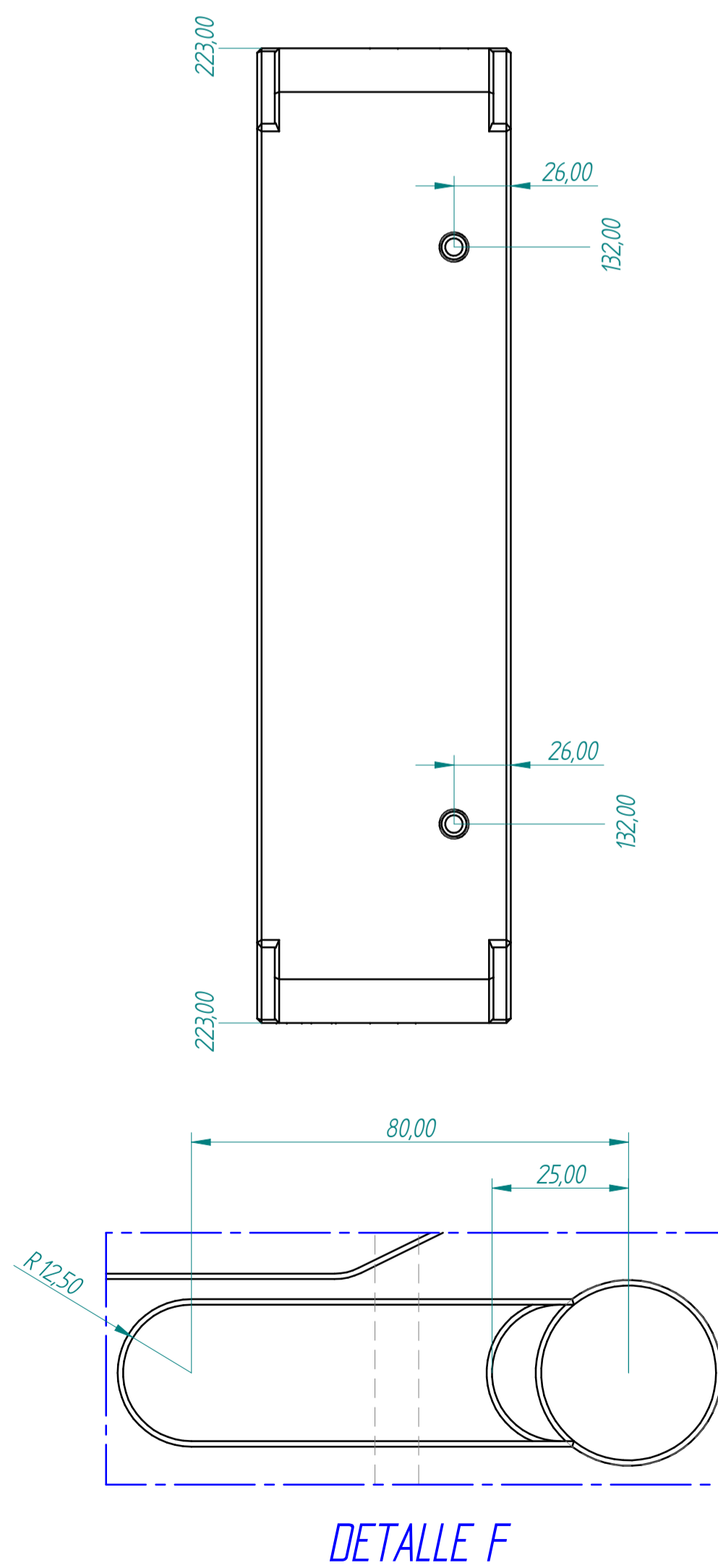
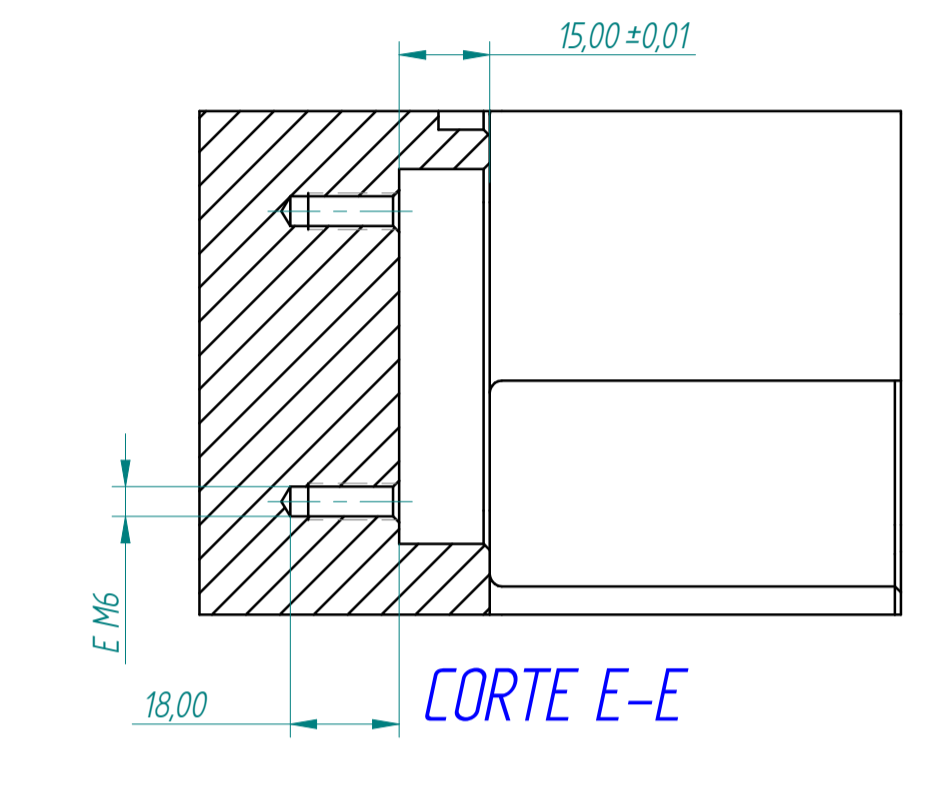
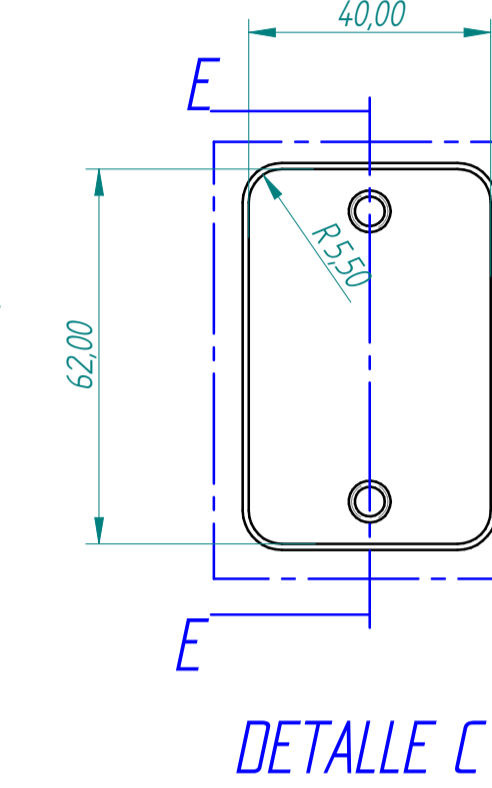
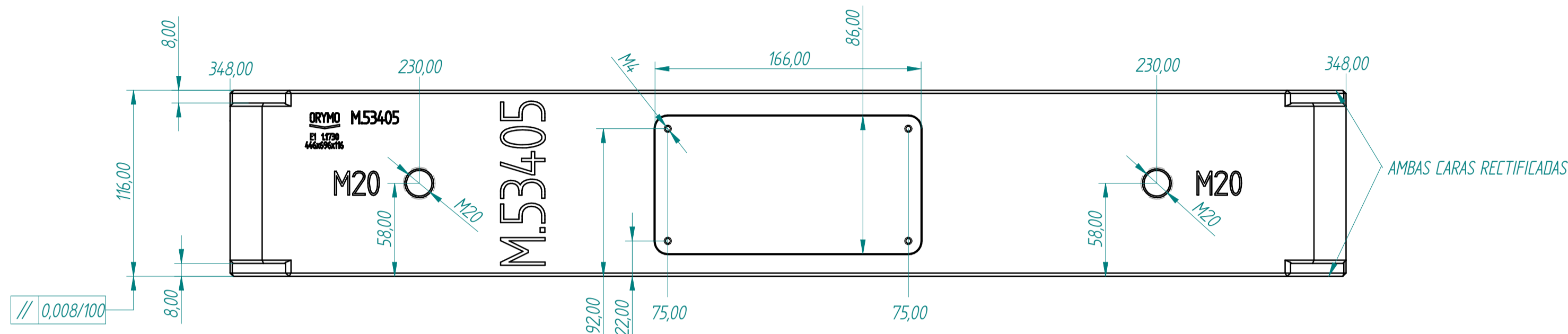
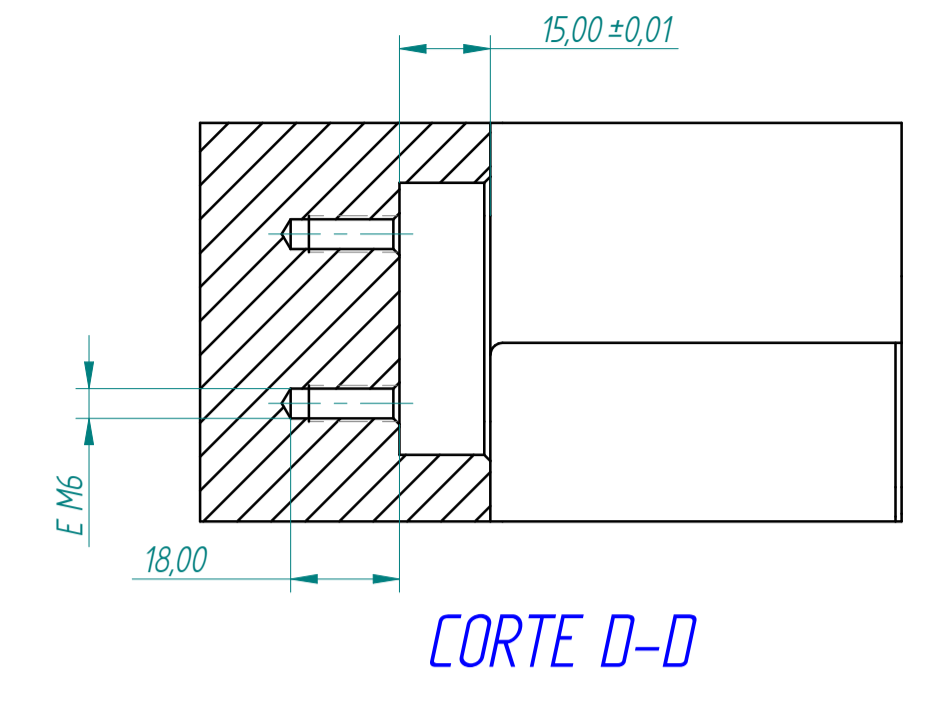
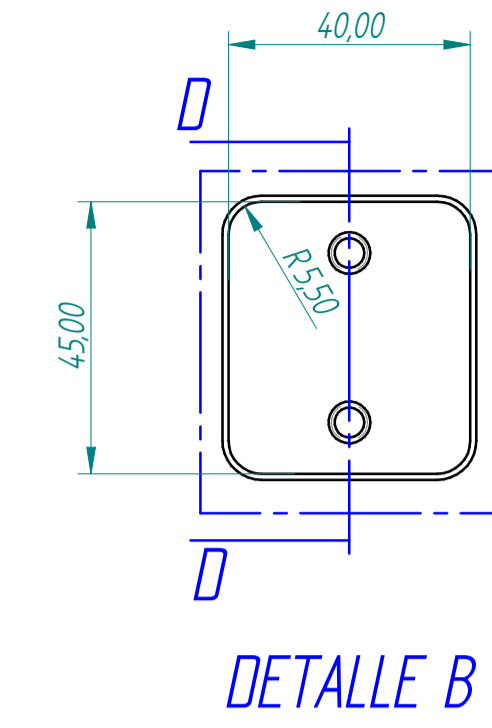
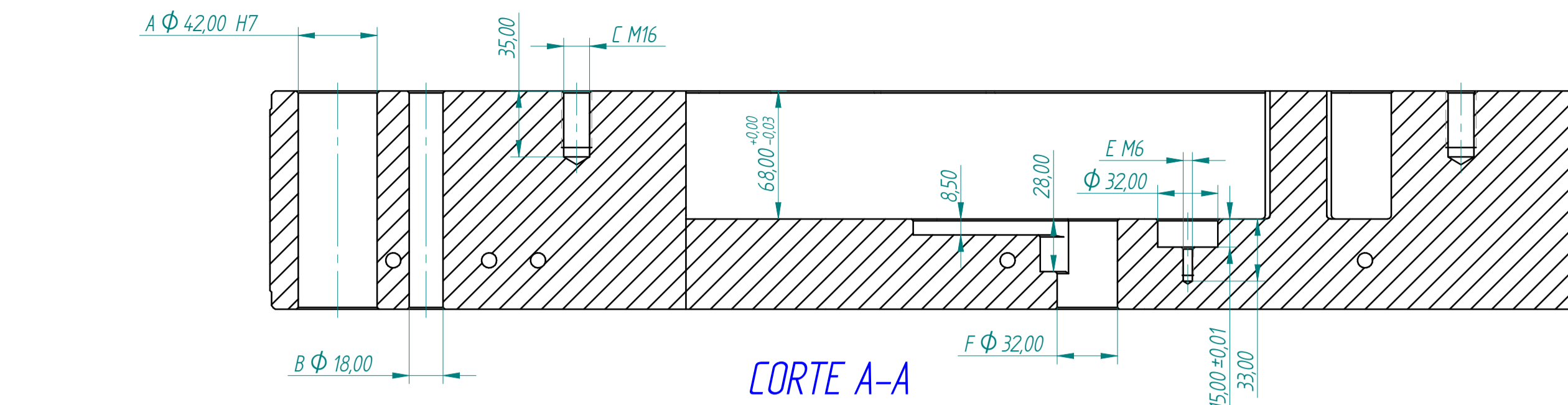
TOLERANCIAS  
D = ± 0,5  
D/D = ± 0,1  
R/D = ± 0,08  
Angular = ± 0,25

ORYMO  
Av. del Cid, 6. Pol. Ind. Torrelavega  
40130 - Miraflores  
Valencia (España)  
Tel: 96.1452016 - Fax: 96.1452017  
e-mail: info@orymo.com





Tabla de Agujeros			
Agujero	X	Y	Tamaño
A.1	-312	-187	φ 42
A.2	312	-187	φ 42
A.3	-312	187	φ 42
A.4	312	187	φ 42
B.1	-265	-187	φ 18
B.2	-90	-187	φ 18
B.3	90	-187	φ 18
B.4	265	-187	φ 18
B.5	-265	187	φ 18
B.6	-90	187	φ 18
B.7	90	187	φ 18
B.8	265	187	φ 18
C.1	-185	-187	φ 13,84
C.2	-40	-187	φ 13,84
C.3	40	-187	φ 13,84
C.4	185	-110	φ 13,84
C.5	285	-110	φ 13,84
C.6	-315	-65	φ 13,84
C.7	-80	-65	φ 13,84
C.8	285	0	φ 13,84
C.9	195	15	φ 13,84
C.10	-315	65	φ 13,84
C.11	-80	65	φ 13,84
C.12	15	80	φ 13,84
C.13	100	110	φ 13,84
C.14	285	110	φ 13,84
C.15	-185	112	φ 13,84
C.16	185	160	φ 13,84
E.1	115,59	-80,97	φ 4,92
E.2	157,45	-60,41	φ 4,92
E.3	-160	-24	φ 4,92
E.4	-243,89	-14	φ 4,92
E.5	-24	0	φ 4,92
E.6	24	0	φ 4,92
E.7	139,82	0	φ 4,92
E.8	-243,89	14	φ 4,92
E.9	-160	24	φ 4,92
E.10	122,2	60,41	φ 4,92
E.11	170,24	68,4	φ 4,92
E.12	157,89	93,54	φ 4,92
F.1	193,6	-42,83	φ 32
F.2	79,78	-98,72	φ 32
F.3	200,22	98,72	φ 32
F.4	86,4	42,83	φ 32
F.5	-244	65	φ 32
F.6	-244	-62,5	φ 32



MECANIZAR REFERENCIAS DE PLACAS, MÉTRICAS DE ELEVACIÓN Y REFRIGERACIONES A UNA PROFUNDIDAD DE 0,15 MM

PESO APROX. ANTES DEL MECANIZADO 282 kg  
PESO DESPUÉS DEL MECANIZADO 200 kg

V01	Revisión	Fecha	Anula	Motivo			
CÓDIGO: E1M53405	MATERIAL: 1730	AUTOR: R. Monteagudo	Revisado por:	FECHA: 07-05-2019	N° PLANO 125	ESCALA:	
<b>ORYMO</b> Av. del Cid, 6. Pol. Ind. Torrelavega 40130 - Miraflores (Palencia) España Tel: 96.1452016 - Fax: 96.1452017 e-mail: info@orymo.com				DENOMINACION: PLACA PORTACAMARA 53405 CLIENTE: LEGO			

TOLERANCIAS
D = ± 0,5
D > 0 = ± 0,1
H > 0 = ± 0,08
Angular = ± 0,25

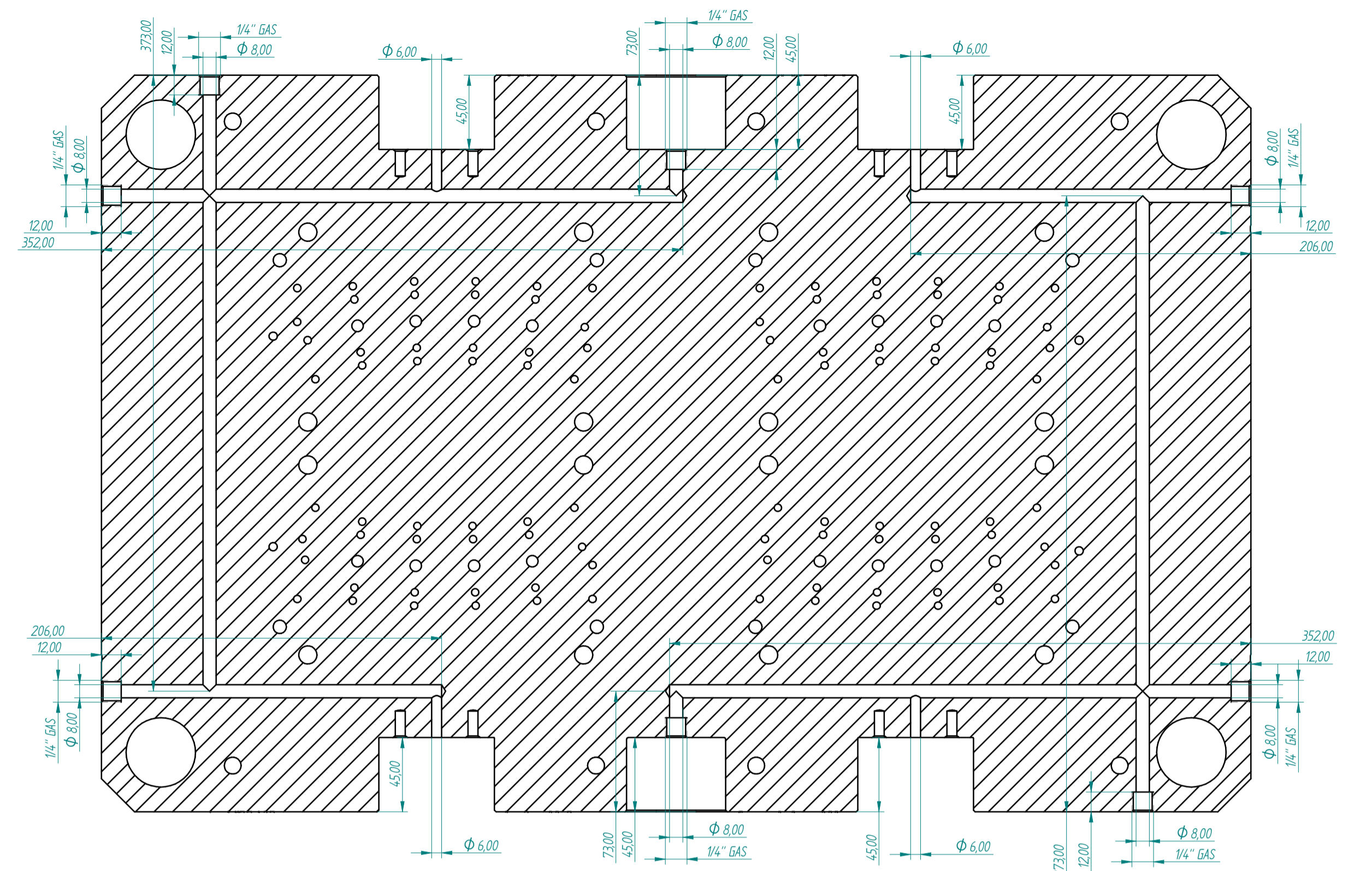
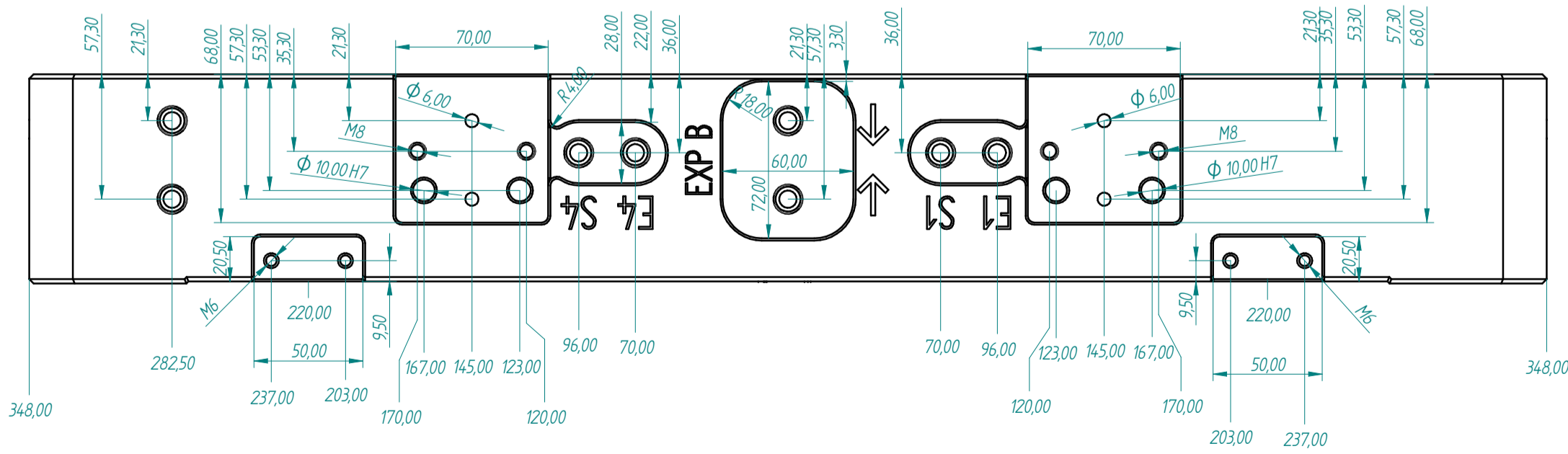
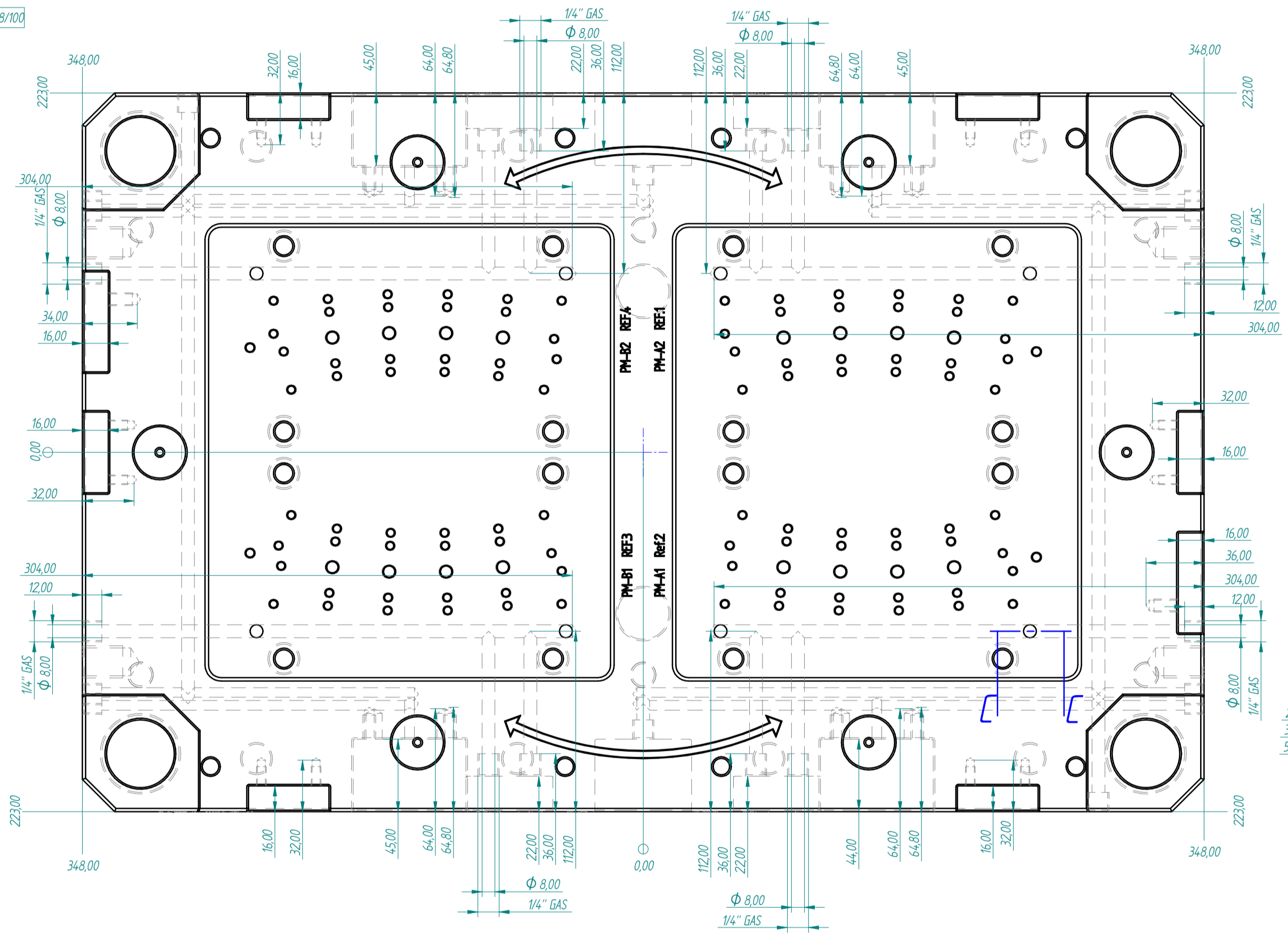
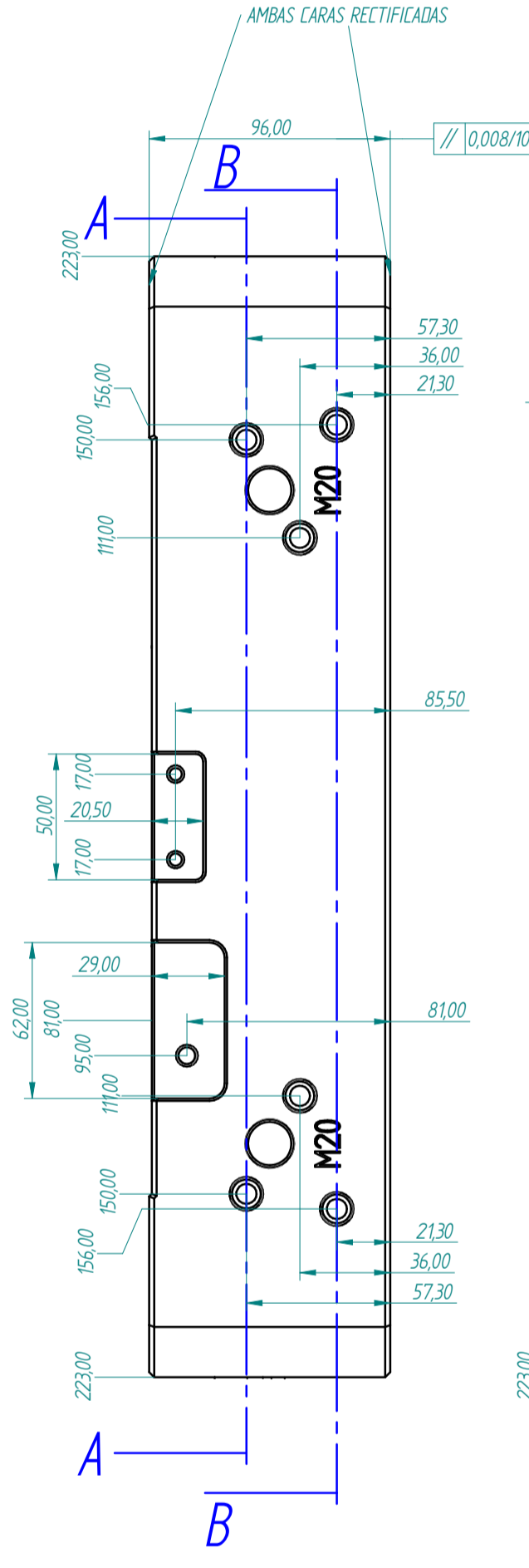
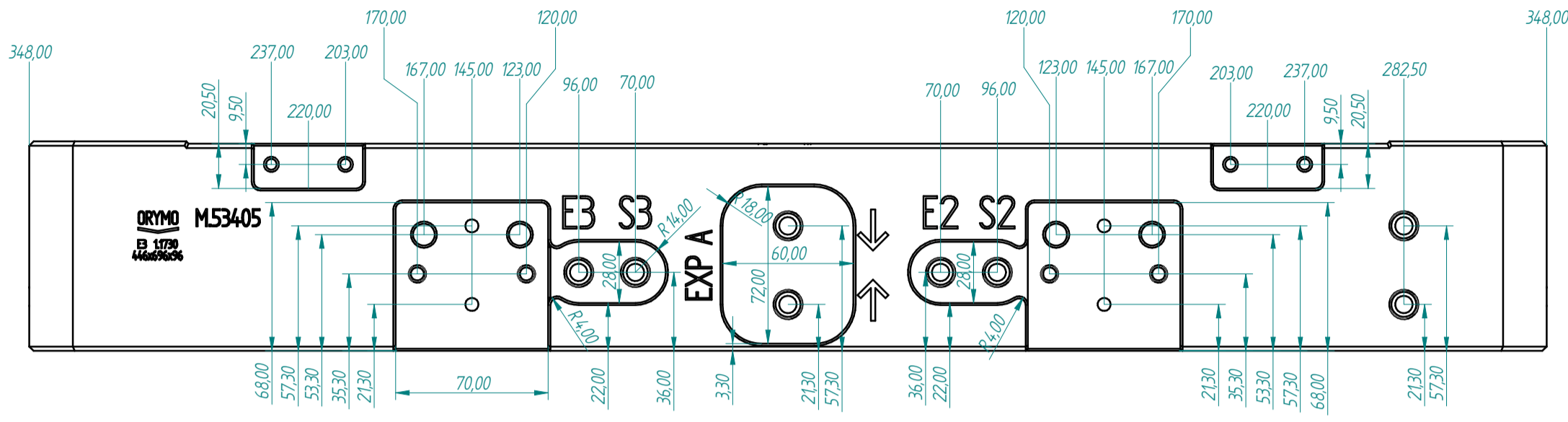




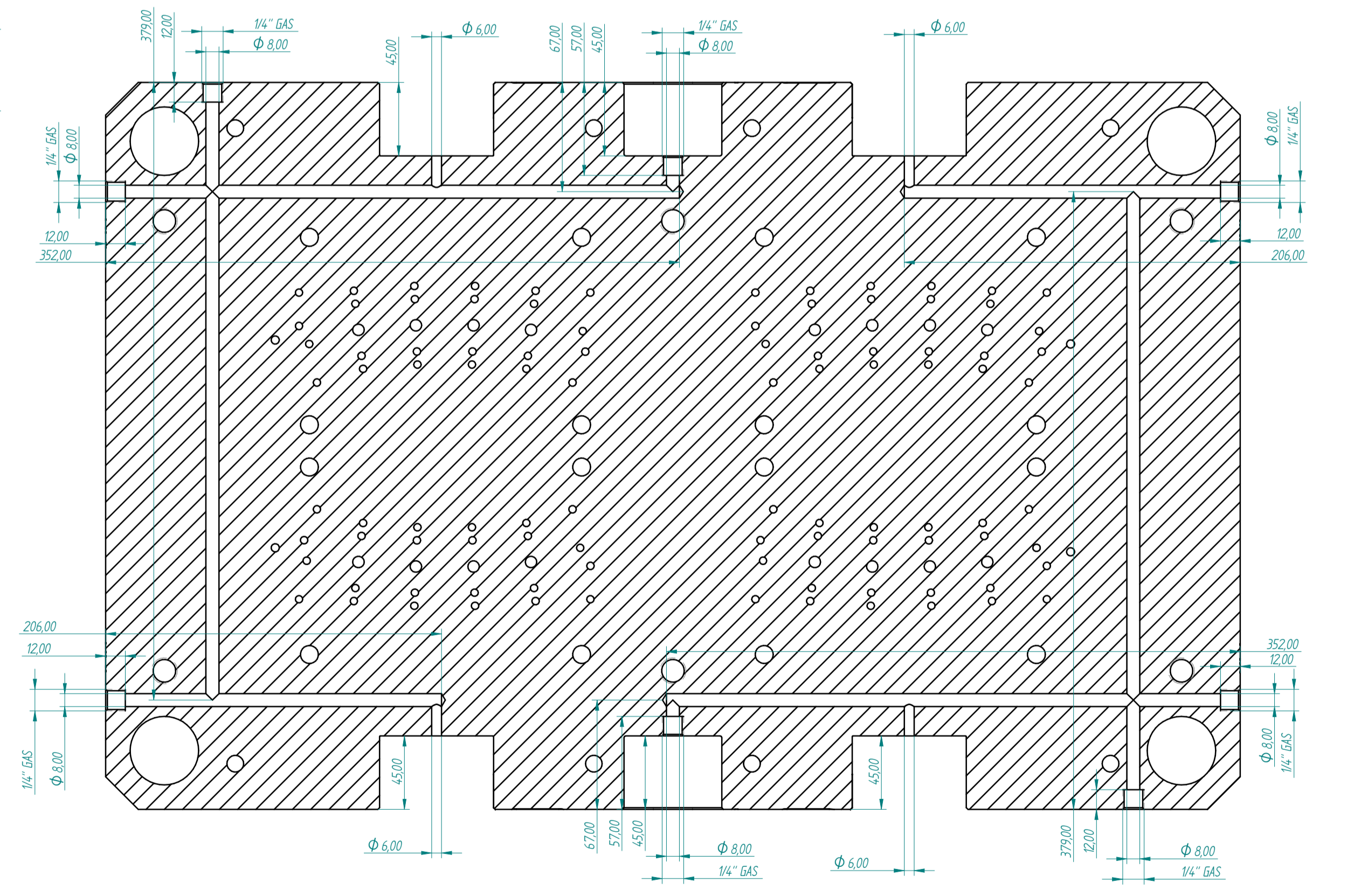


Tabla de Agujeros			
Agujero	X	Y	Tamaño
A.1	-268,5	-195	φ 10,2
A.2	-48,5	-195	φ 10,2
A.3	48,5	-195	φ 10,2
A.4	268,5	-195	φ 10,2
A.5	-268,5	195	φ 10,2
A.6	-48,5	195	φ 10,2
A.7	48,5	195	φ 10,2
A.8	268,5	195	φ 10,2
B.1	-240	-190	φ 18
B.2	-78	-190	φ 18
B.3	78	-190	φ 18
B.4	240	-190	φ 18
B.5	-240	190	φ 18
B.6	-78	190	φ 18
B.7	78	190	φ 18
B.8	240	190	φ 18
C.1	-312	-187	φ 42
C.2	312	-187	φ 42
C.3	-312	187	φ 42
C.4	312	187	φ 42
D.1	-140	-180	φ 4,13
D.2	140	-180	φ 4,13
D.3	-300	0	φ 4,13
D.4	300	0	φ 4,13
D.5	-140	180	φ 4,13
D.6	140	180	φ 4,13
E.1	-312	-138	φ 13,84
E.2	0	-138	φ 13,84
E.3	312	-138	φ 13,84
E.4	-312	138	φ 13,84
E.5	0	138	φ 13,84
E.6	312	138	φ 13,84
F.1	-223	-128	φ 11
F.2	-56	-128	φ 11
F.3	56	-128	φ 11
F.4	223	-128	φ 11
F.5	-223	13	φ 11
F.6	-56	13	φ 11
F.7	56	13	φ 11
F.8	223	13	φ 11
F.9	-223	13	φ 11
F.10	-56	13	φ 11
F.11	56	13	φ 11
F.12	223	13	φ 11
F.13	-223	128	φ 11
F.14	-56	128	φ 11
F.15	56	128	φ 11
F.16	223	128	φ 11
G.1	-240	-111	φ 8
G.2	-48	-111	φ 8
G.3	48	-111	φ 8
G.4	240	-111	φ 8
G.5	-240	111	φ 8
G.6	-48	111	φ 8
G.7	48	111	φ 8
G.8	240	111	φ 8
H.1	0	-100	φ 32
H.2	0	100	φ 32
I.1	-158,62	-98,12	φ 4,5
I.2	-12138	-98,12	φ 4,5
I.3	12138	-98,12	φ 4,5
I.4	158,62	-98,12	φ 4,5
I.5	-158,62	98,12	φ 4,5
I.6	-12138	98,12	φ 4,5
I.7	12138	98,12	φ 4,5
I.8	158,62	98,12	φ 4,5
I.9	-158,62	98,12	φ 4,5
I.10	-12138	98,12	φ 4,5
I.11	12138	98,12	φ 4,5
I.12	158,62	98,12	φ 4,5
I.13	-158,62	98,12	φ 4,5
I.14	-12138	98,12	φ 4,5
I.15	12138	98,12	φ 4,5
I.16	158,62	98,12	φ 4,5
I.17	-158,62	98,12	φ 4,5
I.18	-12138	98,12	φ 4,5
I.19	12138	98,12	φ 4,5
I.20	158,62	98,12	φ 4,5
I.21	-158,62	98,12	φ 4,5
I.22	-12138	98,12	φ 4,5
I.23	12138	98,12	φ 4,5
I.24	158,62	98,12	φ 4,5
I.25	-158,62	98,12	φ 4,5
I.26	-12138	98,12	φ 4,5
I.27	12138	98,12	φ 4,5
I.28	158,62	98,12	φ 4,5
I.29	-158,62	98,12	φ 4,5
I.30	-12138	98,12	φ 4,5
I.31	12138	98,12	φ 4,5
I.32	158,62	98,12	φ 4,5
I.33	-158,62	98,12	φ 4,5
I.34	-12138	98,12	φ 4,5
I.35	12138	98,12	φ 4,5
I.36	158,62	98,12	φ 4,5
I.37	-158,62	98,12	φ 4,5
I.38	-12138	98,12	φ 4,5
I.39	12138	98,12	φ 4,5
I.40	158,62	98,12	φ 4,5
I.41	-158,62	98,12	φ 4,5
I.42	-12138	98,12	φ 4,5
I.43	12138	98,12	φ 4,5
I.44	158,62	98,12	φ 4,5
I.45	-158,62	98,12	φ 4,5
I.46	-12138	98,12	φ 4,5
I.47	12138	98,12	φ 4,5
I.48	158,62	98,12	φ 4,5
I.49	-158,62	98,12	φ 4,5
I.50	-12138	98,12	φ 4,5
I.51	12138	98,12	φ 4,5
I.52	158,62	98,12	φ 4,5
I.53	-158,62	98,12	φ 4,5
I.54	-12138	98,12	φ 4,5
I.55	12138	98,12	φ 4,5
I.56	158,62	98,12	φ 4,5
I.57	-158,62	98,12	φ 4,5
I.58	-12138	98,12	φ 4,5
I.59	12138	98,12	φ 4,5
I.60	158,62	98,12	φ 4,5
I.61	-158,62	98,12	φ 4,5
I.62	-12138	98,12	φ 4,5
I.63	12138	98,12	φ 4,5
I.64	158,62	98,12	φ 4,5
I.65	-158,62	98,12	φ 4,5
I.66	-12138	98,12	φ 4,5
I.67	12138	98,12	φ 4,5
I.68	158,62	98,12	φ 4,5
I.69	-158,62	98,12	φ 4,5
I.70	-12138	98,12	φ 4,5
I.71	12138	98,12	φ 4,5
I.72	158,62	98,12	φ 4,5
I.73	-158,62	98,12	φ 4,5
I.74	-12138	98,12	φ 4,5
I.75	12138	98,12	φ 4,5
I.76	158,62	98,12	φ 4,5
I.77	-158,62	98,12	φ 4,5
I.78	-12138	98,12	φ 4,5
I.79	12138	98,12	φ 4,5
I.80	158,62	98,12	φ 4,5
I.81	-158,62	98,12	φ 4,5
I.82	-12138	98,12	φ 4,5
I.83	12138	98,12	φ 4,5
I.84	158,62	98,12	φ 4,5
I.85	-158,62	98,12	φ 4,5
I.86	-12138	98,12	φ 4,5
I.87	12138	98,12	φ 4,5
I.88	158,62	98,12	φ 4,5
I.89	-158,62	98,12	φ 4,5
I.90	-12138	98,12	φ 4,5
I.91	12138	98,12	φ 4,5
I.92	158,62	98,12	φ 4,5
I.93	-158,62	98,12	φ 4,5
I.94	-12138	98,12	φ 4,5
I.95	12138	98,12	φ 4,5
I.96	158,62	98,12	φ 4,5
I.97	-158,62	98,12	φ 4,5
I.98	-12138	98,12	φ 4,5
I.99	12138	98,12	φ 4,5
I.100	158,62	98,12	φ 4,5
I.101	-158,62	98,12	φ 4,5
I.102	-12138	98,12	φ 4,5
I.103	12138	98,12	φ 4,5
I.104	158,62	98,12	φ 4,5
I.105	-158,62	98,12	φ 4,5
I.106	-12138	98,12	φ 4,5
I.107	12138	98,12	φ 4,5
I.108	158,62	98,12	φ 4,5
I.109	-158,62	98,12	φ 4,5
I.110	-12138	98,12	φ 4,5
I.111	12138	98,12	φ 4,5
I.112	158,62	98,12	φ 4,5
I.113	-158,62	98,12	φ 4,5
I.114	-12138	98,12	φ 4,5
I.115	12138	98,12	φ 4,5
I.116	158,62	98,12	φ 4,5
I.117	-158,62	98,12	φ 4,5
I.118	-12138	98,12	φ 4,5
I.119	12138	98,12	φ 4,5
I.120	158,62	98,12	φ 4,5
I.121	-158,62	98,12	φ 4,5
I.122	-12138	98,12	φ 4,5
I.123	12138	98,12	φ 4,5
I.124	158,62	98,12	φ 4,5
I.125	-158,62	98,12	φ 4,5
I.126	-12138	98,12	φ 4,5
I.127	12138	98,12	φ 4,5
I.128	158,62	98,12	φ 4,5
I.129	-158,62	98,12	φ 4,5
I.130	-12138	98,12	φ 4,5
I.131	12138	98,12	φ 4,5
I.132	158,62	98,12	φ 4,5
I.133	-158,62	98,12	φ 4,5
I.134	-12138	98,12	φ 4,5
I.135	12138	98,12	φ 4,5
I.136	158,62	98,12	φ 4,5
I.137	-158,62	98,12	φ 4,5
I.138	-12138	98,12	φ 4,5
I.139	12138	98,12	φ 4,5
I.140	158,62	98,12	φ 4,5
I.141	-158,62	98,12	φ 4,5
I.142	-12138	98,12	φ 4,5
I.143	12138	98,12	φ 4,5
I.144	158,62	98,12	φ 4,5
I.145	-158,62	98,12	φ 4,5
I.146	-12138	98,12	φ 4,5
I.147	12138	98,12	φ 4,5
I.148	158,62	98,12	φ 4,5
I.149	-158,62	98,12	φ 4,5
I.150	-12138	98,12	φ 4,5
I.151	12138	98,12	φ 4,5
I.152	158,62	98,12	φ 4,5
I.153	-158,62	98,12	φ 4,5
I.154	-12138	98,12	φ 4,5
I.155	12138	98,12	φ 4,5
I.156	158,62	98,12	φ 4,5
I.157	-158,62	98,12	φ 4,5
I.158	-12138	98,12	φ 4,5
I.159	12138	98,12	φ 4,5
I.160	158,62	98,12	φ 4,5
I.161	-158,62	98,12	φ 4,5
I.162	-12138	98,12	φ 4,5
I.163	12138	98,12	φ 4,5
I.164	158,62	98,12	φ 4,5
I.165	-158,62	98,12	φ 4,5
I.166	-12138	98,12	φ 4,5
I.167	12138	98,12	φ 4,5
I.168	158,62	98,12	φ 4,5
I.169	-158,62	98,12	φ 4,5
I.170	-12138	98,12	φ 4,5
I.171	12138	98,12	φ 4,5
I.172	158,62	98,12	φ 4,5
I.173	-158,62	98,12	φ 4,5
I.174	-12138	98,12	φ 4,5
I.175	12138	98,12	φ 4,5
I.176	158,62	98,12	φ 4,5
I.177	-158,62	98,12	φ 4,5
I.178	-12138	98,12	φ 4,5
I.179	12138	98,12	φ 4,5
I.180	158,62	98,12	φ 4,5
I.181	-158,62	98,12	φ 4,5
I.182	-12138	98,12	φ 4,5
I.183	12138	98,12	φ 4,5
I.184	158,62	98,12	φ 4,5
I.185	-158,62	98,12	φ 4,5
I.186	-12138	98,12	φ 4,5
I.187	12138	98,12	φ 4,5
I.188	158,62	98,12	φ 4,5
I.189	-158,62	98,12	φ 4,5
I.190	-12138	98,12	φ 4,5
I.191	12138	98,12	φ 4,5
I.192	158,62	98,12	φ 4,5
I.193	-158,62	98,12	φ 4,5
I.194	-12138	98,12	φ 4,5
I.195	12138	98,12	φ 4,5
I.196	158,62	98,12	φ 4,5
I.197	-158,62	98,12	φ 4,5
I.198	-12138	98,12	φ 4,5
I.199	12138	98,12	φ 4,5
I.200	158,62	98,12	φ 4,5
I.201	-158,62	98,12	φ 4,5
I.202	-12138	98,12	φ 4,5
I.203	12138	98,12	φ 4,5
I.204	158,62	98,12	φ 4,5
I.205	-158,62	98,12	φ 4,5
I.206	-12138	98,12	φ 4,5
I.207	12138	98,12	φ 4,5
I.208	158,62	98,12	φ 4,5
I.209	-158,62	98,12	φ 4,5
I.210	-12138	98,12	φ 4,5
I.211	12138	98,12	φ 4,5
I.212	158,62	98,12	φ 4,5
I.213	-158,62	98,12	φ 4,5
I.214	-12138	98,12	φ 4,5
I.215	12138	98,12	φ 4,5
I.216	158,62	98,12	φ 4,5
I.217	-158,62	98,12	φ 4,5
I.218	-12138	98,12	φ 4,5
I.219	12138	98,12	φ 4,5
I.220	158,62	98,12	φ 4,5
I.221	-158,62	98,12	φ 4,5
I.222	-12138	98,12	φ 4,5
I.223	12138	98,12	φ 4,5
I.224	158,62	98,12	φ 4,5
I.225	-158,62	98,12	φ 4,5
I.226	-12138	98,12	φ 4,5
I.227	12138	98,12	φ 4,5
I.228	158,62	98,12	φ 4,5
I.229	-158,62	98,12	φ 4,5
I.230	-12138	98,12	





CORTE A-A



CORTE B-B

MECANIZAR REFERENCIAS DE PLACAS Y POSTIZOS, MÉTRICAS DE ELEVACIÓN Y REFRIGERACIONES A UNA PROFUNDIDAD DE 0,15 MM

PESO APROX. ANTES DEL MECANIZADO 233 kg  
PESO DESPUÉS DEL MECANIZADO 171 kg

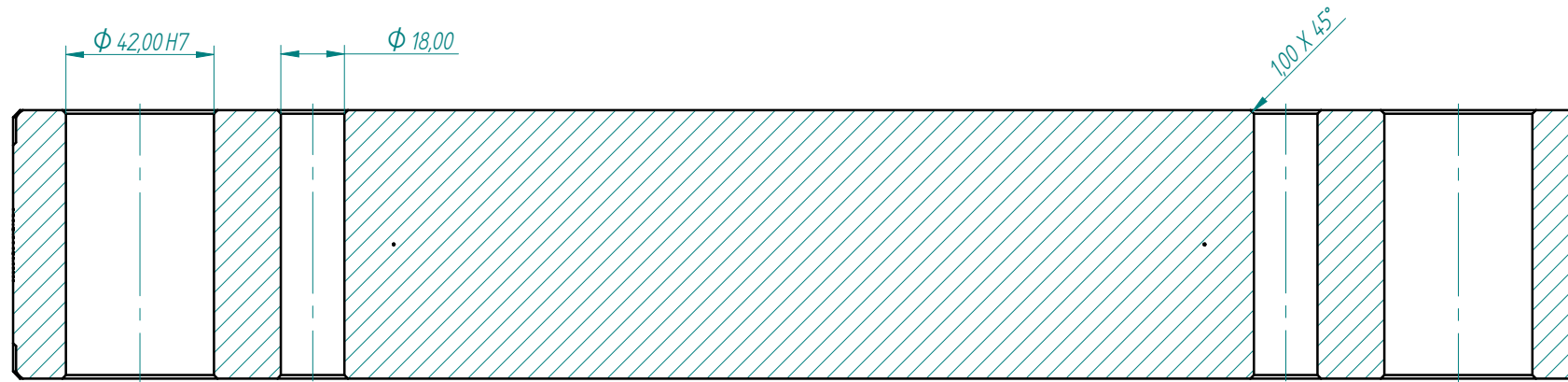
Revisión	Fecha	Anula	Motivo
V01			

CODIGO: E3M53405	MATERIAL: 1730	AUTOR: R. Montenegro	Revisado por: 16-02-2020	FECHA: 2/2	N° PLANO: 125	ESCALA:
<b>ORYMO</b> Av. del Cid. 6. Pol. Ind. Torrelavega 40130 - Miéres (Palencia) España T: +34 96 1452016 - Fax: +34 96 1452017 e-mail: info@orymo.com			DENOMINACION: PLACA FIGURA MOVIL 53405 CLIENTE: LEGO			

TOLERANCIAS
D = ± 0.5
D > 0 = ± 0.1
R > 0 = ± 0.05
Angular = ± 0.25

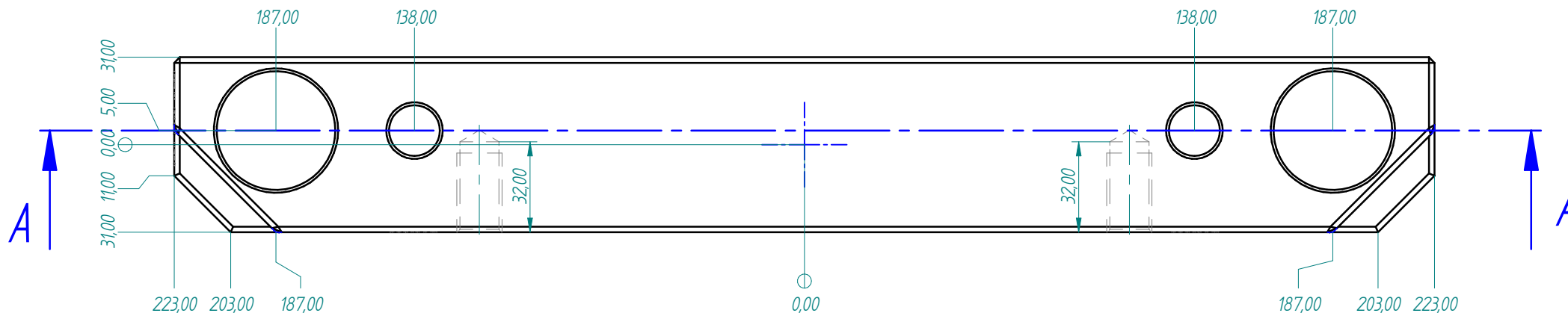
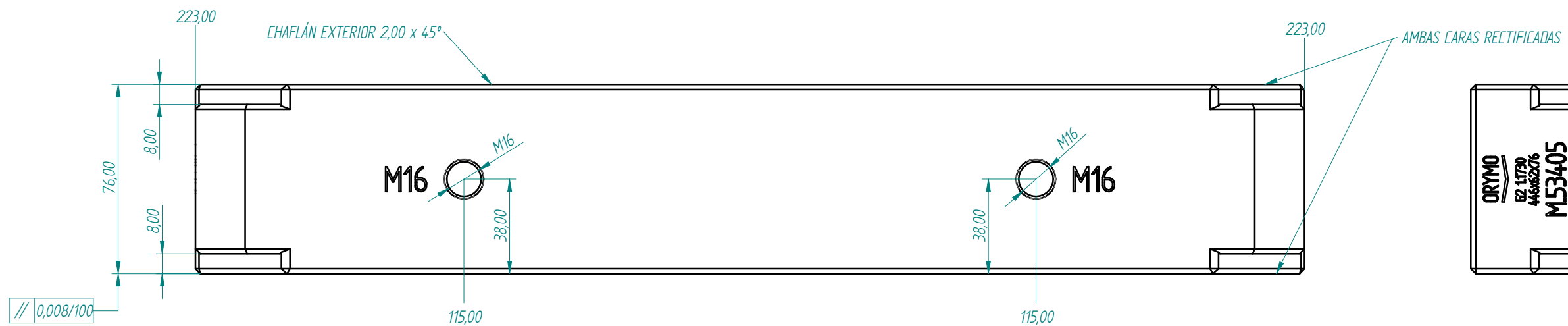






**CORTE A-A**

MECANIZAR GRABADOS DE REFERENCIA DE PLACA Y CÁNCAMOS DE ELEVACIÓN A UNA PROFUNDIDAD DE 0,15 mm

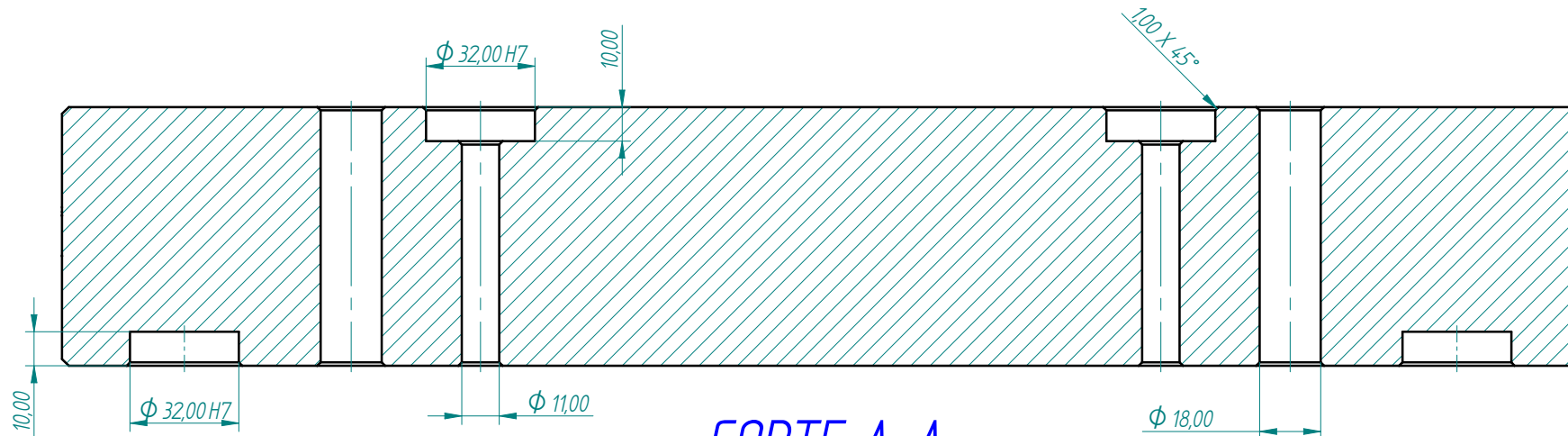


PESO APROX. ANTES DEL MECANIZADO 18 kg  
 PESO DESPUÉS DEL MECANIZADO 14 Kg

V01						
Revisión	Fecha	Anula	Motivo			
CODIGO: G2.M53405	MATERIAL: 1730	AUTOR: R. Monteagudo	Revisado por: ----	FECHA: 18-02-2020	Nº PLANO	ESCALA: 1:2
<b>ORYMO</b> Av. del Cid, 6- Pol. Ind. Torrubero 46136 - Museros Valencia (España) Tel: 96.1452016 - Fax: 96-1452017 e-mail: info@orymo.com			DENOMINACION: REGLE G2			
			CLIENTE: LEGO			

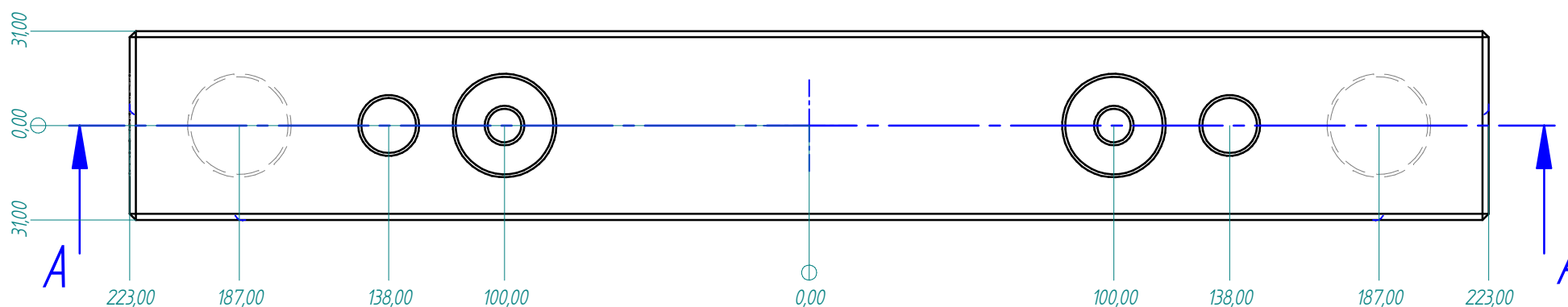
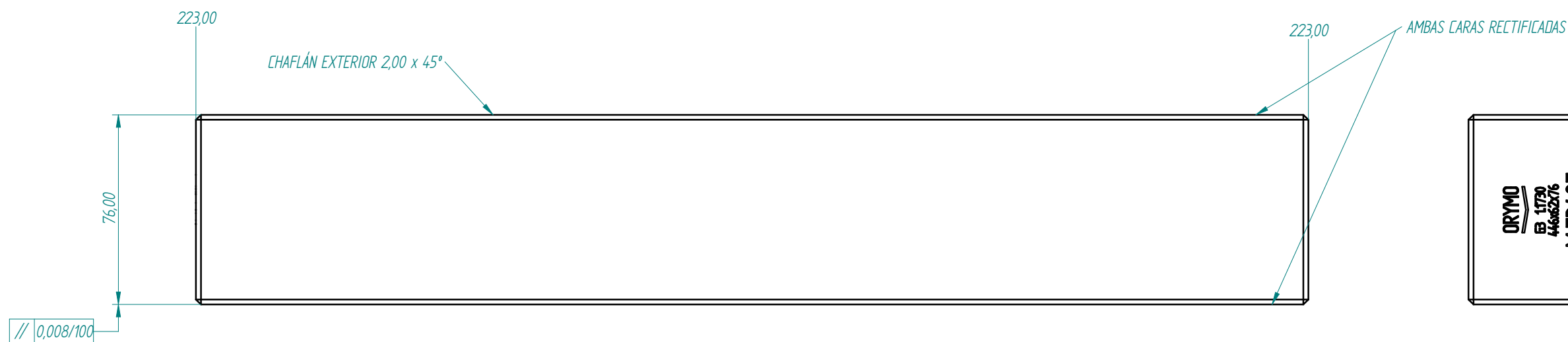
TOLERANCIAS	
0	= ± 0.5
0.0	= ± 0.1
0.00	= ± 0.05
Angular	= ± 0.25





CORTE A-A

MECANIZAR GRABADOS DE REFERENCIA DE PLACA A UNA PROFUNDIDAD DE 0,15 mm



PESO APROX. ANTES DEL MECANIZADO 18 kg  
PESO DESPUÉS DEL MECANIZADO 16 Kg

V01			
Revisión	Fecha	Anula	Motivo
CODIGO: G3.M53405	MATERIAL: 1730	AUTOR: R. Monteagudo	Revisado por: ----
			FECHA: 22-02-2020
			Nº PLANO
			ESCALA: 1:2

TOLERANCIAS	
0	= ± 0.5
0.0	= ± 0.1
0.00	= ± 0.05
Angular	= ± 0.25

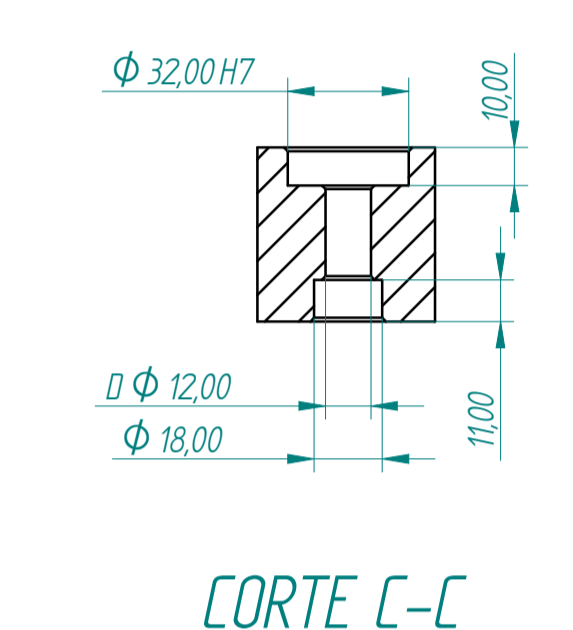
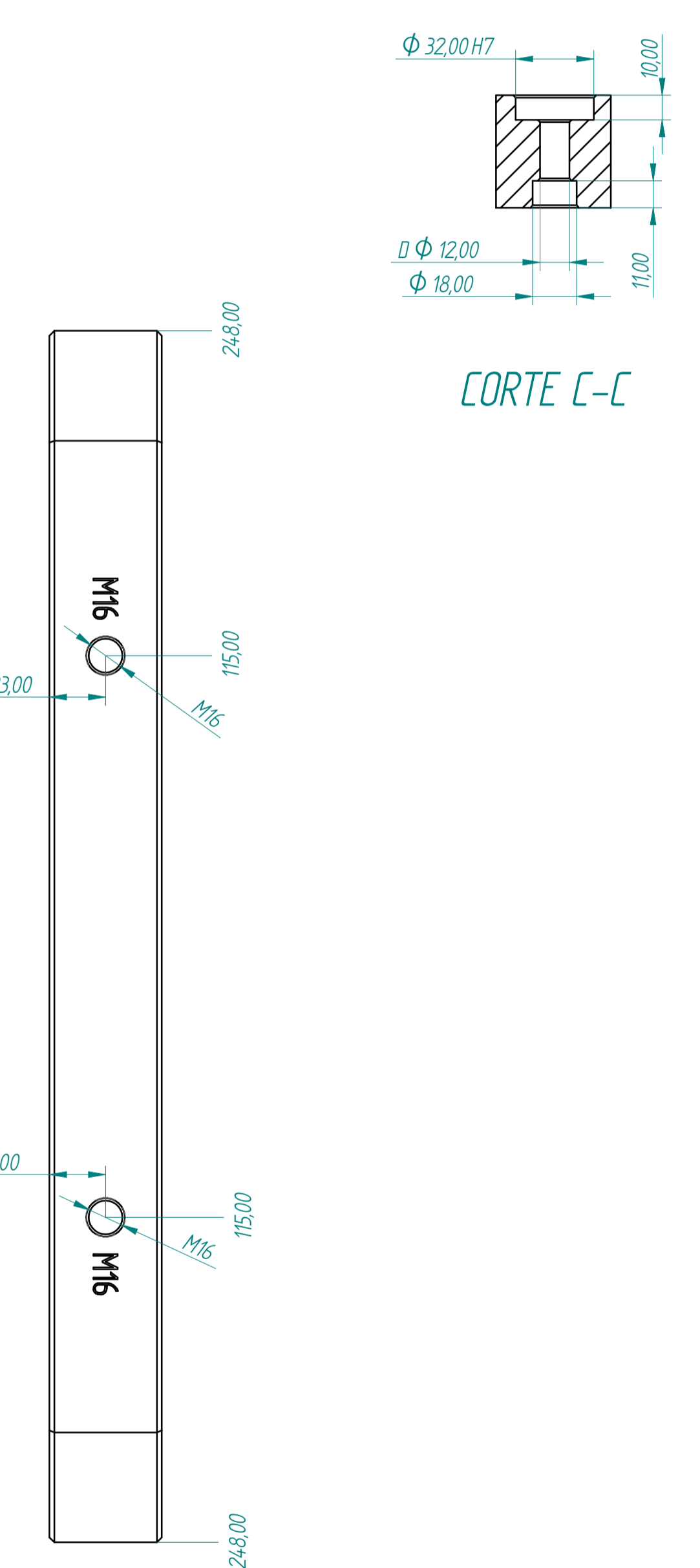
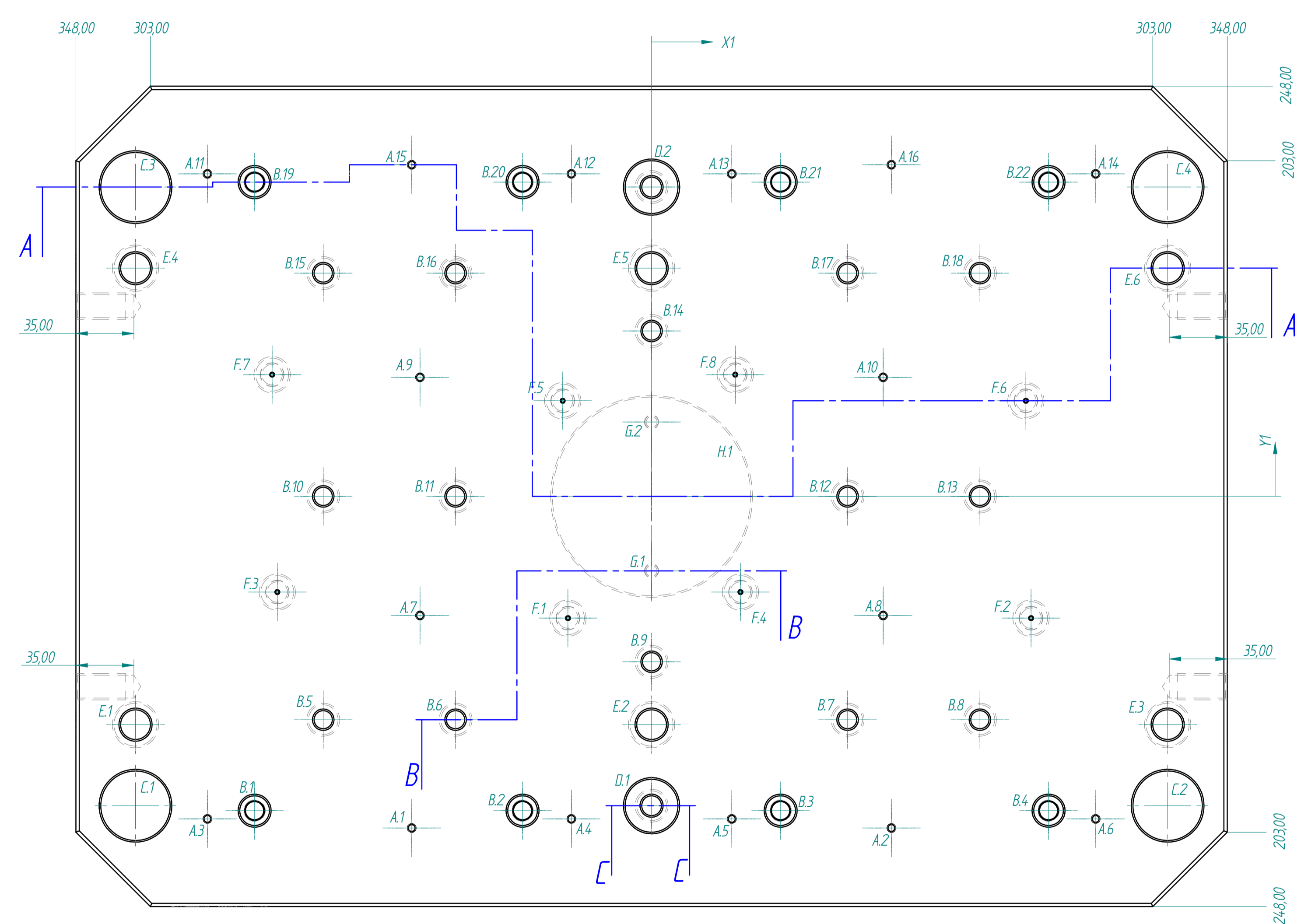
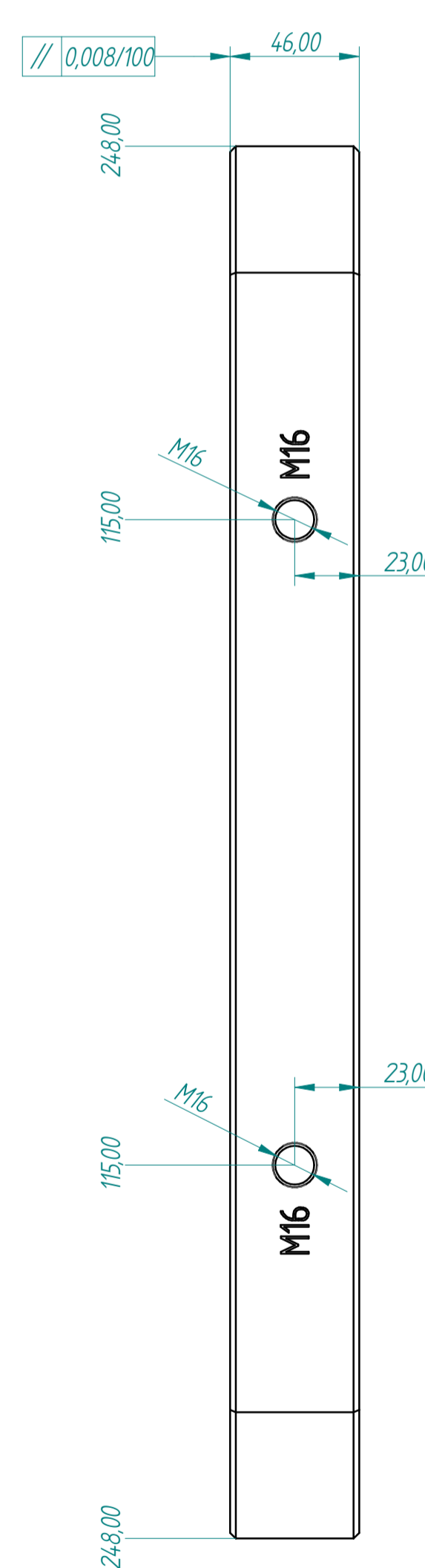
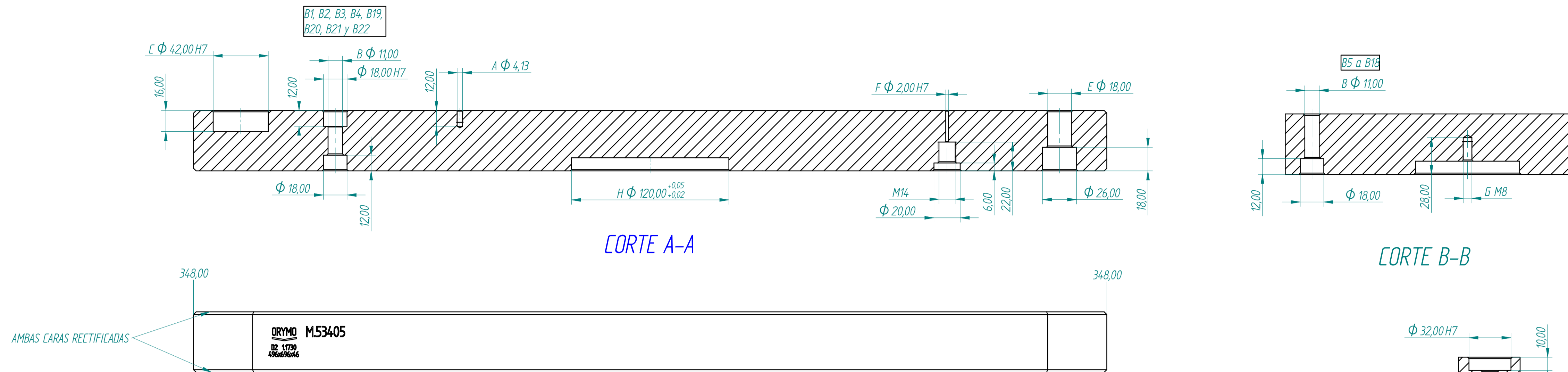
**ORYMO** Av. del Cid, 6- Pol. Ind. Torrubero  
46136 - Museros  
Valencia (España)  
Tel: 96.1452016 - Fax: 96-1452017  
e-mail: info@orymo.com

DENOMINACION: REGLE CENTRAL G3

CLIENTE: LEGO



Tabla de Agujeros			
Agujero	X	Y	Tamaño
A.1	-145	-200,5	φ 4,13
A.2	145	-200,5	φ 4,13
A.3	-268,5	-195	φ 4,13
A.4	-48,5	-195	φ 4,13
A.5	48,5	-195	φ 4,13
A.6	268,5	-195	φ 4,13
A.7	-140	-72	φ 4,13
A.8	140	-72	φ 4,13
A.9	-140	72	φ 4,13
A.10	140	72	φ 4,13
A.11	-268,5	195	φ 4,13
A.12	-48,5	195	φ 4,13
A.13	48,5	195	φ 4,13
A.14	268,5	195	φ 4,13
A.15	-145	200,5	φ 4,13
A.16	145	200,5	φ 4,13
B.1	-240	-190	φ 11
B.2	-78	-190	φ 11
B.3	78	-190	φ 11
B.4	240	-190	φ 11
B.5	-198,5	-135	φ 11
B.6	-118,5	-135	φ 11
B.7	118,5	-135	φ 11
B.8	198,5	-135	φ 11
B.9	0	-100	φ 11
B.10	-198,5	0	φ 11
B.11	-118,5	0	φ 11
B.12	118,5	0	φ 11
B.13	198,5	0	φ 11
B.14	0	100	φ 11
B.15	-198,5	135	φ 11
B.16	-118,5	135	φ 11
B.17	118,5	135	φ 11
B.18	198,5	135	φ 11
B.19	-240	190	φ 11
B.20	-78	190	φ 11
B.21	78	190	φ 11
B.22	240	190	φ 11
C.1	-312	-187	φ 42
C.2	312	-187	φ 42
C.3	-312	187	φ 42
C.4	312	187	φ 42
D.1	0	-187	φ 12
D.2	0	187	φ 12
E.1	-312	-138	φ 18
E.2	0	-138	φ 18
E.3	312	-138	φ 18
E.4	-312	138	φ 18
E.5	0	138	φ 18
E.6	312	138	φ 18
F.1	-50,59	-73,6	φ 2
F.2	229,41	-73,6	φ 2
F.3	-226,27	-57,83	φ 2
F.4	53,73	-57,83	φ 2
F.5	-53,73	57,83	φ 2
F.6	226,27	57,83	φ 2
F.7	-229,41	73,6	φ 2
F.8	50,59	73,6	φ 2
G.1	0	-45	φ 6,65
G.2	0	45	φ 6,65
H.1	0	0	φ 120



MECANIZAR REFERENCIAS DE PLACAS,  
MÉTRICAS DE ELEVACIÓN  
A UNA PROFUNDIDAD DE 0,15 MM

PESO APROX. ANTES DEL MECANIZADO 124 kg  
PESO DESPUÉS DEL MECANIZADO 119 kg

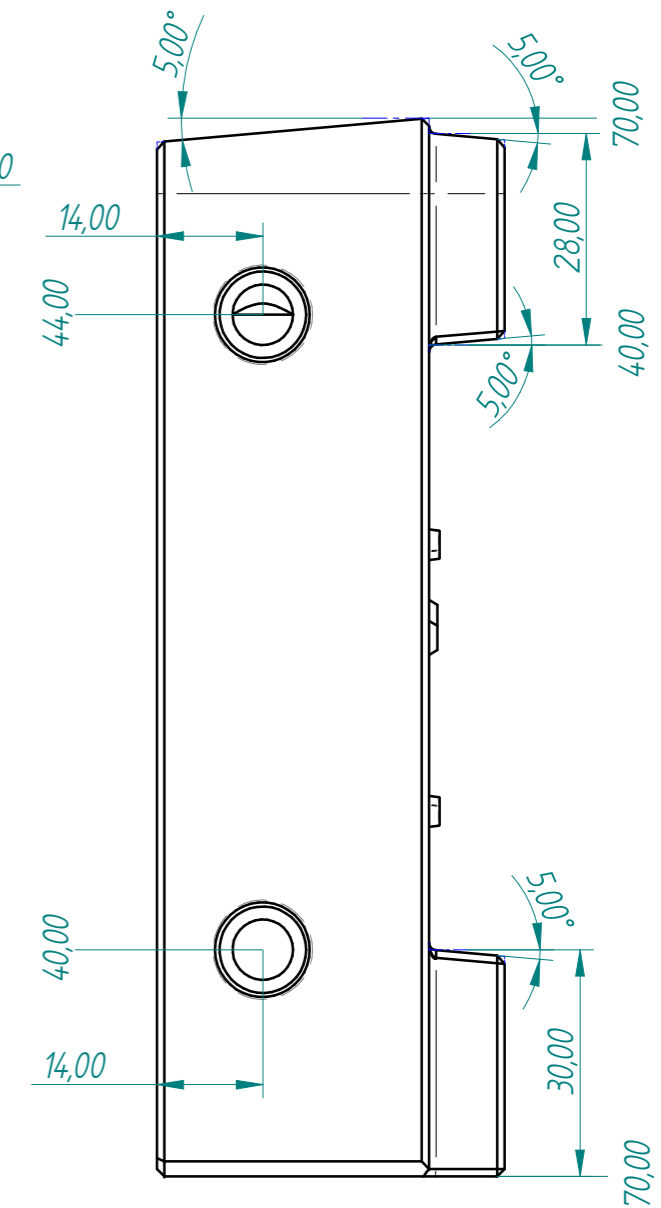
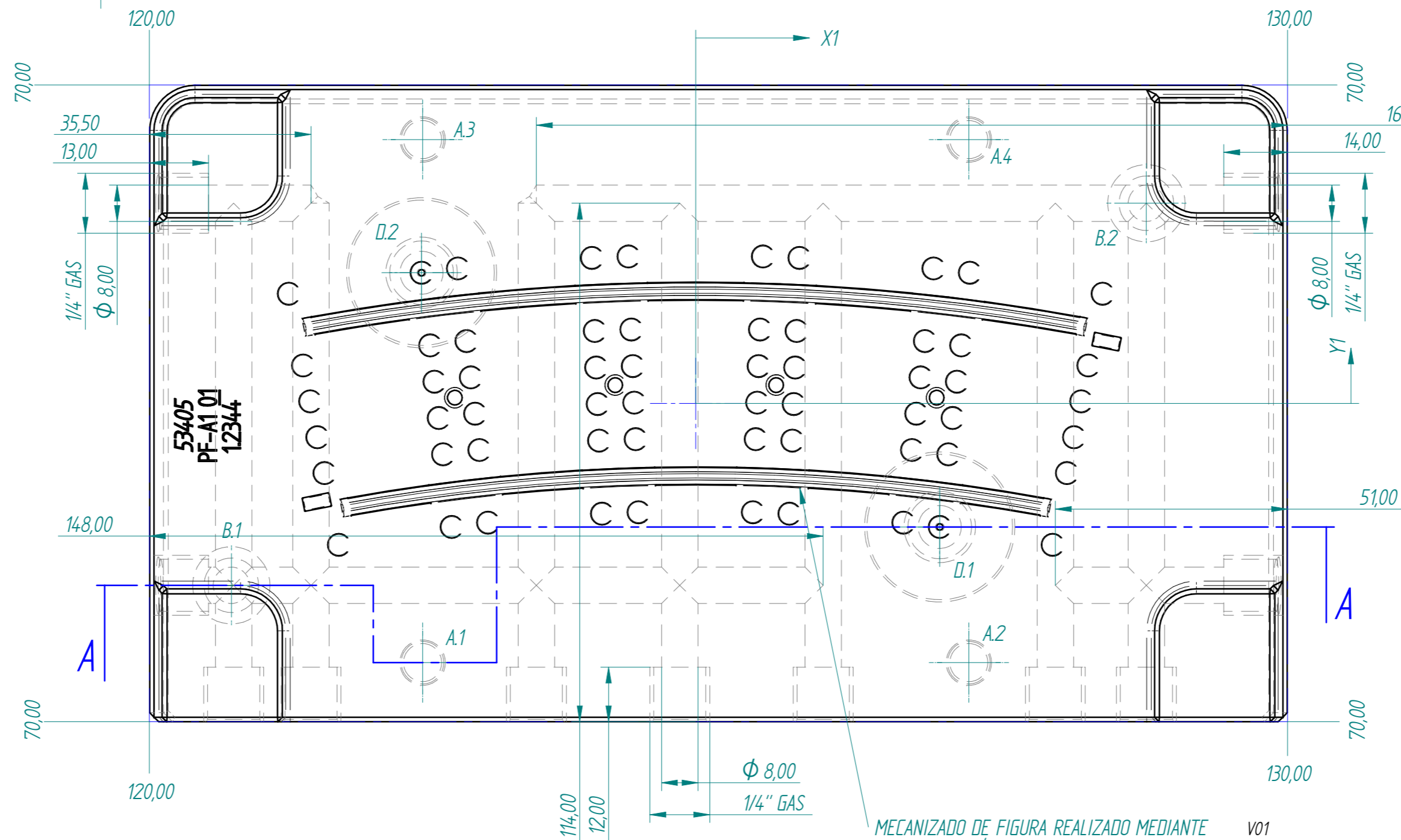
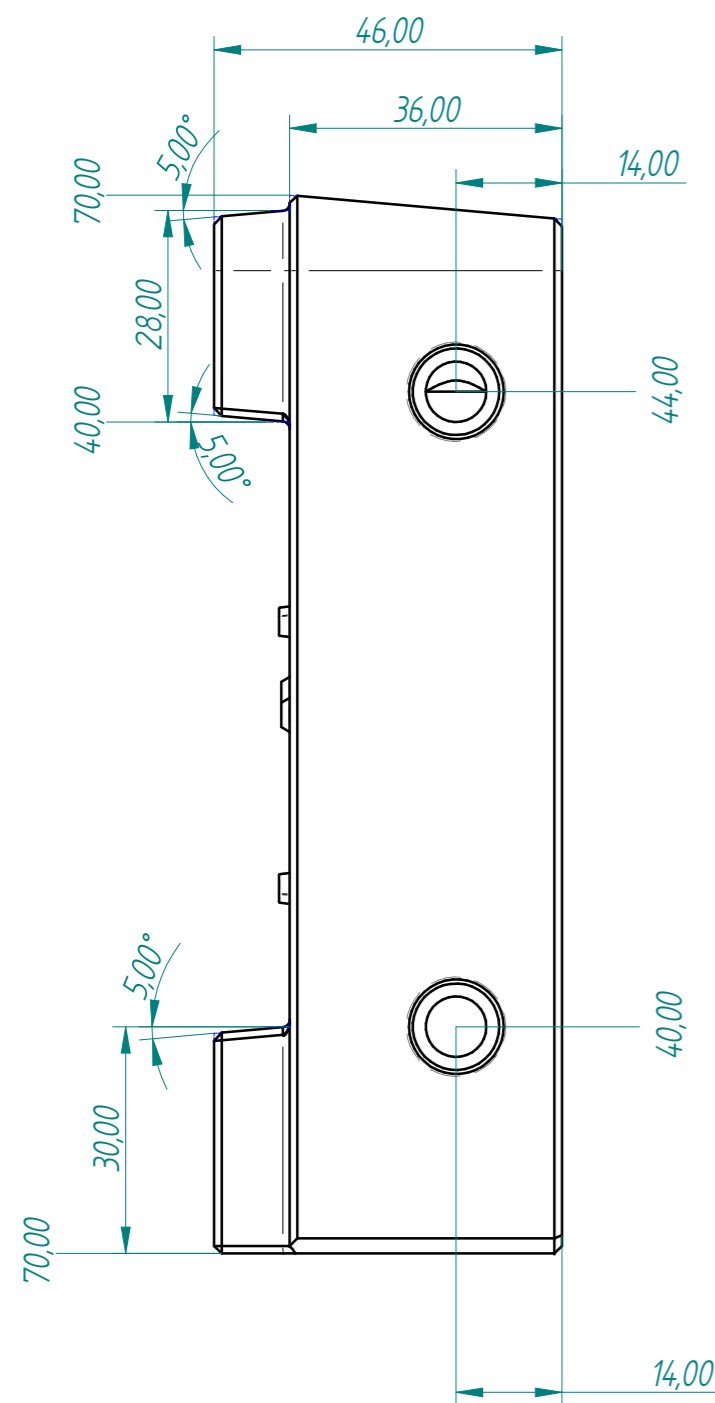
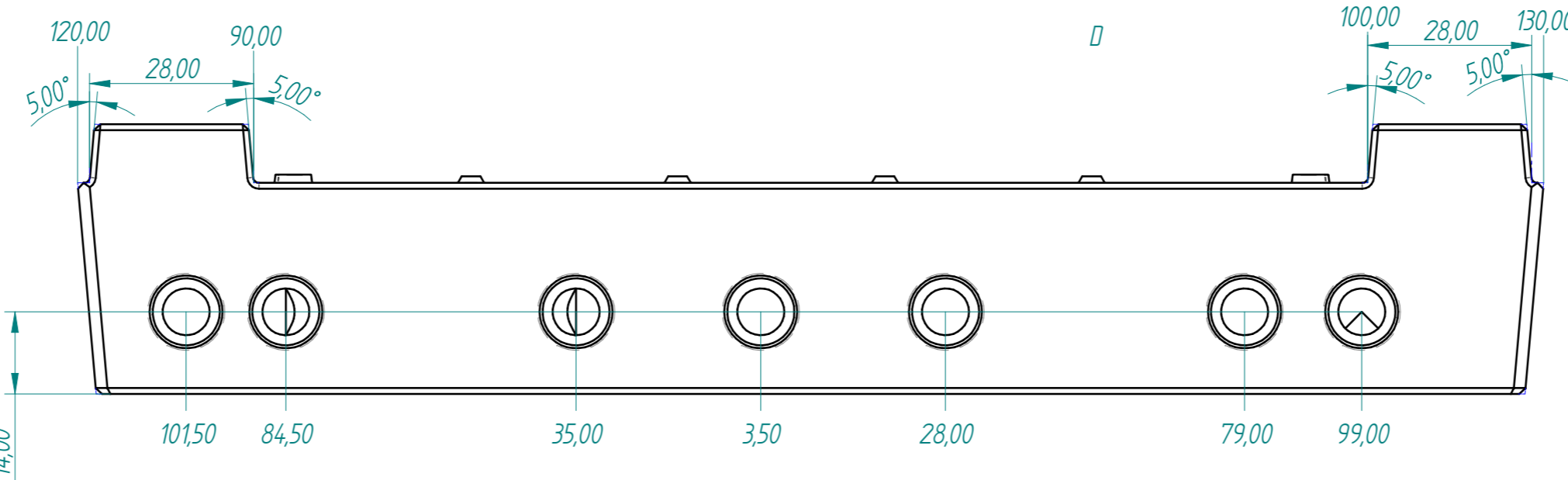
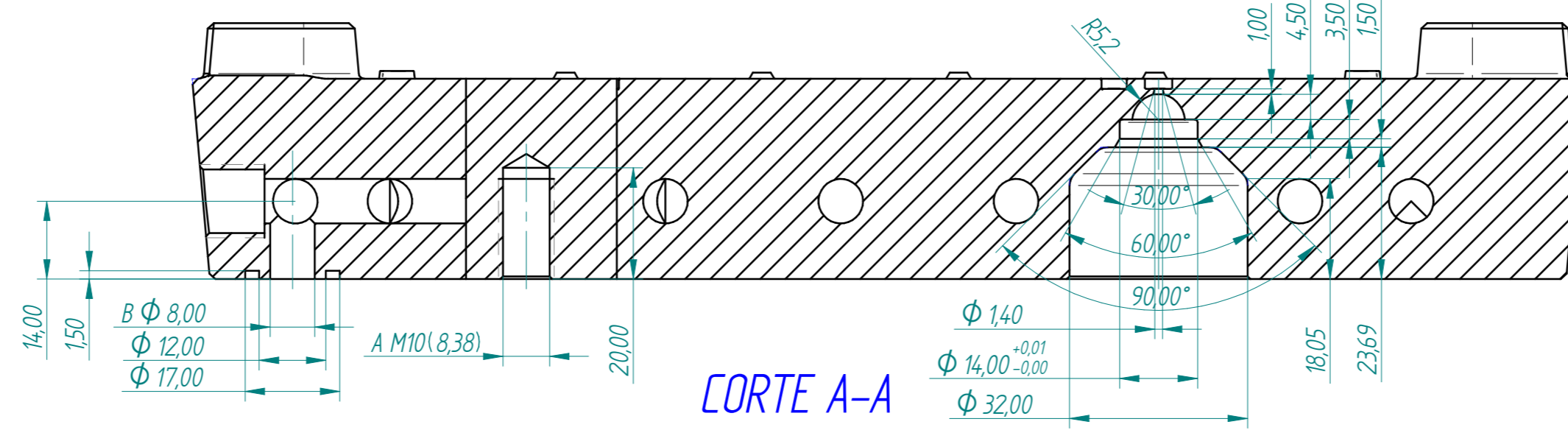
V01	Revisión	Fecha	Anula	Motivo			
CODIGO:	MATERIAL:	AUTOR:	Revisado por:	FECHA:	N° PLANO:	ESCALA:	
DZMS3405	1730	R. Monteagudo		03-03-2020		12	
DENOMINACION: PLACA EMBRIDE MOVIL 53405				CLIENTE: LEGO			

TOLERANCIAS:  
D = ± 0,5  
D/0 = ± 0,1  
R/0 = ± 0,08  
Angular = ± 0,25

ORYMO  
Av. del Cid, 6. Pol. Ind. Torrelavega  
40130 - Muro (Palencia)  
Tel: 96.1452016 - Fax: 96.1452017  
e-mail: info@orymo.com



Tabla de Agujeros			
Agujero	X	Y	Tamaño
A.1	-60	-57	Φ 8,38
A.2	60	-57	Φ 8,38
A.3	-60	58	Φ 8,38
A.4	60	58	Φ 8,38
B.1	-102	-40	Φ 12
B.2	99	44	Φ 12
D.1	53,6	-27,17	Φ 14
D.2	-60,22	28,72	Φ 14



PESO APROX. ANTES DEL MECANIZADO 12,6 kg  
PESO DESPUÉS DEL MECANIZADO 9 kg

MECANIZAR REFERENCIAS DE PLACAS DISTINTAS (PF-A1 y PFA2),  
A UNA PROFUNDIDAD DE 0,15 MM

MECANIZADO DE FIGURA REALIZADO MEDIANTE  
ELECTROEROSIÓN CON ELECTRODO DE COBRE

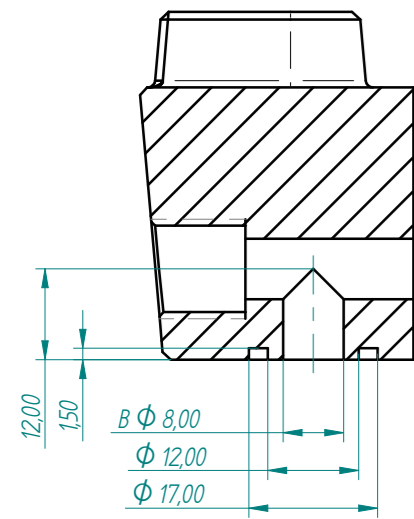
V01  
Revisión Fecha Anula Motivo

CÓDIGO: PF-A1M53405	MATERIAL: 2344T	AUTOR: R. Monteagudo	CANTIDAD: 1+1	FECHA: 14-03-2020	Nº PLANO	ESCALA: 1:1
<b>ORYMO</b> Av. del Cid, 6 - Pol. Ind. Torrubero 46136 - Museros Valencia (España) Tel: 96.1452016 - Fax: 96.1452017 e-mail: info@orymo.com			DENOMINACION: POSTIZOS FIGURA FLIJA A1 y A2 CLIENTE: LEGO			

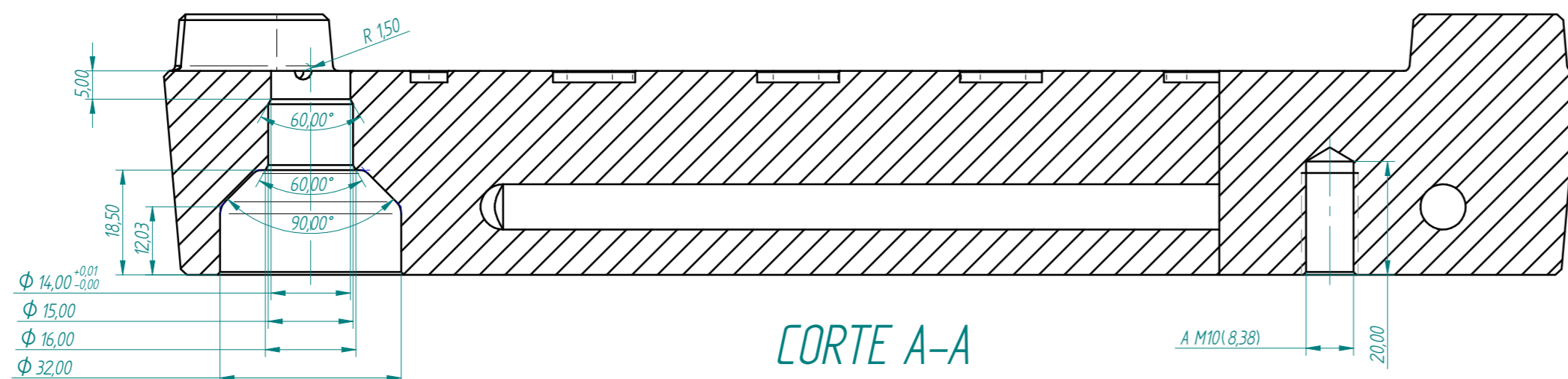
TOLERANCIAS
D. = ± 0.5
D.0 = ± 0.1
D.00 = ± 0.05
Angular = ± 0.25



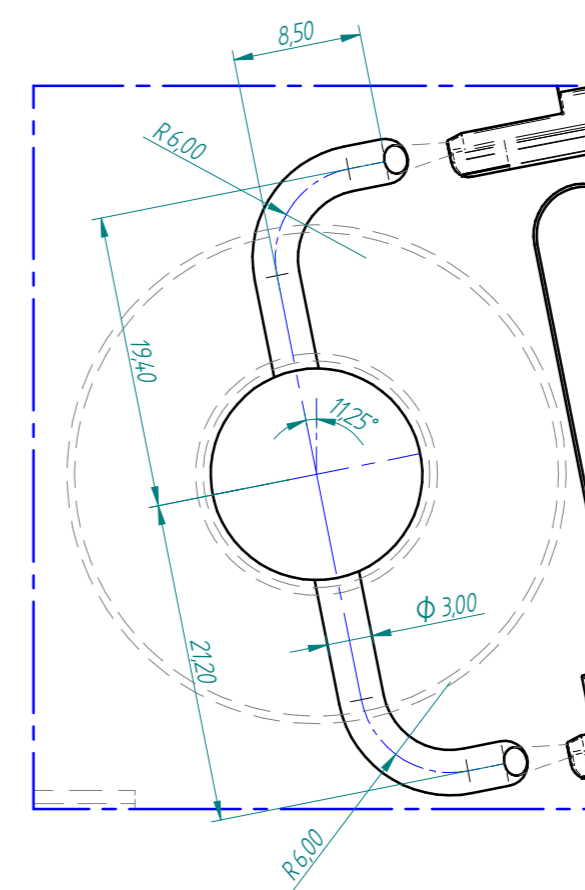
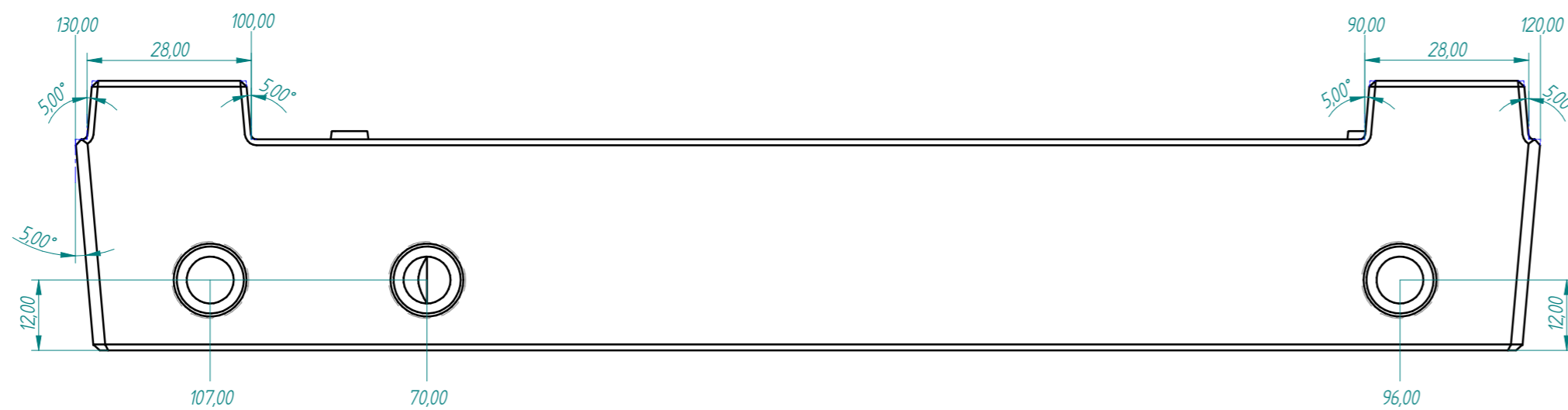




CORTE B-B

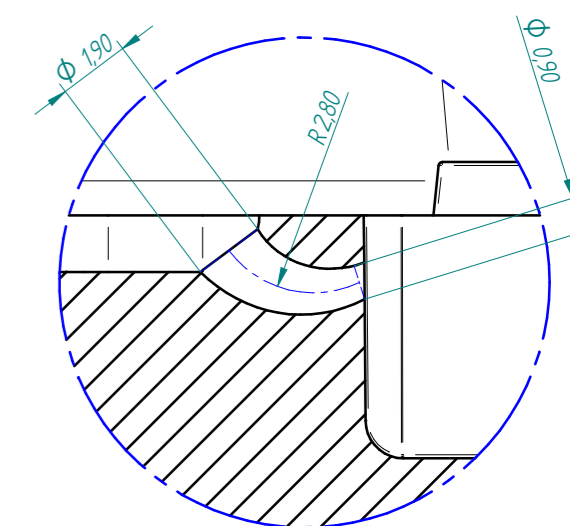


CORTE A-A

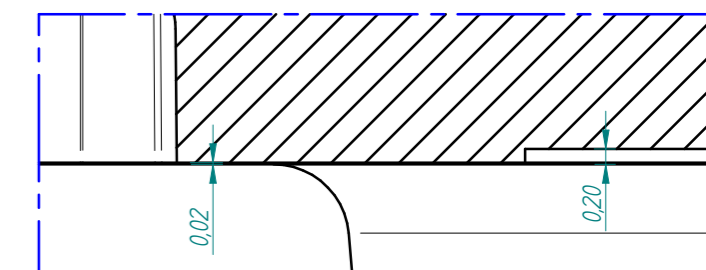
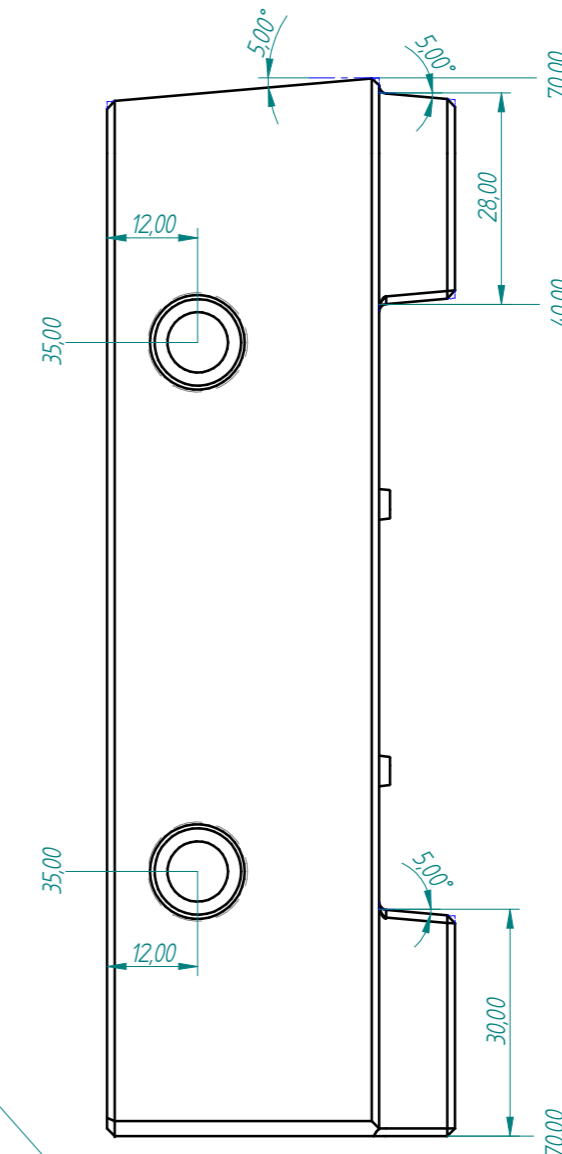
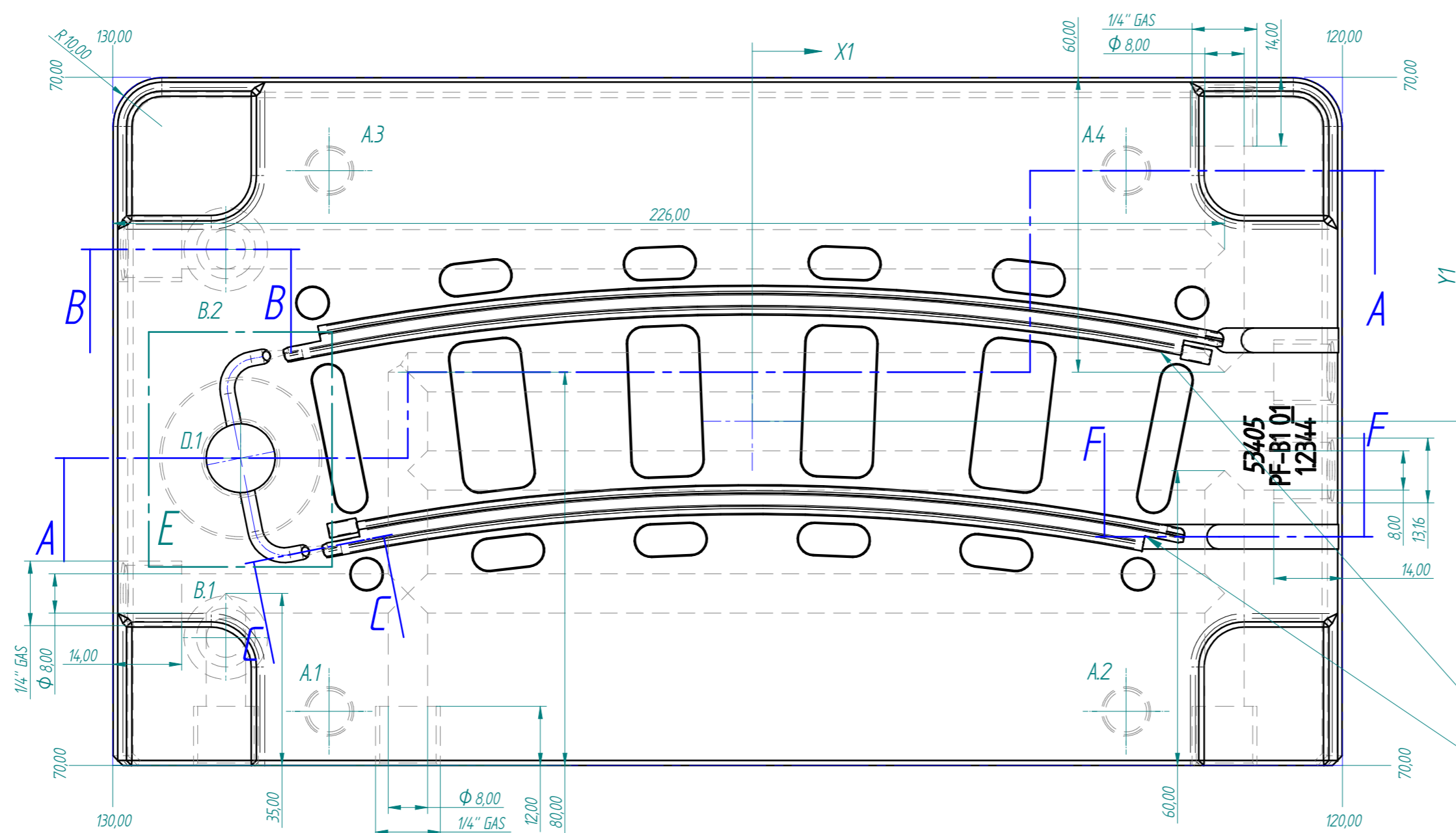
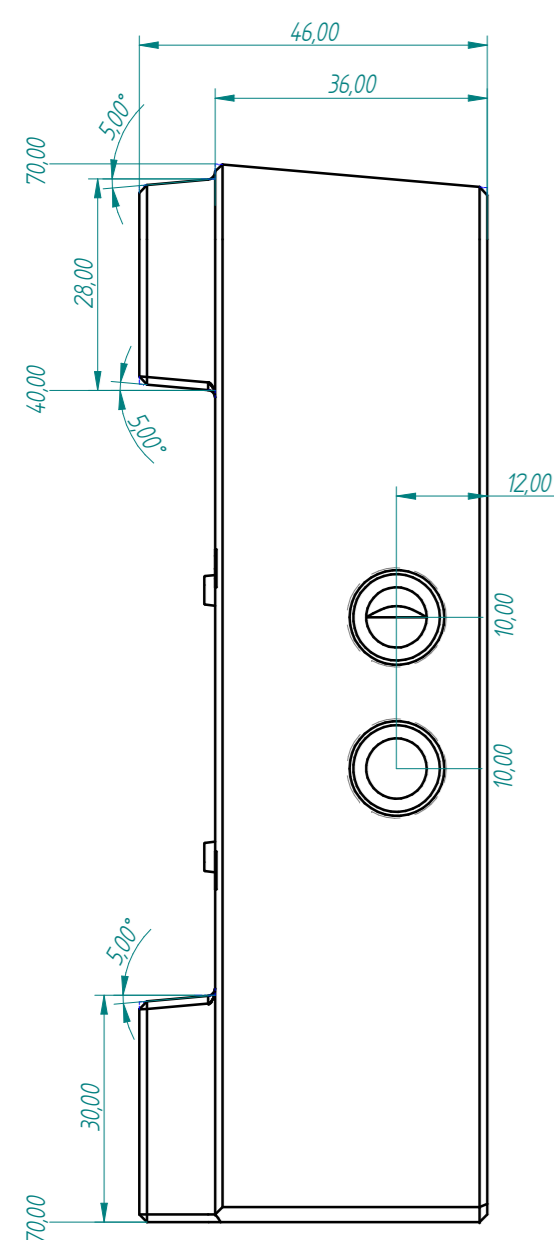


DETALLE E

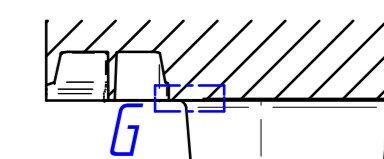
Tabla de Agujeros			
Agujero	X	Y	Tamaño
A.1	-86	-59	Ø 8,38
A.2	76	-59	Ø 8,38
A.3	-86	51	Ø 8,38
A.4	76	51	Ø 8,38
B.1	-107	-44	Ø 12
B.2	-107	35	Ø 12
D.1	-104	-7,5	Ø 15



DETALLE D  
ENTRADA SUBMARINA



DETALLE G  
SALIDA DE AIRE

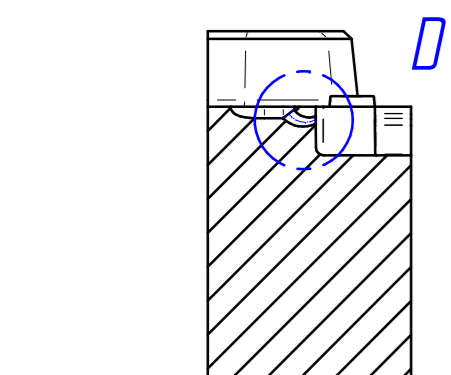


CORTE F-F

MECANIZADO DE FIGURA REALIZADO MEDIANTE ELECTROEROSIÓN CON ELECTRODO DE COBRE

PESO APROX. ANTES DEL MECANIZADO 12,6 kg  
PESO DESPUÉS DEL MECANIZADO 9 kg

MECANIZAR REFERENCIAS DE PLACAS DISTINTAS (PF-B1 y PF-B2), A UNA PROFUNDIDAD DE 0,15 MM



CORTE C-C

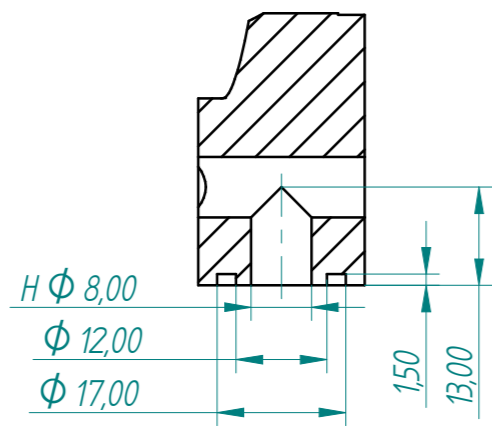


V01	Revisión	Fecha	Anula	Motivo	CÓDIGO:	MATERIAL:	AUTOR:	CANTIDAD:	FECHA:	N°PLANO	ESCALA:
					PF-B1M53405	2344T	R. Monteagudo	1+1	15-03-2020		1:1
DENOMINACION: POSTIZOS FIGURA FLJA B1 y B2											
CLIENTE: LEGO											

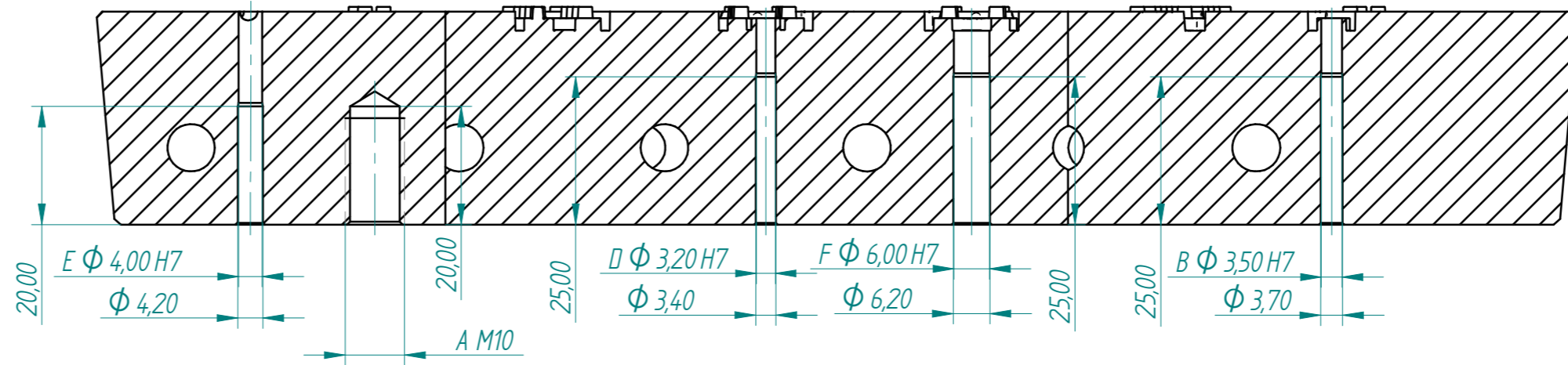
TOLERANCIAS	
D	± 0,5
D.0	± 0,1
D.00	± 0,05
Angular	± 0,25

**ORYMO**  
Av del Cid, 6 - Pol. Ind. Torrubero  
46136 - Museros  
Valencia (España)  
Tel: 96.1452016 - Fax: 96-1452017  
e-mail: info@orymo.com

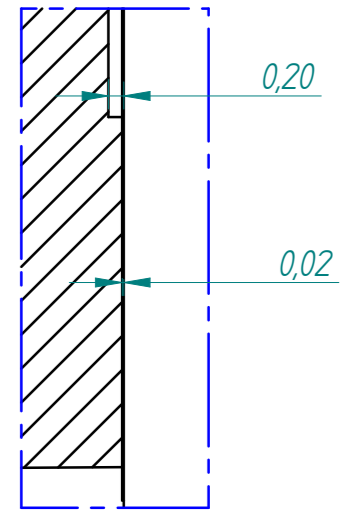




CORTE B-B

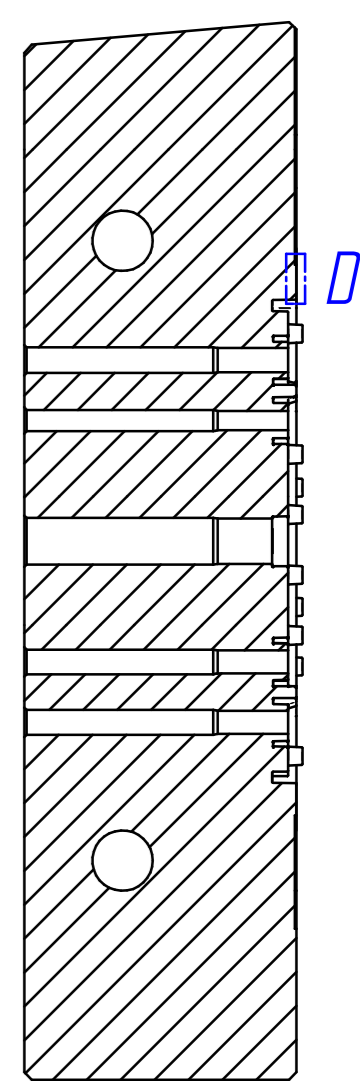
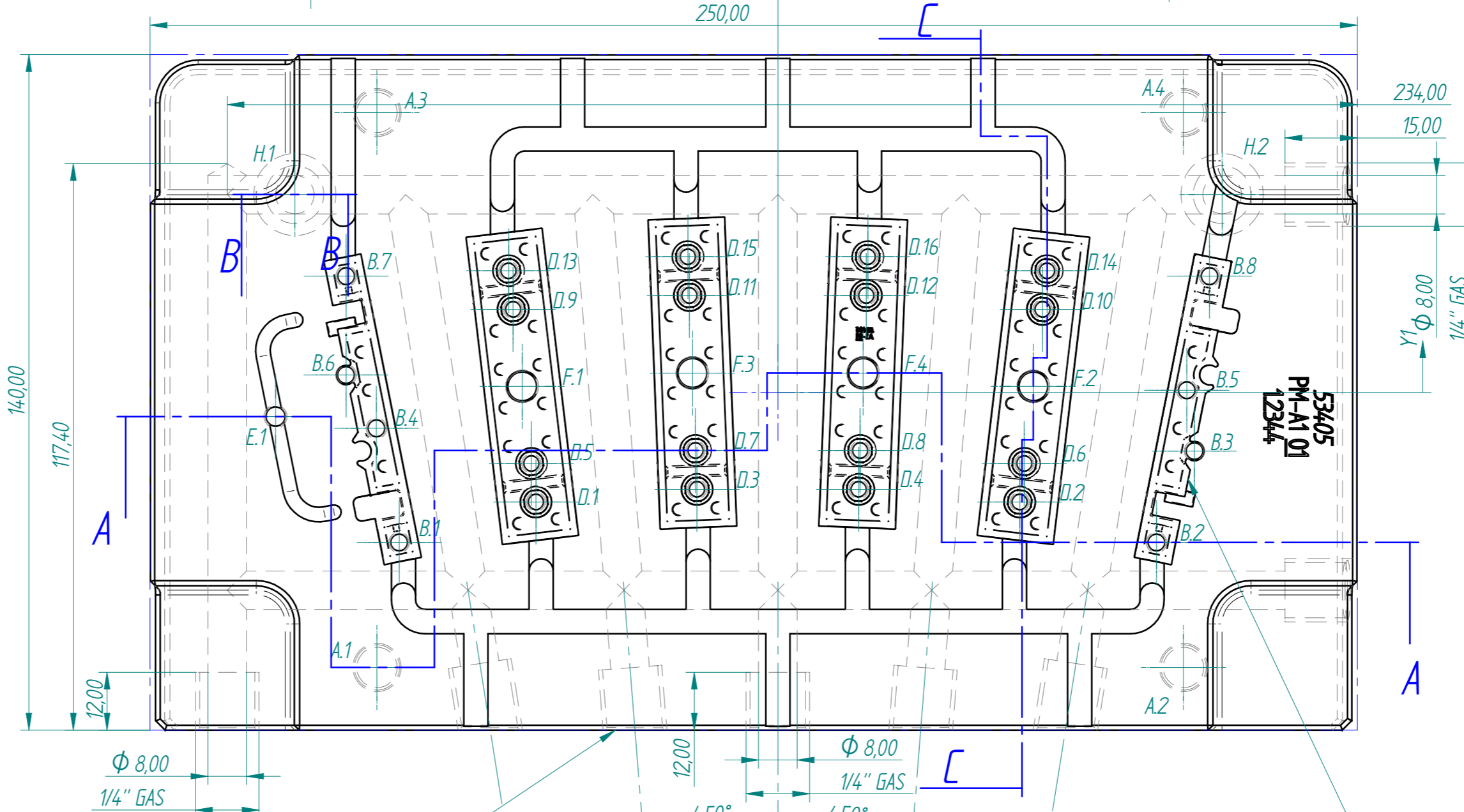
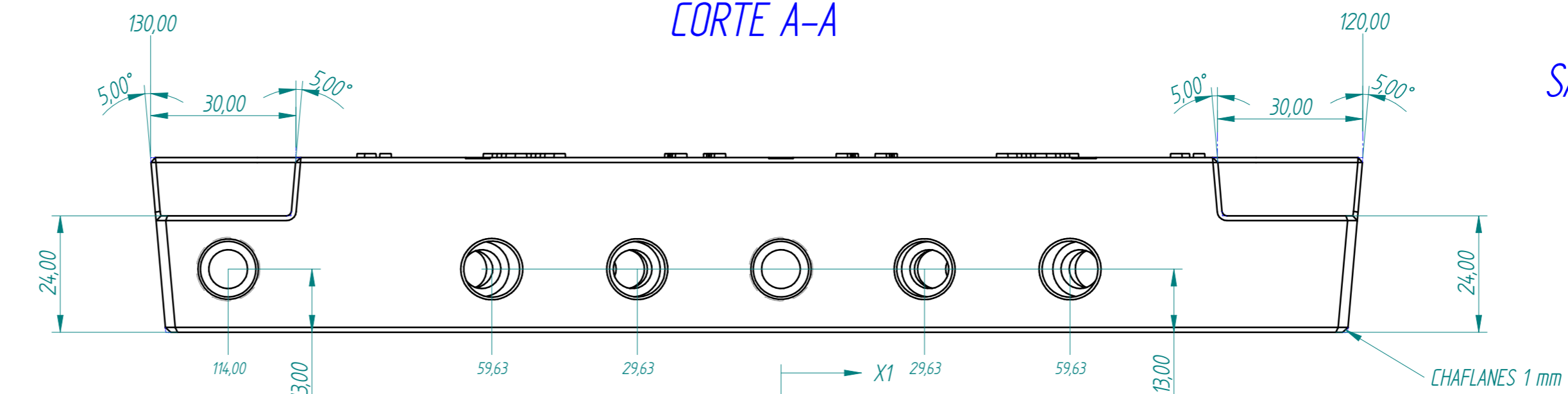
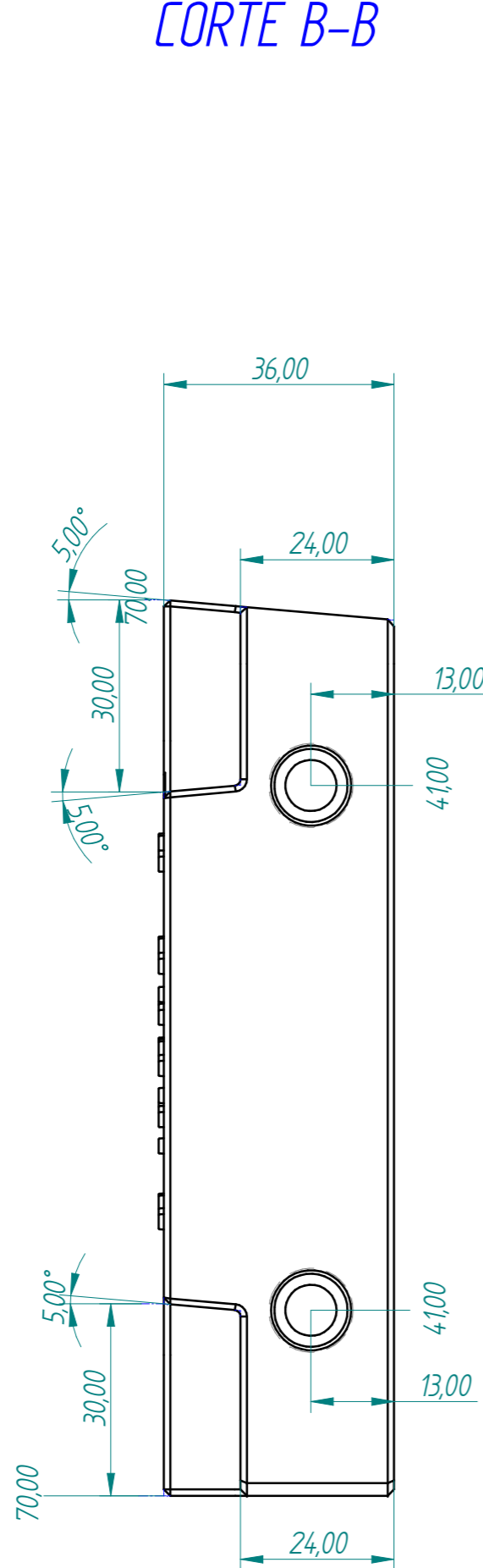


CORTE A-A



DETALLE D SALIDAS DE AIRE

Tabla de Agujeros			
Agujero	X	Y	Tamaño
A.1	-83	-57	Φ 8,38
A.2	84	-57	Φ 8,38
A.3	-83	58	Φ 8,38
A.4	84	58	Φ 8,38
B.1	-78,4	-31,1	Φ 3,5
B.2	78,4	-31,1	Φ 3,5
B.3	86,27	-12,17	Φ 3,5
B.4	-83,11	-7,44	Φ 3,5
B.5	84,68	0,44	Φ 3,5
B.6	-89,41	3,6	Φ 3,5
B.7	-89,38	24,1	Φ 3,5
B.8	89,38	24,1	Φ 3,5
D.1	-50,09	-22,71	Φ 3,2
D.2	50,09	-22,71	Φ 3,2
D.3	-16,73	-20,08	Φ 3,2
D.4	16,73	-20,08	Φ 3,2
D.5	-51,03	-14,72	Φ 3,2
D.6	51,03	-14,72	Φ 3,2
D.7	-17,05	-12,05	Φ 3,2
D.8	17,05	-12,05	Φ 3,2
D.9	-54,81	17,22	Φ 3,2
D.10	54,81	17,22	Φ 3,2
D.11	-18,31	20,09	Φ 3,2
D.12	18,31	20,09	Φ 3,2
D.13	-55,76	25,2	Φ 3,2
D.14	55,76	25,2	Φ 3,2
D.15	-18,62	28,12	Φ 3,2
D.16	18,62	28,12	Φ 3,2
E.1	-104	-5	Φ 4,2
F.1	-52,92	125	Φ 6
F.2	52,92	125	Φ 6
F.3	-17,68	4,02	Φ 6
F.4	17,68	4,02	Φ 6
H.1	-100	41	Φ 8
H.2	92	41	Φ 8



CORTE C-C

TODAS LAS ROSCAS DE TAPONES CON 12 MM DE PROFUNDIDAD COMO MÍNIMO

MECANIZADO DE FIGURA REALIZADO MEDIANTE ELECTROEROSIÓN CON ELECTRODO DE COBRE

PESO APROX. ANTES DEL MECANIZADO 10 kg  
PESO DESPUÉS DEL MECANIZADO 8,6 Kg

MECANIZAR REFERENCIAS DE PLACAS DISTINTAS (PM-A1;PM...), A UNA PROFUNDIDAD DE 0,15 MM

V01

Revisión	Fecha	Anula	Motivo
CÓDIGO: PM-A1M53405	MATERIAL: 2344T	AUTOR: R. Monteagudo	CANTIDAD: 2+2
FECHA: 15-03-2020		Nº PLANO	ESCALA: 1:1
DENOMINACION: POSTIZOS FIGURA MOVIL A1, A2, B1 y B2			CLIENTE: LEGO

TOLERANCIAS:  
 D = ±0.5  
 D.0 = ±0.1  
 D.00 = ±0.05  
 Angular = ±0.25

**ORYMO**  
 Av. del Cid, 6 - Pol. Ind. Torrubero  
 46136 - Museros  
 Valencia (España)  
 Tel: 96.1452016 - Fax: 96.1452017  
 e-mail: info@orymo.com